



С. Г. Приймак

**СПОРТИВНО-ПЕДАГОГІЧНЕ  
УДОСКОНАЛЕННЯ СТУДЕНТІВ:  
МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНЕ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ**

Монографія

Чернігів 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка

ЧИТАЛЬНА ЗАЛА  
ЛДУФК-7/

Приймак С. Г.

**СПОРТИВНО-ПЕДАГОГІЧНЕ  
УДОСКОНАЛЕННЯ СТУДЕНТІВ:  
МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНЕ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ**

**Монографія**

Чернігів 2018  
ПАТ «ПВК «Десна»

ББК Ч 489.518.4 + Ч 510.7  
УДК 378.016:796.011.3:612.172-057.875 (045)  
ISBN 978-966-502-598-6

Рекомендовано до друку вченою радою НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
«Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка  
(протокол № 9 від 28 березня 2018 року)

**Автор**

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент кафедри  
біологічних основ фізичного виховання, здоров'я і спорту  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «Чернігівський колегіум»  
імені Т. Г. Шевченка  
Приймак Сергій Георгійович

**Рецензенти**

Носко Микола Олексійович,

дійсний член (академік) НАПН України, доктор педагогічних  
наук, професор, ректор НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
«Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка;

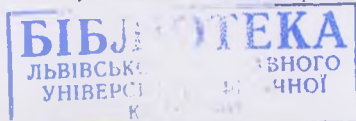
Приймаков Олександр Олександрович,

доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри  
біологічних основ фізичного виховання та спортивних  
дисциплін Національного педагогічного університету імені  
М. П. Драгоманова; професор факультету фізичної культури і  
промоції здоров'я, Щецинський університет (м. Щецин, Польща);

Ганчар Іван Лазарович,

доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри  
фізичного виховання Національного університету «Одеська  
морська академія».

У монографії розглянуто функціональну підготовленість студентів, що спеціалізуються у різноспрямованих видах спорту. Визначені сучасні уявлення про тілобудову та структуру функціональної підготовленості та їх якісні характеристики. Визначено особливості соматотипу та функціональної підготовленості в залежності від спеціалізації та енергетичного забезпечення спортивно-педагогічної діяльності. Розглянуті аспекти методології та організації контролю і оцінки соматотипу, функціональної підготовленості та функціонального стану систем організму, що забезпечують успішність спортивно-педагогічної діяльності. Наведено методи діагностики тілобудови, функціонального стану вегетативних систем організму і фізичної працездатності.



## **ЗМІСТ**

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	7
---	---

ПЕРЕДМОВА .....	12
-----------------	----

### **РОЗДІЛ 1.**

СПОРТИВНО-ПЕДАГОГІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ В СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ .....	15
---	----

1.1. Педагогічна професійна діяльність вчителя фізичної культури .....	15
---	----

1.2. Спортивно-педагогічне удосконалення у забезпеченні професійної готовності майбутнього вчителя фізичної культури .....	24
--	----

1.3. Організація освітнього процесу зі спортивно-педагогічного удосконалення .....	28
---	----

### **РОЗДІЛ 2.**

СПОРТ ЯК ОСНОВА ЗМІСТУ ДИСЦИПЛІНИ «СПОРТИВНО-ПЕДАГОГІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ» .....	31
--	----

2.1. Спорт, його роль і організація в суспільстві .....	31
---	----

2.2. Типи і види спорту .....	33
-------------------------------	----

2.3. Спортивна підготовка як чинник успішності реалізації спортивно-педагогічної діяльності .....	42
--	----

2.4. Управління у освітньому процесі, тренуванні і змаганнях ..	44
---	----

### **РОЗДІЛ 3.**

МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОРТИВНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ ...	49
--	----

3.1. Функціональна підготовленість організму студентів до реалізації спортивно-педагогічної діяльності .....	49
---	----

3.2. Структура функціональної підготовленості спортсменів та її якісні характеристики .....	53
3.3. Характеристика компонентів функціональної підготовленості спортсменів .....	63
3.3.1. Регуляторний компонент функціональної підготовленості спортсменів .....	64
3.3.2. Енергетичний компонент функціональної підготовленості спортсменів .....	68
3.4. Механізми підвищення функціональної підготовленості спортсменів .....	74
3.4.1. Теорія формування системного структурного сліду (за Ф. З. Меерсон) .....	76
3.4.2. Теорія стресу (за Г. Сел'є) .....	77
3.4.3. Теорія мобілізації резервів організму (за О. С. Мозжухіним) .....	78
3.5. Фактори, що визначають функціональну підготовленість (фізичну працездатність) людини .....	79

#### **РОЗДІЛ 4.**

<b>МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ .....</b>	<b>87</b>
--	-----------

4.1. Теоретичні і практичні аспекти застосування варіабельності серцевого ритму .....	92
4.1.1. Оцінка результатів аналізу варіабельності серцевого ритму .....	93
4.2. Методи аналізу та інтерпретації параметрів пульсової хвилі .....	99
4.2.1. Методи пульсової діагностики .....	100
4.2.2. Оцінка результатів аналізу параметрів пульсової хвилі .....	104

4.3. Методи визначення фізичної працездатності людини ....	107
4.3.1. Методи визначення фізичної працездатності за результатами проби PWC <sub>170</sub> .....	109
4.3.2. Оцінка результатів проби PWC <sub>170</sub> .....	115
4.4. Методи та організація дослідження функціональної підготовленості студентів .....	118

## **РОЗДІЛ 5.**

<b>СОМАТОЛОГІЧНІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ СТУДЕНТІВ .....</b>	<b>126</b>
5.1. Характеристика видів спорту .....	126
5.1.1. Волейбол .....	126
5.1.2. Бокс .....	130
5.1.3. Лижний спорт .....	133
5.2. Соматологічні особливості тілобудови студентів, які спеціалізуються у біатлоні, боксі та волейболі .....	135
5.2.1. Соматологічні особливості тілобудови студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з волейболу .....	143
5.2.2. Соматологічні особливості тілобудови студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу .....	148
5.2.3. Соматологічні особливості тілобудови студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з біатлону .....	155
5.3. Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів, які спеціалізуються у біатлоні, боксі та волейболі ...	164
5.4. Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів, які спеціалізуються у волейболі, боксі та біатлоні в базальних умовах .....	167

5.4.1. Функціональний стан серцево-судинної системи студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з волейболу у базальних умовах .....	175
5.4.2. Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу в базальних умовах .....	185
5.4.3. Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з біатлону в базальних умовах .....	191
5.5. Фізична працездатність студентів, які спеціалізуються у волейболі, боксі та біатлоні .....	201
5.5.1. Фізична працездатність студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з волейболу .....	211
5.5.2. Фізична працездатність студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу .....	216
5.5.2.1. Спеціальна фізична працездатність студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу .....	223
5.5.3. Фізична працездатність студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з біатлону .....	236
ПІСЛЯМОВА .....	243
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	245
ДОДАТКИ .....	276

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АНОК – асоціація національних олімпійських комітетів

АПФ – ангіотензин-перетворюючий фермент

ВСР – варіабельність серцевого ритму

ГАІСФ – генеральна Асамблея міжнародних спортивних федерацій

ЗВО – заклади вищої освіти

ЛП АМР – латентний період простої акустико-моторної реакції

МОК – Міжнародний олімпійський комітет

ОГК – обвід грудної клітки

ОМЦ – оваріально-менструальний цикл

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ПСНС – парасимпатичний відділ вегетативної нервової системи

ПХ – пульсова хвиля

СНС – симпатичний відділ вегетативної нервової системи

СПУ – спортивно-педагогічне удосконалення

Спудерг – спеціалізований ударний ергометр

СР – серцевий ритм

ТіМФВ – теорія і методика фізичного виховання

ЦНС – центральна нервова система

ЦТ – центр тяжіння

ШВСМ – школа вищої спортивної майстерності

ЮНЕСКО – Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури

УСР1 – термогенін або роз'єднуючий білок



Ско- рочена назва	Повна назва	Одиниці ви- мірювання
<b>ПАРАМЕТРИ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ</b>		
АТ <sub>діаст</sub>	артеріальний тиск діастолічний	мм рт.ст.
АТ <sub>п</sub>	артеріальний тиск пульсовий	мм рт.ст.
АТ <sub>ср</sub>	середній гемодинамічний артеріальний тиск	мм рт.ст.
АТ <sub>сист</sub>	артеріальний тиск систолічний	мм рт.ст.
ВіК	вегетативний індекс Кердо	ум. од.
КВ	коефіцієнт витривалості за Кваасом	ум. од.
КЕК	коефіцієнт ефективності кровообігу	ум. од.
КП	кисневий пульс	мл ск <sup>-1</sup>
СОК	сistolічний об'єм крові	мл
ІС	індекс Скибинського	ум. од.
УОС	ударний об'єм серця	мл
ХОК	хвилинний об'єм крові	л хв <sup>-1</sup>
ЧСС	частота серцевих скорочень	ск хв <sup>-1</sup>
SpO <sub>2</sub>	сатурація крові киснем (відносний вміст оксигемоглобіну в артеріальній крові)	%
<b>Параметри пульсової хвилі</b>		
A <sub>дх</sub>	амплітуда дикротичної хвилі	ум. од.
A <sub>і</sub>	амплітуда інцизури пульсової хвилі	ум. од.
A <sub>пх</sub>	амплітуда пульсової хвилі	ум. од.
ІВ	індекс відбиття	ум. од.
ІВХ	індекс висхідної хвилі	с
ІДХ	індекс дикротичної хвилі	ум. од.
ІЖ	індекс жорсткості	м с <sup>-1</sup>
T <sub>аф</sub>	тривалість анакротичної фази пульсової хвилі	с
T <sub>дф</sub>	тривалість дикротичної фази пульсової хвилі	с
T <sub>діаст</sub>	тривалість діастолічної фази серцевого циклу	с
T <sub>сист</sub>	тривалість систолічної фази серцевого циклу	с
T <sub>пх</sub>	тривалість пульсової хвилі	с
T <sub>фн</sub>	тривалість фази наповнення	с
T <sub>в</sub>	час відбиття пульсової хвилі	с

Скорочена назва	Повна назва	Одиниці вимірювання
<b>Параметри варіабельності серцевого ритму</b>		
RRNN	середня тривалість нормальних інтервалів R-R	с; мс
SDNN	стандартне відхилення величин R-R-інтервалів	с; мс
RMSSD	корінь квадратний середніх квадратів різниці між суміжними R-R- інтервалами	с; мс
pNN <sub>50</sub>	відсоток інтервалів суміжних R-R-інтервалів, що відрізняються більш ніж на 50 мс	%
TP	Total Power (загальна потужність спектру варіабельності серцевого ритму)	мс <sup>2</sup>
HF	High Frequency (потужність височастотної складової спектру варіабельності серцевого ритму)	Гц; мс <sup>2</sup> ;%; п. у.
LF	Low Frequency (потужність низькочастотної складової спектру варіабельності серцевого ритму)	Гц; мс <sup>2</sup> ;%; п. у.
VLF	Very Low Frequency (потужність наднизькочастотної складової спектру варіабельності серцевого ритму)	Гц; мс <sup>2</sup> ;%; п. у.
HRV triangular index	триангулярний індекс (відношення загальної кількості R-R-інтервалів до AMo)	ум. од.
Mo	мода (значення R-R-інтервалу, що найчастіше зустрічається в діапазоні визначення)	с
AMo	амплітуда моди (відсоток кардіоінтервалів R-R, відповідний значенню моди)	%
ΔX	варіаційний розмах (різниця між тривалістю найбільшого і найменшого R-R-інтервалів)	с
III	індекс напруги регуляторних систем (за Р. М. Баєвським)	ум. од.
<b>ПАРАМЕТРИ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ</b>		
ДО	дихальний об'єм	л; мл
ЖЄЛ	життєва ємність легень	л; мл
ЖІ	життєвий індекс	ум. од.
МВЛ	максимальна вентиляція легень	л хв <sup>-1</sup>
ХОД	хвилинний об'єм дихання	л хв <sup>-1</sup>
ЧД	частота дихання	дих. циклів хв <sup>-1</sup>
ΣO <sub>2</sub> Д	сумарний кисневий дефіцит	л, %

Скорочена назва	Повна назва	Одиниці вимірювання
KE <sub>ш</sub>	кисневий ефект дихального циклу	мл · ЧД <sup>-1</sup>
KVO <sub>2</sub>	коефіцієнт використання кисню	ум. од.; %
<b>ПАРАМЕТРИ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ</b>		
PWC <sub>170</sub>	(Physical Working Capacity) загальна фізична працездатність, визначена на підставі виконання проби PWC <sub>170</sub>	Вт; кГ м хв <sup>-1</sup>
W або N	потужність фізичного навантаження	Вт; кГ м хв <sup>-1</sup>
Ватт <sub>абс</sub> / пульс	співвідношення абсолютного об'єму виконаної роботи до її фізіологічної вартості	Вт <sub>абс</sub> · ск·хв <sup>-1</sup>
Ватт <sub>відн</sub> / пульс	співвідношення відносного об'єму виконаної роботи до її фізіологічної вартості	Вт <sub>відн</sub> · ск·хв <sup>-1</sup>
MCK <sub>абс</sub>	абсолютне максимальне споживання кисню	л хв <sup>-1</sup>
MCK <sub>відн</sub>	відносне максимальне споживання кисню	мл хв <sup>-1</sup> · кг <sup>-1</sup>
МАП	максимальна анаеробна потужність	Вт; кГ м хв <sup>-1</sup>
VO <sub>2</sub>	споживання кисню	л хв <sup>-1</sup> ; %
<b>ШВИДКІСНО-СИЛОВІ ПАРАМЕТРИ</b>		
СІ	силовий індекс	ум. од.
F <sub>max (K)</sub>	сила м'язів кисті	кг
F <sub>max (C)</sub>	сила м'язів спини	кг
F <sub>абс П</sub>	абсолютна сила правої руки	кг
F <sub>відн П</sub>	відносна сила правої руки	ум. од.
F <sub>абс Л</sub>	абсолютна сила лівої руки	кг
F <sub>відн Л</sub>	відносна сила лівої руки	ум. од.
<b>ЕНЕРГЕТИЧНІ СУБСТРАТИ</b>		
АТФ	аденозинтрифосфорна кислота	ммоль
КрФ	креатинфосфат	ммоль
O <sub>2</sub>	кисень	ммоль; %
<b>ПАРАМЕТРИ ЕКОНОМІЧНОСТІ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>		
ПАНО	пориг анаеробного обміну	% від MCK
ЧСС <sub>ПАНО</sub>	частота серцевих скорочень порогу анаеробного обміну	ск хв <sup>-1</sup>

Скорочена назва	Повна назва
ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ	
кг	кілограм
кгм хв <sup>-1</sup>	кілограмометр за 1 хвилину
кгм хв <sup>-1</sup> кг <sup>-1</sup>	кілограмометр за 1 хвилину на 1 кілограм
л	літр
м	метр
хв	хвилина
мл	мілілітр
ммоль	мілімоль
с	секунда
мс	мілісекунда
мм рт.ст.	міліметрів ртутного стовпа
ск. хв <sup>-1</sup>	скорочень серця за 1 хвилину
ум. од.	умовні одиниці

## ПЕРЕДМОВА

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 реалізувати 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 [220].

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.

Мета та завдання, які повинні вирішуватись у процесі спортивно-педагогічного удосконалення (СПУ), неможливі без визначення особливостей функціонування систем організму індивідууму, які забезпечують готовність до реалізації діяльності. При цьому спортивна діяльність, як складова СПУ, є невід'ємною частиною процесу підготовки майбутніх вчителів фізичної культури до педагогічної діяльності [225].

Однією з актуальних проблем науково-педагогічних досліджень є формування функціональної готовності майбутнього вчителя фізичної культури у процесі спортивно-педагогічного удосконалення, який здатен успішно проєктувати, конструювати і перетворювати окремі складові цієї діяльності, раціонально розробляти, моделювати засоби педагогічного впливу та ефективно застосовувати їх в практиці. Успішність реалізації окресленої проблеми у вищій школі при підготовці фахівців з фізичної культури визначається раціональним керуванням, спрямованістю, стратегією, змістом і технологією процесу навчання і виховання [225, 228, 280].

В сучасній теорії і практиці фізичного виховання та спорту, спортивній педагогіці одним з основних напрямків підготовки майбутніх

фахівців є забезпечення належного управління спортивно-педагогічним удосконаленням на основі об'єктивізації знань про структуру діяльності і різних сторін їх спеціальної фізичної підготовленості [186, 201]. Застосування сучасних методів діагностики функціонального стану організму студентів-спортсменів дозволяє створити необхідні умови для раціонального управління їх спеціальною працездатністю і адаптаційними процесами організму під дією фізичних навантажень різної спрямованості та модальності.

Концептуальними передумовами підготовки висококваліфікованих вчителів фізичної культури є поєднання освітньої, спортивної та науково-дослідної діяльності студентів, кожна з яких обумовлена необхідністю забезпечення належного рівня оволодіння знаннями та вміннями в обраному виді спортивно-педагогічного удосконалення.

При цьому професійна готовність майбутнього фахівця забезпечується відповідними якостями, поєднуючи оволодіння відповідною системою знань, умінь, навичок, потреб, мотивів і здібностей [80]. З огляду на це, спортивно-педагогічна діяльність розглядається як інтегруючий напрямок підготовки майбутнього вчителя фізичної культури.

Відокремлюючи спортивну діяльність як одну з головних у підготовці майбутнього педагога, необхідно зазначити, що її основним завданням є: підвищення моторної щільності з метою набуття належного рівня локомоційного досвіду та психофізіологічної готовності до навантажень різної спрямованості; підвищення рівня спортивної майстерності, яке безпосередньо, впливає на формування педагогічного професіоналізму [291].

Спортивно-педагогічне удосконалення як і спортивне тренування, фізичне виховання та фізичну культуру можна розглядати як складнокоординовану динамічну систему, в якій керуючою системою є викладач/вчитель/тренер, а керованою – студент/ спортсмен/ учень, що, цілком зрозуміло, обумовлює похідні параметри для раціонального керування самою діяльністю. При цьому, під керуванням розглядається процес переходу складної динамічної системи з одного стану в інший під впливом на його похідні, головним завданням якого є організація системи і адаптація її до визначеного стану через добір найбільш ефективних дієвих засобів і методів [28].

Дане положення, з точки зору керування процесом спортивно-педагогічного удосконалення, поширюється на всі складові його підсистеми, до яких належить і підсистема керування функціональними можливостями організму.

Раціоналізація ефективності керування процесом спортивно-педагогічного удосконалення в умовах спеціалізованого навчального закладу, зокрема факультету/інституту фізичного виховання, який забезпечує підготовку фахівців педагогічних спеціальностей, можлива за умов об'єктивної оцінки всіх аспектів функціонального стану систем організму студентів як в базальних умовах, так і під дією відповідних чинників, розробка моделей перспективного стану, програми педагогічного впливу і гіпотетичних змін, що можуть виникнути внаслідок застосування на розглянуті компоненти [214].

Визначення особливостей реагування функціональних систем організму на зовнішні чинники середовища, до яких відносяться фізичні навантаження різної спрямованості, розробка модельних характеристик і системи оцінки спеціальної підготовленості студентів в обраному виді спортивно-педагогічної діяльності є одним з найважливіших аспектів, що забезпечуватиме підвищення ефективності педагогічного процесу.

При цьому серед чинників, що впливають на успішність спортивно-педагогічної діяльності, домінуючими є функціональний стан киснево-транспортної системи, потужність та економічність виконуваної роботи, швидкість реституції після виконання того або іншого фізичного навантаження.

Виходячи з цього, метою керування освітнім процесом спортивно-педагогічного удосконалення студентів в навчальних закладах різного профілю та рівня акредитації є підвищення загальної та спеціальної фізичної працездатності, необхідної для успішної реалізації можливостей організму студента для досягнення коротко- та довготермінового запланованого результату [214].

## РОЗДІЛ 1

### СПОРТИВНО-ПЕДАГОГІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ В СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

#### 1.1. Педагогічна професійна діяльність вчителя фізичної культури

Успішність роботи вчителя з фізичної культури залежить від рівня професіоналізму, набутого протягом навчання, удосконаленого у процесі педагогічної практики, практичного досвіду. «Професіонал - це фахівець, який опанував високим рівнем професійної діяльності, свідомо змінює і розвиває себе протягом здійснення праці, що вносить свій індивідуальний творчий внесок в професію, який знайшов своє індивідуальне призначення і стимулює в суспільстві інтерес до результатів своєї професійної діяльності, підвищуючи престиж своєї професії в суспільстві» [151].

Професіоналізм в будь-якій галузі визначається *мотивами*, що обумовлюють у людини сенс до окремої професійної діяльності, від поставленої мети та *технологій*, засобів і методів, що застосовуються для її реалізації. Навчання у освітньому закладі дає можливість забезпечити певний рівень *професійної готовності* майбутнього вчителя і, чим вище цей рівень, тим більша вірогідність успішності формування професіоналізму буде більш успішним, оскільки професіоналом людина стає виключно в процесі професійної діяльності.

Виходячи з цього, у професійній освіті відокремлюють три етапи підготовки: перший - допрофесійний; другий - базовий професійний; третій - етап професійного вдосконалення.

Допрофесійний етап реалізується спільними зусиллями закладів, що забезпечують здобуття загальної середньої та вищої освіти галузі фізичного виховання та спорту. Успішність реалізації етапу залежить від якості дошкільного і шкільного фізичного виховання та роботи з профорієнтації, попередньої професійної підготовки. Висока якість фізичного виховання і спорту в загальноосвітніх та дитячо-юнацьких спортивних школах забезпечує необхідний рівень спеціальних рухових навичок і якостей, здорового способу життя, потреби в регулярній руховій активності.



На базовому етапі професійної підготовки робота ґрунтується на основі цільових установок, структури діяльності і моделі педагога (вчителя, тренера з виду спорту), які містять сукупність соціальних вимог, виходячи з комплексу знань, умінь і навичок та рівня світоглядних, моральних і соціальних якостей.

У педагогічній науці і практиці професійна підготовка майбутніх вчителів фізичної культури розглядається як така, що спрямована на підготовку студентів закладів вищої освіти до виконання конкретних видів професійної діяльності в галузі “Фізична культура та спорт”, оволодіння ними сукупністю знань про людину і фізичну культуру, розвиток емоційно-ціннісних відношень, моральних норм, умінь передавати цінності фізичної культури [278].

Виходячи з цього, випускник повинен бути належним чином підготовлений до виконання викладацької, науково-методичної, фізкультурно-спортивної, управлінської, виховної, соціально-педагогічної, оздоровчо-рекреаційної, корекційно-розвиваючої, культурно-просвітницької роботи [197].

На думку дослідників В. І. Маслова та Н. М. Зволинської, спеціальність у сфері фізичної культури та спорту – це «сукупність знань про фізичну культуру і людину, яка займається фізкультурно-спортивною діяльністю; досвід емоційно-ціннісних відношень; моральних норм; умінь передавати цінності фізичної культури, сукупність, достатню для продуктивного суспільного носія спортивного досвіду (фахівця) з іншою людиною (що навчається) з метою гармонізації її природних фізичних даних» [154, 310].

Традиційно, як вважають В. І. Маслов, Н. М. Зволинська, терміном кваліфікація у вищій освіті позначається окрема професія [154, 310]. Значно ширше подається трактування поняття «кваліфікація» в енциклопедії «Педагогіка» (за ред. Є. С. Рапацевича) [230]. Зокрема, під данним терміном автори розуміють:

- 1) рівень розвитку здібностей працівника, який дозволяє йому виконувати трудові функції певного ступеня складності у конкретному виді діяльності, рівень професійної готовності до певного виду праці;
- 2) професія, спеціальність.

Л. П. Сущенко пропонує використовувати з вищеобґрунтованими і термін «професійна кваліфікація», на якому базується його традиційне розуміння – конкретизацію професії, спеціальності [278, 310].

На думку Ю. П. Нагірного, кваліфікація є «комплексною характеристикою якості праці фахівця, що обумовлюється його освітнім рівнем і фаховою підготовкою за певною спеціальністю» [184, 310]. Кваліфікація випускників закладів вищої освіти, засвідчена дипломами про вищу професійну освіту, забезпечує їм можливість здійснення різних видів професійної діяльності, визначених державним освітнім стандартом вищої професійної освіти в частині державних вимог до мінімуму освіти і рівня підготовки випускників [310].

Освітньо-кваліфікаційний рівень вищої освіти характеризує ступінь сформованості особистості, системи знань, умінь і навичок, який забезпечує здатність особи до фахової діяльності відповідного рівня [184, 310].

Зважаючи на це, майбутній фахівець з фізичної культури – це особистість, яка цілеспрямовано навчається у спеціалізованих закладах вищої освіти в процесі спеціально організованої освітньої діяльності, спрямованої на підготовку до подальшої професійної діяльності [310].

У результаті такої підготовки сучасний фахівець з фізичної культури і спорту повинен знати [310]:

- зміст традиційних та інноваційних технологій у галузі фізичної культури і спорту;
- форми, методи і принципи організації традиційного та інноваційного навчання;
- медико-біологічні, психолого-педагогічні, соціокультурні основи традиційних та інноваційних технологій у галузі фізичної культури і спорту;
- уміти:
  - планувати, організовувати і проводити заняття з використанням традиційних та інноваційних технологій;
  - застосовувати на заняттях сучасні засоби і методи фізичного виховання, адекватні змісту застосовуваних технологій;
  - оцінювати ефективність використовуваних технологій і контролювати якість освітнього процесу;
  - аналізувати й коректувати свою професійну діяльність; організовувати і проводити наукові дослідження у сфері професійної діяльності [152, 309, 310].

Навчальна дисципліна «Спортивно-педагогічне удосконалення» (СПУ) посідає вагомe місце серед дисциплін, покликаних забезпечи-

ти якісну підготовку студентів до майбутніх професійних обов'язків, а саме, надає можливість оволодіти професійно-педагогічними знаннями, уміннями та навичками, необхідних у педагогічній і тренерській діяльності [134].

Метою дисципліни «Спортивно-педагогічне удосконалення» є формування у студентів цілісної уяви про професійну діяльність спеціаліста у сфері фізичного виховання і спорту, використання теоретичних знань, навичок, вмінь у процесі педагогічної діяльності в галузі фізичної культури і спорту [134].

Предметом дисципліни є розкриття технології праці викладача фізичної культури і тренера з обраного виду спорту, знання, вміння та навички, необхідні майбутньому спортивному педагогу [134].

Вивчення дисципліни «Спортивно-педагогічне удосконалення» пов'язане з програмами таких навчальних дисциплін, як теорія і методика фізичного виховання, основи теорії і методики спортивного тренування, біомеханіка, теорія і методика спортивної підготовки, фізіологія людини, педагогіка і психологія фізичного виховання, олімпійський і професійний спорт тощо [134].

Основними завданнями вивчення дисципліни «Спортивно-педагогічне удосконалення» є:

сформувати у студентів належний рівень професійної готовності, що є основним критерієм професійної підготовки;

сприяти формуванню у студентів професійного мислення, відповідних знань, умінь та навичок викладання дисципліни спеціалізації;

формування знань, професійних умінь та навичок, необхідних майбутньому спортивному педагогу;

формування основних педагогічних здібностей, необхідних для проведення занять з обраного виду спорту;

формування у студентів необхідних знань, умінь і навичок, необхідних для організації та проведення змагань в обраному виді спорту;

формування у студентів необхідних знань, умінь і навичок, необхідних для роботи з документацією, яка використовується в освітньому, навчально-тренувальному та змагальному процесах; підвищення рівня спортивної майстерності [134].

У процесі вивчення дисципліни розглядаються питання, що спрямовані на вивчення основних понять предмету «Спортивно-педагогічне

удосконалення», характеристики педагогічної діяльності тренера, педагогічних здібностей, функцій та змісту професійної діяльності тренера, психолого-педагогічної характеристики діяльності тренера-викладача, професійно-педагогічної етики та професійного самовиховання спортивного педагога, а також питання, що стосуються основ організації та проведення занять в обраному виді спорту, змагальної діяльності та напрямів підготовки спортсменів, особливостей підготовки спортсменів різного віку та кваліфікації, суддівства, організації і проведення змагань тощо [134].

Вивчення дисципліни СПУ ґрунтується на основі навчання студентів тому, що повинен виконувати педагог з фізичної культури (тренер з виду спорту) на різних етапах навчання програмного матеріалу, при проведенні тренувальних занять, підготовці і проведенні змагань, масових фізкультурно-оздоровчих і спортивних заходів тощо [134].

При викладанні дисципліни акцентується увага на ознайомленні студентів зі змістом роботи педагога з фізичної культури (тренера) як професіонала високого рівня, організатора, керівника діяльністю шкільного, студентського, спортивного колективу; визначити обов'язки того, хто навчається (учень, студент, спортсмен), з метою успішного оволодіння руховою дією, спортивною технікою і тактикою, залучитися до самостійних занять тощо [134].

Майбутній педагог (тренер) повинен на високому професійному рівні знати структуру і специфіку власної педагогічної діяльності у процесі вирішення завдань фізичного виховання і спортивної підготовки [134].

Концептуальними передумовами підготовки висококваліфікованих вчителів фізичної культури є поєднання освітньої, спортивної та науково-дослідної діяльності студентів, кожна з яких обумовлена необхідністю забезпечення належного рівня оволодіння знаннями та уміннями в обраному виді спортивно-педагогічного удосконалення.

При цьому професійна готовність майбутнього фахівця забезпечується відповідними якостями, поєднуючи оволодіння відповідною системою знань, умінь, навичок, потреб, мотивів і здібностей [80]. З огляду на це, спортивно-педагогічна діяльність розглядається як інтегруючий напрямок підготовки майбутнього вчителя фізичної культури.

Відокремлюючи спортивну діяльність як одну з головних у підготовці майбутнього педагога, необхідно зазначити, що її основним

завданням є: підвищення моторної щільності з метою набуття належного рівня локомоційного досвіду та психофізіологічної готовності до навантажень різної спрямованості; підвищення рівня спортивної майстерності, яке безпосередньо впливає на формування педагогічного професіоналізму [291].

Однією з актуальних проблем науково-педагогічних досліджень є формування функціональної готовності майбутнього вчителя фізичної культури у процесі спортивно-педагогічного удосконалення, який здатен успішно проектувати, конструювати і перетворювати окремі складові цієї діяльності, раціонально розробляти, моделювати засоби педагогічного впливу та ефективно застосовувати їх в практиці. Успішність реалізації окресленої проблеми у вищій школі при підготовці фахівців з фізичної культури визначається раціональним керуванням, спрямованістю, стратегією, змістом і технологією процесу навчання і виховання [225].

В сучасній теорії і практиці фізичного виховання та спорту, спортивній педагогіці одним з основних напрямків підготовки майбутніх фахівців є забезпечення належного управління спортивно-педагогічним удосконаленням на основі об'єктивізації знань про структуру діяльності і різних сторін їх спеціальної фізичної підготовленості [186, 201]. Застосування сучасних методів діагностики функціонального стану організму студентів-спортсменів дозволяє створити необхідні умови для раціонального управління їх спеціальною працездатністю і адаптаційними процесами організму під дією фізичних навантажень різної спрямованості та модальності.

Спортивно-педагогічне удосконалення, як і спортивне тренування, фізичне виховання та фізичну культуру можна розглядати як складнокоординовану динамічну систему, в якій керуючою системою є викладач / вчитель / тренер, а керованою – студент / учень / спортсмен, що, цілком зрозуміло, обумовлює похідні параметри для раціонального керування самою діяльністю. При цьому, під керуванням розглядається процес переходу складної динамічної системи з одного стану в інший під впливом на його похідні, головним завданням якого є організація системи і адаптація її до визначеного стану через добір найбільш ефективних дієвих засобів і методів [28].

Дане положення, з точки зору керування процесом спортивно-педагогічного удосконалення, поширюється на всі складові його підсисте-

ми, до яких належить і підсистема керування функціональними можливостями організму.

Раціоналізація ефективності керування процесом спортивно-педагогічного удосконалення в умовах спеціалізованого закладу вищої освіти закладу, зокрема факультету/інституту фізичного виховання, який забезпечує підготовку фахівців педагогічних спеціальностей, можлива за умов об'єктивної оцінки всіх аспектів функціонального стану систем організму студентів як в базальних умовах, так і під дією відповідних чинників, розробка моделей перспективного стану, програми педагогічного впливу і гіпотетичних змін, що можуть виникнути внаслідок застосування на розглянуті компоненти [212, 214, 218, 221].

Визначення особливостей реагування функціональних систем організму на зовнішні чинники середовища, до яких відносяться фізичні навантаження різної спрямованості, розробка модельних характеристик і системи оцінки спеціальної підготовленості студентів в обраному виді спортивно-педагогічної діяльності, є одним з найважливіших аспектів, що забезпечуватиме підвищення ефективності педагогічного процесу.

При цьому серед чинників, що впливають на успішність спортивно-педагогічної діяльності, домінуючими є функціональний стан киснево-транспортної системи, потужність та економічність виконуваної роботи, швидкість реституції після виконання того або іншого фізичного навантаження.

Виходячи з цього, метою керування освітнім процесом спортивно-педагогічного удосконалення студентів в навчальних закладах різного профілю та рівня акредитації є підвищення загальної та спеціальної фізичної працездатності, необхідної для успішної реалізації можливостей організму студента для досягнення коротко- та довготермінового запланованого результату [213, 224].

Як зазначає Ю. Д. Железняк, до професійних обов'язків вчителя фізичної культури слід віднести симбіоз відповідних знань, вмінь, навичок і творчої активності, що забезпечать успішність його діяльності [197]. Оскільки, діяльність, як вчителя фізичної культури, так і тренера, має різноспрямований характер, її розподіл на виконання окремих функцій є умовним, зокрема, культурне виховання учня/спортсмена, навчально-тренувальну, організаторську та інші функції достатньо складно відокремити.

Головною передумовою успішної педагогічної діяльності вчителя фізичної культури є наявність педагогічних здібностей, зокрема: перцептивні, конструктивні, дидактичні, експресивні, академічні, організа-торські, комунікативні.

**Перцептивні здібності** відокремлюють педагогічну спостережливість, що, на наш погляд, об'єднує розуміння психологічного стану учня, тенденції змін його характеру, особливості темпераменту і можливість їх реалізації у процесі навчання і виховання, визначення його інтересів і схильностей, прихильностей, авторитетних для нього осіб і застосовувати їх вплив у педагогічному процесі. Педагогічно спрямовані дії дозволяють відокремлювати чинники, значущі для роботи з учнями, за кожним вчинком і дією, визначати педагогічну ситуацію з ретельним аналізом та відповідними висновками.

**Конструктивні здібності** дозволяють успішно проектувати і формувати риси характеру окремих учнів та колективу у цілому. Це дозволяє вчителю передбачати результативність педагогічної діяльності, поведінку вихованця в різних педагогічних ситуаціях. Конструктивні здібності допомагають аналізувати педагогічні ситуації і обирати оптимальне рішення в окремому випадку, засоби впливу на особистість учня і колектив.

**Дидактичні здібності** дозволяють зрозуміло пояснювати навчальний матеріал, передавати, відповідним чином конструюючи його, адаптуючи до статево-вікових і особистісних особливостей особистості вихованців, стимулювати їх самостійну думку, мобілізувати увагу, уникати нервово-психічну втому, млявість і апатію на заняттях. Здібності дозволяють вчителю постійно удосконалювати методи викладання окремих тем, реалізовувати творчий потенціал у педагогічній діяльності.

**Експресивні здібності** проявляються у найбільш ефективних, з педагогічної точки зору, вміннях висловлювати власні думки, відтворювати і систематизувати знання, переконання, почуття за допомогою мови, міміки і пантоміми. Мова вчителя повинна відрізнятись експресією, переконливістю. Особливе значення мають культура мови, виразність дикції, емоційність, чітка побудова фраз, відсутність стилістичних і граматичних помилок, вміння говорити експромтом. Вчитель повинен урізноманітнювати мовлення гумором, жартом, доброзичливою іронією тощо.

**Комунікативні здібності** дозволяють вчителю встановлювати з вихованцями сприятливі взаємовідносини. Комунікативність вчителя проявляється у його педагогічному такті, умінні уникати конфліктів з учнями і в колективі. У комунікативних здібностях особливе значення має емпатія (розуміння відносин, почуттів, психічних станів іншої особи у формі співпереживання). Комунікативні здібності проявляються у спілкуванні з учнями і учасниками навчально-виховного процесу, що забезпечують педагогічний процес.

**Організаторські здібності** вчителя/тренера проявляються в організації життя і побуту учнів, їх навчанні, праці, відпочинку, у встановленні внутрішньокolleктивних зв'язків і відносин, при проведенні різноманітних заходів. Їх метою є здатність оцінювати обставини, приймати рішення і досягати їх реалізації. Організаторські здібності залежать від цілого комплексу особистісних якостей вчителя/тренера (швидкості і гнучкості мислення, рішучості, витримки, наполегливості, вимогливості, почуття відповідальності за виховання дітей та підлітків тощо).

**Академічні здібності**, або здібності до наукової діяльності, узагальнення особистого і ретроспективного наукового досвіду необхідні педагогу для постійного удосконалення у галузі споріднених наук, що обумовлюють успішність педагогічної діяльності (психології, педагогіки, теорії і методики фізичного виховання, фізіології людини, спортивної фізіології, спортивної медицині тощо), впровадження в свою діяльність науково-дослідницької роботи.

Дана класифікація обумовлює диференціацію наступних функцій: комунікативних, організаторських, гностичних.

**Комунікативні функції.** Вчитель повинен знати своїх вихованців, їх пізнавальні інтереси, здібності, тип темпераменту, ставлення батьків до занять фізичною культурою і спортом їх дітей; вміти знаходити з вихованцями спільну мову, проводити спеціальні бесіди щодо морально-етичних норм, підтримувати зв'язок з сім'ями вихованців, проводити культурно-масову роботу.

**Організаторські функції** диференціюються за наступними напрямками: функції відбору, навчально-тренувальні функції, функції планування, контролю за навчально-тренувальним процесом, суддівські.

**Функції відбору** включають в себе знання основних закономірностей розвитку організму дитини, зокрема морфологічних, фізіологічних,



психічних, рухових; модельних характеристик осіб, що займаються фізичною культурою і спортом; принципів, засобів, форм і методів відбору; початкової спортивної спеціалізації.

Виходячи з цього, вчитель повинен вміти: прогнозувати і передбачати досягнення вихованців; здійснювати набір здібних учнів у секції за видом спорту; проводити відбір в навчально-тренувальні групи, групи спортивного удосконалення; реалізовувати засоби і методи відбору.

*Навчально-тренувальні функції* детермінують у вчителя знання про принципи, засоби, форми і методи навчання та вміння їх реалізовувати у навчально-виховному процесі; спеціальної термінології; вміння визначити спеціальні рухові, психічні та морфофункціональні здібності учня, його риси характеру, інтелектуальний рівень, ступінь розвитку творчого мислення.

*Ефективність функцій планування* визначає знання і прогнозування гіпотетичної мети підготовки, мети і завдань її етапів та періодів, добір оптимальних засобів і методів розвитку та удосконалення функцій організму учня.

*Функції контролю* за навчально-виховним та тренувальним процесом передбачає знання і коректне застосування засобів і методів управління і контролю у фізичному вихованні та спорті.

Під *суддівською функцією* розглядається знання правил змагань і виконання суддівських обов'язків на змаганнях.

*Науково-дослідна функція* передбачає знання і коректне застосування засобів і методів наукового дослідження; обробку, аналіз і інтерпретацію отриманих результатів.

*Гностичні функції* об'єднують педагогічні здібності, які визначаються його особистісними якостями і сукупністю знань, умінь і навичок.

## **1.2. Спортивно-педагогічне удосконалення у забезпеченні професійної готовності майбутнього вчителя фізичної культури**

Модельні показники і вимоги принципово змінюють підходи до визначення змісту навчання та освіти як інтегрованого результату взаємодії викладачів і студентів на предметній основі професійної підготовки. Від «навчання дисципліни», яке призводить до неструктурованої освіти, здійснюється перехід до навчання на основі системного підходу, до інте-

грації змісту навчання, яке забезпечує цілісне утворення, що характеризує структуру професії і діяльності педагога з фізичної культури і спорту.

Соціальне замовлення і модель фахівця визначають структуру та зміст процесу підготовки майбутніх педагогів з фізичної культури, тренерів зі спорту на факультетах фізичної культури, набір дисциплін навчального плану, зміст навчальних програм з цих дисциплін, всю технологію професійної підготовки.

Діяльність тренера з виду спорту пред'являє до людини ряд професійних вимог, ступінь відповідності яких визначає рівень професіоналізму. Слід зазначити, що видатний спортсмен необов'язково стане видатним тренером, якщо займеться тренерською діяльністю. Справа в тому, що у спортсмена свої основи найвищого професіоналізму, у тренера - свої. Однаково це можна віднести і до професії педагога з фізичної культури, де є своя специфіка. Не всякий, навіть дуже хороший тренер, з окремого виду спорту може успішно працювати викладачем фізичної культури у освітньому закладі. І навпаки, не завжди хороший викладач фізичної культури зможе успішно працювати тренером з окремого виду спорту.

Центральне місце у навчальному плані підготовки педагога з фізичної культури займають дисципліни предметної підготовки, від якості освоєння яких істотно залежить становлення професіоналізму на цьому етапі. При цьому, важливе значення набуває інтеграція цих дисциплін у систему з орієнтацією на цілісну професійну діяльність. Кожна окрема дисципліна і весь цикл базових та нових фізкультурно-спортивних дисциплін повинні бути в якості засобу досягнення певної мети, дозволити студентам оволодіти теоретичними і практичними знаннями, вміннями та навичками в галузі фізичного виховання і спорту, з метою забезпечення успішності їх професійної діяльності у майбутньому.

Відмітна особливість СПУ полягає у тому, що вона напряму пов'язана, з одного боку, теорією і методикою фізичного виховання (ТіМФВ), а з іншого - з базовими спортивно-педагогічними дисциплінами, оскільки на їх предметній основі вирішуються теоретико-методичні і практичні питання формування професійних умінь педагога з фізичної культури. Ця особливість дисципліни розглядається як своєрідна модель для базових і альтернативних фізкультурно-спортивних видів за їх поступовістю вивчення у процесі цілісного формування майбутньої професійної діяльності майбутнього вчителя фізичної культури [84, 197].

Разом з тим, при розробці і впровадженні нових підходів необхідно враховувати лімітуючі фактори, що обмежують рівень фахової підготовки фахівця, зокрема:

перший - спортивний аспект мотивації вступників до ЗВО, що розглядають навчання в ньому як продовження спортивних занять, зокрема, у загальноосвітній або спортивній школі, як крок до досягнення успіхів у спортивній кар'єрі;

другий - превалювання практичної, рухової (спортивної) підготовки, спеціальних (спортивно-педагогічних) дисциплін. В результаті цього цілісна професійна підготовленість фахівця може бути видозмінена простим оволодінням тільки спортивно-педагогічними дисциплінами з рецесією теоретичної і практичної підготовки з інших дисциплін фахової підготовки;

третій - недостатня увага, що приділяється формуванню професійних умінь у процесі навчання студентів руховим діям, відсутність інтегруючого фактора, який детермінує цілісну фахову підготовку.

Становлення професіоналізму майбутнього вчителя фізичної культури істотно залежить від системної інтеграції дисциплін, перш за все профілюючих, з орієнтацією на цілісну професійну діяльність, де окрема дисципліна повинна бути засобом досягнення цієї мети. На жаль, у переважній більшості кожна дисципліна, скоріше, виступає в якості мети, що знижує ефективність роботи.

Своєрідним полігоном для інтеграції кафедр в єдиному підході щодо формування у студентів цілісної моделі майбутньої професійної діяльності можуть бути теоретико-методичні основи навчання рухових дій і розвитку фізичних якостей.

Процес навчання руховим діям має загальну структуру як для окремих рухових навичок, так і для різного контингенту учнів. Дана передумова відноситься і до студентів факультетів та інститутів фізичної культури педагогічних ЗВО, які оволодівають системою рухових навичок зі спортивно-педагогічних дисциплін.

Детальний аналіз структури навчання дозволяє отримати важливу інформацію щодо теорії навчання руховим діям і розвитку фізичних якостей, про конкретну практику навчання на прикладі базового (образного студентом для СПУ) виду спорту.

З точки зору розглянутої проблеми це є першим рівнем - базовим, і

всі теоретико-практичні напрацювання у будь-якій галузі фізичного виховання і спорту мають загальне позитивне значення. Але вже на цьому рівні відокремлюються специфічні особливості навчання:

а) звичайної людини (наприклад, учнівської молоді);

б) майбутнього спортсмена з орієнтацією на спорт вищих досягнень (олімпійський, професійний);

в) майбутнього фахівця з фізичної культури і спорту (педагога, викладача, тренера тощо).

Другий рівень - *удосконалення* - характерний для учнів, зокрема, у оздоровчому аспекті, побуті тощо. Тим, хто освоює будь-які професії, допомагає це робити успішніше, тим, хто вже працює, - ефективніше реалізовувати трудову діяльність. Для спортсменів-професіоналів - забезпечення високого рівня майстерності і конкурентоспроможності, від чого залежать високі спортивні результати і отримання відповідних матеріальних благ. Для фахівців з фізичної культури і спорту оптимальний рівень рухової підготовленості є компонентом професійної діяльності, тому оволодіння арсеналом рухових дій на належному рівні обумовлює успішність професійної діяльності, який дає можливість фахівцю повною мірою реалізувати свою професійну діяльність, успішність якої не обмежується рівнем рухового компоненту.

Третій рівень - *технологія навчання* руховим діям є необхідною умовою для фахівців з фізичної культури та спорту, основне завдання якого - вміти засвоювати рухові дії, поєднуючи з оволодінням технології їх навчання, що відображається і на процесі навчання рухової дії. Даний аспект, на нашу думку, в освітній практиці студентів розглянутий недостатньо.

Технологія навчання професійної діяльності полягає у тому, що в процесі теоретичних занять викладаються теоретико-методичні положення навчання руховим діям і розвитку фізичних якостей, визначаються шляхи практичної реалізації отриманих знань на матеріалі обраного студентами виду спорту. У процесі практичних занять формуються рухові вміння і навички, реалізовується розвиток фізичних якостей та засвоєння спеціальних знань.

Разом з тим, для майбутніх вчителів фізичної культури кінцевою метою є не досконале оволодіння учнями руховим діям, а лише етап у їх професійній підготовці, засіб для досягнення основної мети - оволо-

діння професійними навичками. Отримана інформація має важливе пізнавальне значення для студентів, для їх професійного удосконалення.

### **1.3. Організація освітнього процесу зі спортивно-педагогічного удосконалення**

Вивчення предмету СПУ має особливості, що відрізняє її від інших дисциплін навчального плану, зокрема [85, 197]:

- навчальні групи формуються у відповідності до спортивної спеціалізації і кваліфікації, що дозволяє уникнути зайвих витрат часу на початкове засвоєння основ виду спорту;

- курс СПУ вивчається протягом навчання у навчальному закладі, що створює сприятливі умови для поєднання отриманих студентами в процесі професійної підготовки знань і навичок з теоретичним та практичним курсом споріднених дисциплін;

- студент має можливість підвищити рівень спортивної підготовленості з обраного виду спорту;

- з навчальною групою СПУ з першого до останнього курсів працює, як правило, один або група викладачів.

Дисципліна реалізується у формі лекцій, семінарських, лабораторних, практичних, оглядово-методичних занять, навчальної практики, індивідуальних, самостійних занять студентів. Вона напряму пов'язана з практичною підготовкою студентів у школі, літніх оздоровчих і спортивних таборах, дитячо-юнацьких спортивних школах, за місцем проживання учнів [85, 197].

На лекціях студенти ознайомлюються з сутністю виду спорту, особливостями діяльності педагога з фізичної культури і спорту, теорією і методикою навчання руховим навичкам, розглядається система спортивної підготовки, тренування, змагань тощо.

На семінарських заняттях здійснюється поглиблення і контроль за засвоєнням знань з основних питань дисципліни СПУ.

На практичних заняттях студенти набувають навичок тренувальної і змагальної діяльності. При проведенні тренувальних занять, головним завданням яких є підвищення рівня розвитку фізичних якостей, оволодіння і удосконалення техніко-тактичної майстерності. Змагання проводяться з фізичної і техніко-тактичної підготовки у відповідності до спортивної спеціалізації. Студент виконує «обов'язки» учня, ознайом-

люється з процесами, що відбуваються в організмі учня під час навчання; ознайомлюється з технологією навчання, що використовує вчитель, викладач, тренер; опановує елементи педагогічної майстерності, професійні вміння і навички викладача, тренера; вивчає та оволодіває методологією наукових досліджень, педагогічного контролю, самостійної роботи [85, 197].

Частина лекційного матеріалу використовується для оглядово-методичних занять, метою яких є формування у студентів логічної системи знань, умінь і навичок з обраного виду спорту, особливостей занять з учнями різного віку, статі, фізичного стану та підготовленості, типу темпераменту, особливостей викладання фізичної культури в умовах навчальних закладів та установах різного рівня акредитації [85, 197].

У процесі педагогічної практики у студентів формуються вміння і навички самостійного виконання елементів педагогічної, викладацької та тренерської майстерності, метою якої є удосконалення передбачених програмою професійно-педагогічних умінь і навичок [85, 197].

Індивідуальні заняття з викладачем проводяться у відповідності до окремого графіка, як правило у позааудиторний час.

Курсова робота є науково-методичним завданням, що виконується на підставі вивчення наукової і науково-методичної літератури з окремого питання, застосування методів аналізу і синтезу результатів дослідження та узагальнення отриманих даних. У подальшому може бути основою для виконання випускної кваліфікаційної роботи [85, 197].

Сутність самостійної роботи студентів полягає у вивченні і реферуванні літературних джерел, вивченні та узагальненні документації з планування (індивідуальні плани, щоденники самоспостереження тощо), проведення спортивно-педагогічних спостережень, виконання домашніх завдань з теорії і практики фізичної, функціональної та техніко-тактичної підготовки, проведення досліджень з курсової, випускової кваліфікаційної роботи, участь у змаганнях та їх суддівство [85, 197].

Контроль успішності з дисципліни здійснюється у формі семестрових заліків і підсумкового іспиту, як правило в останньому семестрі навчання, згідно термінів, передбачених навчальним планом. Форму, зміст, кількісні і якісні показники залікових вимог встановлює відповідна кафедра, що розглядається та затверджується на вченій раді факультету фізичного виховання для кожного року навчання згідно освітньо-квалі-

фікаційної характеристики, освітньо-професійної програми та навчальної програми з дисципліни [85, 197].

Робота з дисципліни СПУ ґрунтується на набуття студентами знань, вмінь та навичок роботи вчителя з фізичної культури на різних етапах засвоєнням програмного матеріалу, при проведенні тренувальних занять, підготовці і проведенні змагань, масових фізкультурно-оздоровчих і спортивних заходів тощо. Зосереджується увага на змісті і формах роботи вчителя з фізичної культури як організатора, керівника учнівського, студентського, спортивного колективу тощо. Майбутній вчитель повинен на високому професійному рівні знати структуру і специфіку педагогічної діяльності у процесі реалізації завдань, що постають у процесі фізичного виховання і спортивної підготовки з особами різного віку та статі, знати зміст, форми і особливості навчальної, навчально-виховної та рекреаційної діяльності учнівської молоді [85, 197].

Викладання дисципліни СПУ пов'язано з певними складнощами організаційного характеру, зокрема, заняття проводяться у позааудиторний час, оскільки групи формуються зі студентів різних груп та курсів, рівня підготовленості та спортивної кваліфікації. Крім того, до даних груп включено студентів, що складають основний склад Національних збірних команд з видів спорту або її резерву, які працюють згідно індивідуального графіка у зв'язку з перебуванням на навчально-тренувальних зборах або змаганнях [85, 197].

## РОЗДІЛ 2

### СПОРТ ЯК ОСНОВА ЗМІСТУ ДИСЦИПЛІНИ «СПОРТИВНО-ПЕДАГОГІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ»

#### 2.1. Спорт, його роль і організація в суспільстві

Спорт є історично сформованою людською діяльністю, основою якої є змагання, формою діяльності - призери, спортивні результати і досягнення. Спорт інтегрований у структуру сучасного суспільства в якості її елементів: міжнародні консолідації з питань спорту, міжнародні федерації з видів спорту, технічних видів спорту, міжнародні туристські організації. Окремі питання розвитку спорту обговорюються на сесіях ООН, парламентами держав, знаходять відображення у конституціях країн, програмах політичних партій; управління спортом забезпечується на державному рівні [85, 197].

У спортивній діяльності відокремлюють базову частину (змагання) і спеціальні служби, що забезпечують їх ефективне функціонування. Змагання задає мету, забезпечує цілісну діяльність служб. На даному підґрунті базується функціональна структура спорту, в якій відокремлюють: спортивні змагання і їх забезпечення (правила, положення, календарі змагань, судді, організатори); тренування; відбір спортсменів та підготовка резервів; науково-методичне і матеріально-технічне забезпечення; підготовка спеціальних кадрів; організація і управління процесом функціонування змагання і служб щодо його забезпечення.

Громадська роль спорту обумовлює його функції, а саме: змагальна, виховна, підвищення рухової активності населення, пізнавальна, піднесення престижу і зміцнення миру, видовишна, економічна [85, 197].

*Змагальна функція* є провідною і обумовлює реєстрацію спортивних результатів, виявлення переможців, ранжування місць, дозволяє визначити рівень спортивної підготовленості (кваліфікації), дозволяє удосконалити методику системи підготовки спортсменів до змагальної діяльності, виявлення резервних можливостей людини в екстремальних умовах функціонування організму, встановлення зв'язку з різновидами діяльності в суспільстві (трудовою, навчальною, ігровою).

*Виховна функція* забезпечує, з одного боку, удосконалення ефективності тренувальної і змагальної діяльності спортсменів, з іншого -



сприяє всебічному вихованню соціально активної особистості. Однак, спортивна діяльність сама по собі бажаного виховного ефекту не забезпечує, зокрема спорт може впливати як позитивно, так і негативно. Спрямованість виховного впливу спорту залежить перш за все від соціально-економічного розвитку суспільства, його соціальної структури.

**Функція підвищення фізичної активності** сприяє підготовці до соціально значимих видів діяльності і спрямована на всебічний розвиток людини, удосконалення його фізичних і психічних здібностей, розширення життєво важливих рухових умінь, підвищення їх надійності у складних умовах, сприяння підготовці дітей та молоді до різновидів; підвищення рівня фізичної активності, що обумовлює зміцнення здоров'я, забезпечення активного відпочинку, формування здорового способу життя, естетичних поглядів, уподобань у галузі фізичної активності (рекреаційно-оздоровчі аспекти).

**Пізнавальна функція** передбачає використання спортивної діяльності в якості моделі для вивчення максимальних можливостей людського організму при фізичних і психічних навантаженнях в екстремальних умовах, розширює можливості для розвитку пізнавальних здібностей.

**Функція зміцнення миру**, встановлення взаєморозуміння між країнами і народами забезпечується взаємоповагою до інших народів та рас у відповідності до принципів Олімпізму, зокрема: спорт повинен бути засобом гармонійного розвитку людини для створення мирного суспільства, яке зацікавлене в збереженні людської гідності.

**Видовищна функція** задовольняє прагнення значної кількості людей відвідувати спортивні змагання, показові виступи провідних спортсменів. Завданнями цієї функції є залучення людей до спортивних видовищ, проведення просвітницької роботи з галузі спорту, зацікавленість до регулярних занять фізичними вправами, впровадження занять фізичною культурою у спосіб життя людей, використання спортивних заходів в інтересах суспільства.

**Економічна функція** полягає у забезпеченні матеріальними ресурсами розвитку спорту країни. В багатьох розвинутих країнах джерелами надходжень від економічної діяльності є: доходи від спортивних лотерей, проведення спортивних заходів, від промислової, видавничої, наукової діяльності, рекламних послуг, виїзду спортсменів, тренерів, фахівців зі спорту за кордон, залучення рекламодавців в якості спонсорів.

**Функція піднесення престижу** полягає у тому, що успіхи в розвитку спорту використовуються для підвищення престижу країни, області, району, міста, клубу, навчального або освітнього закладу.

Організація спорту здійснюється на міжнародному, регіональному та національному рівнях. На міжнародному рівні налічується понад 40 фізкультурно-спортивних об'єднань, в тому числі: Комісія з фізичного виховання і спорту при ЮНЕСКО; Міжнародна рада фізичного виховання і спорту; Міжнародний олімпійський комітет і олімпійський конгрес (парламент олімпійського руху, проводиться раз на 4 роки); Асамблея національних олімпійських комітетів; Генеральна асоціація міжнародних спортивних федерацій; Трестороння комісія з представників МОК, АНОК, ГАІСФ; міжнародні об'єднання за видами спорту (їх близько 160); міжнародні об'єднання з наукових досліджень в спорті. На рівні регіональних об'єднань - Асоціація національних олімпійських комітетів Європи; Вища рада спорту Африки; Спортивна організація країн Центральної Америки і Карибського моря; Федерація азійських ігор тощо.

Важливими організаторськими факторами в спорті є правила, положення, календарі змагань та класифікаційні системи.

## 2.2. Типи і види спорту

Тип спорту визначається характером змагань, змістом підготовки спортсменів, ієрархією функцій, діяльністю і його організацією, управління, розвитку, об'єднує види, для яких характерний загальний комплекс змагальних дій і умов змагальної діяльності [85, 197].

Специфіку спорту характеризує система спортивних змагань з регламентацією змагальних дій і уніфікацією способів оцінки досягнень. На думку Л. П. Матвеева, спортивним результатом є показник реалізації можливостей спортсмена або команди, який оцінюється за встановленим у спорті критерієм і є кількісним виразом підсумків змагальної діяльності [155, 294, 85, 197].

Спортивні змагання розрізняються за ознакою *предметної основи* змагальної діяльності. Кожен вид спорту містить тільки йому притаманні способи ведення змагальної боротьби, правила змагань. Всі функції спорту реалізуються через окремі його види.

В редакції Л. П. Матвеева, та переглянутого В. М. Платоновим класифікація видів спорту ґрунтується в залежності від **особливостей гре-**

нувальної та змагальної діяльності спортсменів, які відокремлюються за шістьма групами [85, 156, 197, 200].

*Перша* - атлетичні види спорту, пов'язані з гранично активною руховою діяльністю спортсмена (легка і важка атлетика, веслування академічне, веслування на байдарках і каное, спортивна та художня гімнастика, різновиди спортивних ігор і єдиноборств тощо).

*Друга* - види спорту, в яких рухова діяльність спортсмена спрямована на управління засобами пересування (автомобілем, літаком, мотоциклом, яхтою тощо).

*Третя* - види спорту з використанням спеціальної спортивної зброї (гвинтівка, лук тощо).

*Четверта* - види спорту, що поєднують спортивну та конструкторську діяльність (авіа- і судномодельовання тощо).

*П'ята* - види спорту, пов'язані з пересуванням по місцевості (туризм, альпінізм тощо).

*Шоста* - види спорту, в яких діяльність спортсмена має характер абстрактно-композиційного мислення (шахи, шашки тощо)

Однак, як зазначає В. М. Платонов, ця класифікація є неприйнятною для олімпійського спорту, оскільки у відповідності до Олімпійської хартії деякі види спорту з наведених груп не можуть бути представлені в програмах Олімпійських ігор і є такими, що не відповідають основним критеріям, які висуваються до олімпійських видів спорту. Це в основному види спорту, дисципліни або види змагань, в яких результати головним чином залежать від механічної рушійної сили, тому так звані технічні види спорту, що входять у другу і четверту групи (автомобільний спорт, водномоторний спорт, дельтопланерний спорт, авіаспорт, мотоспорт, автомобільний спорт, судномодельний спорт тощо), не можуть бути включені в програми Олімпійських ігор. Не входять до програми Олімпійських ігор і види спорту п'ятої та шостої груп [201].

Спортивні змагання та дисципліни, що становлять зміст програм Ігор Олімпіад та зимових Олімпійських ігор, прийнято відокремлювати за іншим принципом. Зокрема, найбільш поширеною є класифікація, яка відображає **специфіку рухів**, а також структуру змагальної і тренувальної діяльності, характерну для різних видів спорту [201].

Ця класифікація включає наступні види спорту і спортивні дисципліни:

- **циклічні** - бігові дисципліни легкої атлетики, плавання, веслування академічне, веслування на байдарках і каное, велосипедний спорт, швидкісний біг на ковзанах, шорт-трек, лижні перегони;

- **швидкісно-силові** - важка атлетика; стрибки у довжину, висоту; метання молота, диска, списа; стрибки на лижах з трампліна;

- **складнокоординаційні** - гімнастика спортивна, гімнастика художня, стрибки у воду, стрибки на батуті, стрільба стендова, стрільба кульова, стрільба з лука, синхронне плавання, вітрильний спорт, веслувальний слалом, кінний спорт, фігурне катання на ковзанах, фрістайл, бобслей, гірськолижний спорт, санный спорт, сноубординг, скелетон;

- **єдиноборства** - бокс, фехтування, боротьба вільна, боротьба греко-римська, дзюдо, тхеквондо;

- **спортивні ігри** - баскетбол, бадмінтон, бейсбол, софтбол, волейбол, гандбол, футбол, водне поло, хокей на льоду, хокей на траві, теніс настільний, теніс, волейбол пляжний, керлінг;

- **багатоборства і комбіновані види** - сучасне п'ятиборство, легкоатлетичні десятиборства і семиборства, триатлон, кінне триборство, лижне двоборство, біатлон.

Крім того, олімпійські види спорту розрізняються за класифікацією, що ґрунтується на аналізі **структури рухових дій** [201]. У відповідності до класифікації, відокремлюються види спорту з циклічною, ациклічною і комбінованою структурою рухів.

Для видів спорту з **циклічною структурою рухів** (плавання, веслування, швидкісний біг на ковзанах тощо) характерним є багаторазове повторення стереотипних циклів рухів.

Спортивні змагання з **ациклічною структурою рухів** (боротьба, бокс, гімнастика, спортивні ігри тощо) характеризуються різкою зміною характеру рухової активності.

У видах з **комбінованою структурою рухів** поєднується робота циклічного і ациклічного характеру (багатоборства, біатлон тощо).

Спортивні змагання, спортивні дисципліни і види змагань можуть бути згруповані і за **особливостями взаємодії спортсменів**, що доповнює класифікацію, побудовану на основі специфіки рухових дій і структури змагальної діяльності [201]. Зокрема, розрізняють:

складову частину виду спорту, що відрізняється *формою або змістом змагальної діяльності*, яка включає в себе один або кілька видів змагань (наприклад, у легкій атлетичі: біг, естафетний біг, стрибки в висоту, багатоборства; в плаванні - плавання вільним стилем, плавання на спині, естафетне плавання);

складову частину виду спорту або спортивної дисципліни, у *якому розігрується один комплект медалей* (наприклад, біг на 100 м, плавання на 1500 м вільним стилем, вагова категорія до 75 кг у боксі).

У відповідності до міжнародного статусу, що відображає географічне поширення видів спорту, а також кількість країн, в яких вони мають розповсюдженість, олімпійські види спорту можуть розрізнятися на **міжнародні** (легка атлетика, плавання, гімнастика, спортивні ігри тощо), розповсюджені в переважній більшості країн, **регіональні** (наприклад, бейсбол, тхеквондо, хокей на траві), в основному в країнах регіону; **народно-національні** - розвинені серед окремих націй і народів.

Крім того всі види спорту за **способом визначення змагального результату** можуть бути об'єднані у 4 групи [294]:

**I група** - спортивні дисципліни, в яких результати вимірюються метричними величинами (часом, відстанню, масою снарядів, точністю попадання у мішень).

Дана група може бути розділена на дві підгрупи:

спортивні дисципліни з *відносно постійними умовами* змагань (легка атлетика, важка атлетика, плавання, велоспорт, стрільба тощо);

спортивні дисципліни, *пов'язані зі зміною умов змагань*: зміною профілю траси, течії водних потоків (спортивне орієнтування, крос, лижні перегони, веслування).

**II група** - види спорту, в яких спортивний результат визначається суддями суб'єктивно в умовних одиницях за зовнішніми ознаками складності і естетики виконуючих комбінацій або окремих вправ. Спортивні змагання даної групи також можуть бути розділені на дві підгрупи:

- види спорту, результатом яких є *одна сумарна бальна оцінка* (спортивна і художня гімнастика, акробатика);

- види спорту, де результатуєча *оцінка складається з двох і більше різних показників* (стрибки на лижах з трампліна - дальність стрибка і

оцінка стилю; фігурне катання - оцінки за техніку і артистизм в балах та за сумою зайнятих місць; стрибки у воду - оцінки за складність стрибка і техніку виконання).

**III група** - види спорту, у яких певні дії спортсменів оцінюються у балах, очках або голах. У цій групі можна відокремити три підгрупи:

- види спорту, в яких результат визначається **кінцевим рахунком очків, голів за регламентований час** (футбол, хокей, гандбол, баскетбол тощо);

- види спорту, в яких, незважаючи на регламентований час поєдинку, можливо **дострокове досягнення перемоги** (боротьба, бокс, фехтування, шахи тощо);

- види спорту, в яких перемога визначається кінцевим рахунком, але сам поєдинок не обмежений за часом (теніс, волейбол, городки тощо).

**IV група** - об'єднує комплексні види спорту - багатоборства, в яких оцінка результатів регламентується правилами, передбаченими для окремих дисциплін, за які, як правило, нараховуються окремі очки, і загальне оцінювання відбувається за сумою очок (легкоатлетичні багатоборства, сучасне п'ятиборство тощо).

Метою існуючої систематизації видів спорту за характером техніко-тактичних дій є обумовленість та поєднання **техніки і тактики** для досягнення належного результату [197]. Найбільш чітко виражені ці особливості у єдиноборствах і спортивних іграх. Ініціатива тактичних дій в них належить спортсменові, який може намагатися нав'язати супернику дії, форму поведінки, вигідні для нього, або навмисне надання супернику цієї можливості для реалізації в потрібний момент рішучих і несподіваних контрдій.

Керуючись такими ознаками, як **характер взаємодії партнерів і суперників, зміст тактичних завдань**, всі види спорту можна розділити на вісім груп [197].

До першої групи входять **циклічні види спорту**, що вимагають, переважно, прояву витривалості (велоспорт, лижні перегони, біатлон; біг на марафонські, довгі і середні дистанції тощо), які характеризуються наявністю контакту з суперником і можливою взаємодією партнерів в умовах змагань. Тактичні дії полягають у складанні графіка проходження (пробігання, пропливання) дистанції та її відрізків з одномірним або змінним розподілом сил, використанням спуртів.

До другої групи входять *циклічні спринтерські види спорту* (наприклад, біг на короткі дистанції). Виходячи з тактичних завдань, характеризуються тим, що взаємодія партнерів можлива, виключно, у естафетних змаганнях. Контакт між суперниками виключений, оскільки спортсмени виступають на окремих доріжках. Тактичні дії полягають у визначенні поведінки на старті, розподілу зусиль в попередніх і фінальних змаганнях (забігах, запливах, заїздах).

Третя група об'єднує *ациклічні види спорту швидкісно-силової спрямованості і стрілецькі дисципліни* (метання молота, диска, списа; штовхання ядра; стрибки у довжину, висоту, з жердиною; стрибки з трампліна на лижах; важка атлетика; стрілецькі дисципліни), в яких досягнутий результат визначається у відповідності до об'єктивно визначених показників. У цих видах спорту взаємодії з суперниками і партнерами не відбувається. Спортсмени виступають окремо один від одного, у послідовності, яка визначається жеребкуванням або положенням про змагання. Тактичний план зводиться до прагнення технічно досконало відтворити вправу, певну частину або фазу руху.

Четверта група об'єднує *складнокоординаційні види спорту*, в яких досягнутий результат визначається на підставі візуальної оцінки - спортивна і художня гімнастика, акробатика, фігурне катання на ковзанах, стрибки у воду, синхронне плавання. З точки зору тактичних дій види спорту характеризуються відсутністю безпосереднього контакту з суперником. У даній групі, як і в попередній, головним завданням є оволодіння мистецтвом рухів. Спортивна тактика полягає у зміні технічних прийомів, елементів спортивних вправ і їх поєднань, намагання до більшої складності і виразності рухів.

П'яту групу поєднує *спортивні єдиноборства* - бокс, різновиди боротьби, фехтування, індивідуальні спортивні ігри: теніс, бадмінтон, настільний теніс. Спортивна техніка у них є зовнішнім виразом тактичного задуму спортсмена, яка характеризується детальним вивченням, реалізацією і несподіваною для суперника тактикою, що може дозволить перемогти навіть над більш кваліфікованим, технічно і фізично підготовленим спортсменом.

До шостої групи входять *командні спортивні ігри* в, яких тактику включено до системи гри, що ґрунтується на певному розташуванні і розміщенні гравців, які діють у нападі та захисті. Тактичні дії в команд-

них спортивних іграх диференціюють на прості, ускладнені і складні. Простими діями є їх виконання у ситуації, яка не передбачає безпосереднього спортивного єдиноборства в умовах необмеженого дефіциту часу і простору та неактивною ігровою ситуацією; до ускладнених - ті, у яких дії виконуються в ситуації безпосереднього спортивного єдиноборства, дефіциту часу і простору, але ще не в умовах активної ігрової ситуації; до складних - виконання дій в умовах спортивного єдиноборства при дефіциті часу і простору, в умовах активної ігрової ситуації.

Сьома група об'єднує види спорту, в яких спортсмен *керує засобами пересування* (вітрильний, кінний спорт, автоспорт).

Восьму групу формують *багатоборства*. Спортивна боротьба реалізується у відповідності до тактики, характерною для кожної спортивної дисципліни, що складає окреме багатоборство. Разом з тим, у процесі змагань тактика може змінюватись в залежності від результатів, досягнутих в окремих видах багатоборства, стану погоди і інших чинників.

Недоліком вищезазначених класифікацій, на наш погляд, є відсутність біологічної складової забезпечення діяльності, оскільки за основу не приймається її функціональне забезпечення, зокрема, регуляторні і виконавчі механізми, що забезпечують реалізацію різноспрямованих видів спорту. З метою їх відокремлення розглядають як окремі, так і загальні особливості їх забезпечення: мета, біомеханічні параметри рухів, характер м'язових скорочень, потужність і тривалість роботи, механізми енергозабезпечення тощо. На наш погляд, найбільш обґрунтована та логічно побудована класифікація розділяє спортивні дисципліни у відповідності до їх мети на сім груп [46, 45, 173, 289, 290].

Метою першої групи є *удосконалення координації рухів*, яка об'єднує стрибкову акробатику, спортивну та художню гімнастику, стрибки на батуті та у воду, фігурне катання тощо. В переважній більшості ці вправи мають ациклічну структуру рухів. Реалізація здійснюється протягом 5-60 с за рахунок алактатного механізму енергозабезпечення з задіянням гліколітичного при навантаженні більш ніж 15-20 с. Складнокоординовані рухові акти вимагають високої досконалості сенсорних систем, зокрема, рухового аналізатора, апарату імовірнісного прогнозування, антиципації і прийняття рішень [46, 45, 173, 289, 290]. Оптиміальне управління тілом за просторово-часовими і динамічними ха-



раактеристиками рухів обумовлено взаємозалежною роботою рухового, зорового і вестибулярного аналізаторів [44, 45, 46, 173].

Метою другої групи є *досягнення максимальної швидкості*, які об'єднують циклічні вправи з усіх спортивних дисциплін, зокрема, спортивна ходьба, біг, лижні і шосейні гонки, триатлон, плавання, академічне веслування тощо, з загальним об'єднуючим чинником за одним біомеханічним параметром - циклічність рухів. При цьому, у даних дисциплінах існує диференціація за окремими характеристиками, які поєднують взаємовиключаючі параметри виконання рухів. Так, спринтерська і марафонська дистанція у легкій атлетиці - циклічні вправи, але в першому випадку це швидкокісно-силова вправа з алактатним механізмом енергозабезпечення, в другому - вправа з активною реалізацією аеробної витривалості. Відмінність полягає і у властивостях нервової системи, зокрема, для спринту необхідний високий рівень збудження моторної кори головного мозку, а для марафону - тривала працездатність нейронів кори. Виконання вправ потребує різного часу для реституції параметрів гомеостазису: спринтерської – до 20 хв., марафонської - кілька діб [45, 46, 100, 173].

Вправи третьої групи спрямовані на *досягнення силових можливостей* об'єднуючи швидкокісно-силові вправи, що виконуються у двох варіантах: першому - за рахунок здатності до переміщення максимальних обтяжень з невеликим прискоренням; у другому - з максимальним прискоренням при постійній масі обтяження. Перший варіант виконання вправ - силовий, притаманний для важкої атлетики, другий - швидкокісно-силовий, що реалізується у метаннях молота, диска, списа, штовхання ядра і стрибків у довжину, висоту, з жердиною. Рухи, переважно, ациклічні і короткотривалі, реалізація здійснюється за рахунок алактатного механізму енергозабезпечення, не створюють істотного напруження вегетативних систем та не призводять до значної м'язової втоми. Досягнення максимальних силових можливостей за максимально короткий проміжок часу, пов'язаний зі значним задіянням інформаційних процесів, що призводить до формування рухової домінанти з удосконаленням рухового, вестибулярного і зорового аналізаторів. Для них характерним є активна реалізація феномену натужування (затримка дихання на вдосі) і напруження внаслідок підвищення внутрішньогрудного тиску при спробі вдиху при закритій гортанній щілині [61, 173, 233].

Четверту групу складають спортивні дисципліни, що мають на меті *управління засобами пересування*, зокрема, вітрильний, бусерний, санний, автомобільний, мотоциклетний, водно-моторний і інші прикладні види. При невеликому обсязі рухів статичне навантаження припадає на м'язові групи, що підтримують робочу позу у належному положенні. Утримання пози протягом тривалого часу сприяє розвитку охоронного гальмування у відповідних нервових центрах [44, 173, 233, 237, 238]. Реалізація функціональних можливостей здійснюється в умовах середовища, що постійно змінюється і детермінує досконалості психомоторної сфери спортсмена: швидкісних і точнісних рухових реакцій, диференціації зусиль за просторово-часовим і динамічним параметрами рухів, антиципації, імовірнісному прогнозуванню і переключенню уваги [173, 272, 273, 274, 275].

П'яту групу складають *спортивні дисципліни з низьким рівнем рухової активності і високою нервово-емоційною напругою*, зокрема, різновиди стрільби, шаховий і шашковий спорт. При високому рівні гіпокінезії і малої енергоємності навантаження припадає на механізми ЦНС, що забезпечують оперативне мислення, пам'ять і прогнозування ситуацій. Результатом напруження механізмів психодинаміки є те, що процеси втоми розвиваються на центральному рівні регуляції [45, 46, 54, 55, 173, 289, 290].

Шосту групу об'єднують дисципліни з *перемиканням одного виду діяльності на інший*, у деяких випадках прямо протилежними за біомеханічними параметрами, до яких відносяться багатоборства: легкоатлетичне (біг з бар'єрами; стрибки у довжину, висоту; метання диска, молота, списа; штовхання ядра), сучасне п'ятиборство (фехтування; різновиди стрільби; плавання; крос; кінний спорт), лижне двоборство (лижні перегони, біатлон, стрибки з трампліну). Фізіологічна сутність даних комплексів не зводиться до простого сумуючого ефекту: окрема спортивна дисципліна реалізується завдяки формуванню власної функціональної системи. При цьому, вдосконалення ланок однієї динамічної функціональної системи гальмує формування іншої, що призводить до значних труднощів в забезпеченні виконання окремих вправ у багатоборстві [54, 55, 173].

До сьомої групи входять *контактні види спорту* - спортивні ігри, традиційні (бокс, фехтування, різновиди боротьби) і нетрадиційні (айкідо, карате, рукопашний бій тощо) види єдиноборств, спрямованістю

яких є удосконалення сенсорних систем з метою забезпечення орієнтації спортсмена у просторі і часі. У єдиноборствах, для забезпечення успішності реалізації діяльності, існують достатньо високі вимоги до швидкості переробки інформації, оперативного мислення, стійкості і переключення уваги, здатності до оцінки рухів за просторово-часовим та динамічними характеристиками. Рухова структура у єдиноборствах, в переважній більшості, ациклічна, потужність роботи - від максимальної до помірної. Домінуючим механізмом енергозабезпечення - гліколітичний з періодичною реалізацією креатинінфосфатного і аеробного. Успішна реалізація діяльності передбачає стійкість організму до гіпоксії і емоційних стресорних навантажень [54, 55, 173].

Істотним при заняттях єдиноборствами є особистість спортсмена, зокрема сфера його самосвідомості. Спрямованість до самовираження і самоудосконалення особистості може виникати на етапі максимальної реалізації індивідуальних можливостей [163, 173]. Особистісна складова детермінується цілісними механізмами психічної саморегуляції, зокрема, емоцій, волі, інтелекту і інтуїцією. Емоційність спортивної діяльності визначається особистісною значимістю змагань і можливістю досягнення гіпотетичної мети. Інтелект визначає міру і логіку усвідомлення спортсменом своїх дій на кожному з етапів вирішення поставлених завдань [6, 87, 149, 163, 173, 263, 319]. Інтуїція дає можливість неусвідомлено приймати раціональних рішень в окремий проміжок часу. Взаємодія цих механізмів дозволяє протидіяти змагальному стресору [173, 319, 320]. Низька психоемоційна стійкість єдиноборців спричиняє такі несприятливі психічні стани, як підвищена реактивна тривожність і агресивність [146, 147, 148, 149, 173].

Розглянуті схеми диференціації за видами спорту є достатньою мірою умовними і не остаточними, у зв'язку з виникненням сучасних теорій у науці і практиці, обумовлених проведенням досліджень з різних напрямків спортивно-педагогічних досліджень, зокрема, педагогіки, психології, фізіології м'язової діяльності тощо.

### **2.3. Спортивна підготовка як чинник успішності реалізації спортивно-педагогічної діяльності**

Спортивна підготовка є педагогічним процесом, основою якої є формування і удосконалення професійних умінь і навичок педагога з

фізичної культури і спорту. Спортивна практика, підготовка спортсменів вимагає зосередження найефективніших засобів і методів спрямованого впливу рухової активності, фізичного тренування на людину з метою підвищення фізичних кондицій, спортивних досягнень. На основі узагальнення і систематизації досвіду наукової та тренувально-змагальної діяльності у спорті розроблені навчальні дисципліни, посібники для навчальних і освітніх закладів різного рівня акредитації з спортивного тренування, теорії спорту, методичного забезпечення спортивно-педагогічної діяльності [197].

У минулому в закладах освіти педагогічної спрямованості, що забезпечували здобуття вищої освіти і мали на меті підготовку вчителя фізичної культури, розділи зі спортивної підготовки були включені до програми навчальних дисциплін «Теорія і методика фізичного виховання», «Підвищення спортивної майстерності» і були спрямовані на теоретико-практичну спортивну підготовку студентів з метою виконання кваліфікаційних вимог з обраного виду спорту. З 1985 року до навчальних планів СРСР було включено дисципліну «Спортивно-педагогічне удосконалення», що, на нашу думку, обумовило підпорядкованість спортивно-тренувального процесу педагогічній складовій. У подальшому до навчальної програми дисципліни «Теорія і методика фізичного виховання і спорту» був включений розділ «Спорт і спортивна підготовка» з відповідною методичною базою. Дисципліна «Спортивно-педагогічне удосконалення» повинна ґрунтуватись на положеннях теорії спорту та професійно-спрямованої підготовки студентів [85, 197]. Зміст цієї дисципліни складають два компоненти:

технологічний (професійно-прикладні знання, уміння і навички),  
руховий (підвищення та удосконалення рівня практичної спортивної підготовленості).

Л. П. Матвеев, приділяючи значну увагу теорії спорту, підкреслює, що вона розширює і поглиблює кругозір фахівців за межі обраної вузької спеціалізації, допомагає осмислювати загальну сутність діяльності у сфері спорту, знаходити спільний вірний підхід до з'ясування і вирішення різноманітних завдань, що виникають в практиці професійної діяльності, що має, крім іншого, істотне професійно-методологічне значення [85, 155, 156, 197].

Поняття «*підготовка спортсменів*» є характерним для спорту вищих досягнень і підготовки спортивних резервів. Зокрема, це комплекс заходів, що забезпечує високий рівень готовності до змагань і максимальну реалізацію наявних можливостей спортсмена у процесі змагального протиборства [85, 197].

Спрямованість підготовки спортсменів у багаторічному процесі визначається специфікою виду спорту і зонами спортивних досягнень:

зона перших великих успіхів (Міжнародні спортивні змагання юніорів);

зона оптимальних можливостей (Міжнародні змагання);

зона підтримки вищих спортивних результатів.

Багаторічний період спортивної підготовки розподіляється на етапи, які пов'язані з віком спортсменів і специфікою виду спорту, зокрема: попередньої підготовки; початкової спортивної спеціалізації; поглибленого тренування з обраного виду спорту; спортивного удосконалення. Крім того, відокремлюють стадії спортивної підготовки: базової, максимально-реалізаційної і завершальної.

#### **2.4. Управління у освітньому процесі, тренуванні і змаганнях**

Управління - процес переходу складної динамічної системи з одного стану в інший шляхом впливу на її перемінні [28]. Завданням управління є впорядкування системи і приведення її до потрібного стану шляхом вибору найефективніших дій. Система - сукупність окремих елементів, що утворюють єдине ціле для досягнення окремої мети (серцево-судинна система людини, організм учня, система «учень - вчитель», навчально-виховний процес, спортивна секція, спортивний клуб тощо).

Метою управління тренувальним процесом у спорті є підвищення спеціальної працездатності спортсмена, необхідної для досягнення запланованого змагального результату. Об'єктом управління є спортсмен, його стан, поведінка. Управління у спорті передбачає цільове завдання - підвищення спеціальної працездатності спортсмена за допомогою раціонально організованого тренувального впливу для досягнення більш високого рівня готовності до періоду головних стартів сезону [186, 201].

Керована система складається, як мінімум, з двох частин - управляючого і управляемого об'єктів [197]:

**управляючий об'єкт → управляємий об'єкт**  
**управляючий пристрій → об'єкт управління**

Зокрема, у організмі людини, наприклад, управління здійснюється центральною нервовою системою, а управляємим об'єктом може бути певний орган або система. Управляємий і управляючий об'єкти завжди взаємопов'язані і взаємообумовлені, між якими існує прямий (від керуючого об'єкта до об'єкта управління) та зворотній (від об'єкту управління до пристрою або органу) зв'язок [197].

Успішне управління складними системами можливе лише при наявності зворотних зв'язків, які дозволяють визначати стан об'єкта управління, зокрема, порівняння дійсного стану об'єкта з належним. Відмінність між дійсними і належними перемінними системи визначається як неузгодженість, при якому управління підлягає корекції. Особливого значення в управлінні має контроль, або пошук інформації про стан об'єкта управління і порівняння дійсного стану з належним [197].

Виходячи з даних концептів, фізичне виховання, фізичну культуру і спорт можна розглядати як процес управління.

Управління у фізичному вихованні - це планування і контроль процесу фізичного виховання і його корекція у відповідності до критеріїв його ефективності.

Науковими дослідженнями процесу управління у фізичному вихованні, фізичній культурі і спорті завжди існувала проблема визначення об'єктів управління, методів, засобів і форм управління [197].

Зокрема, були сформульовані характерні положення теорії управління у фізичному вихованні, фізичній культурі і спорті [197]:

фізичне виховання, фізичну культуру і спортивне тренування можливо розглядати як процес управління.

управління у фізичному вихованні, фізичній культурі і спорті передбачає послідовні дії вчителя/тренера по відношенню до об'єктів управління. Зокрема, виконання різних фізичних вправ, застосування чинників зовнішнього середовища, раціонального харчування тощо [197].

Об'єктами управління є ієрархія елементів: спортивна техніка - комплекс зовнішніх взаємодій учня/студента/спортсмена; стан учня/студента/спортсмена - рівень і структура рухової підготовленості; рухове навантаження – спеціальні рухові дії. Об'єктом управління є фізичний стан учня/студента/спортсмена, яке визначається: здоров'ям, від-

повідністю показників життєдіяльності нормованим значенням, ступінь стійкості організму до несприятливих чинників зовнішнього середовища, тип тілобудови, стан фізіологічних функцій, зокрема опорно-рухової функції, а саме: технічної підготовленості; рівня розвитку рухових (фізичних) якостей.

Управляюча система має мету - переведення об'єкта управління у новий заданий стан, при якому учень/студент/спортсмен буде спроможний досягнути високих результатів.

Найважливішим завданням в управлінні тренувальним процесом - організація комплексу керуючих впливів на учня/студента/спортсмена, що ефективно впливають на його спеціальну працездатність з вирішенням головного завдання - підвищення функціонального стану організму [127, 186, 200, 201]. Однією з умов вирішення цього завдання є удосконалення оперативності управління, базуючись на своєчасній корекції тренувального процесу. При цьому раціональне забезпечення тренувального процесу не може будуватись, виходячи з суб'єктивних чинників (особиста інтуїція і досвід тренера та його колег). Рационалізація процесу підготовки можлива за умов застосування принципів керування, що обумовлюють терміновий зворотний зв'язок і оперативні дії, що коригуюче впливають на безпосередній результат самої діяльності. Результати змагань і тренувальної діяльності учня/студента/спортсмена повинні надходити до тренера у вигляді об'єктивної кількісної інформації про стан функціональних систем організму, основних параметрів спеціальної підготовленості. При цьому підвищення рівня спеціальної працездатності повинно забезпечуватись за рахунок економізації функцій систем організму, що не викликають передпатологічні стани, які можуть виникати у спортивно-педагогічній діяльності [189].

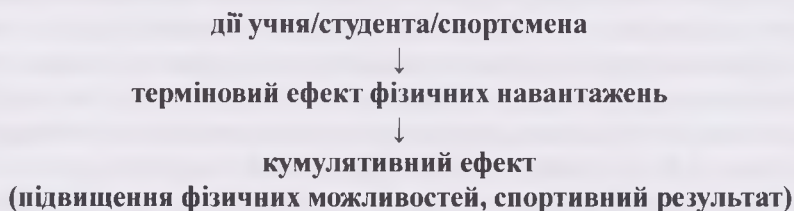
Використання науково-методичних положень комплексного контролю дозволяє уніфікувати процес підготовки спортсменів шляхом індивідуалізації норм навантажень і тренувальних засобів підготовки, вибіркового підходу до спеціальної фізичної підготовки спортсменів.

Таким чином система управління фізичним вихованням може ефективно функціонувати тільки у тому випадку, якщо всі органи управління забезпечуються необхідною і достатньою для прийняття рішення інформацією. При цьому однією з головних ланок системи управління є

педагогічний контроль, який забезпечує акумуляцію достовірної інформації про керований об'єкт і сумуючий канал біологічно зворотнього зв'язку.

Зміна гомеостазису систем організму, що відбуваються як під час виконання фізичних вправ, так і в період реституції мають всі ознаки термінового тренувального ефекту, який характеризується зниженням фізичної працездатності. При належному відновленні наступні тренувальні навантаження викликають кумулятивний тренувальний ефект, який дозволяє розширити межі гомеостазису, підвищити рівень фізичної працездатності і досягти високих результатів [85, 197].

Виходячи з цього, фізичні навантаження, спрямовані на досягнення певних спортивних результатів, викликають послідовні етапи реалізації причинно-наслідкових чинників, зокрема [85, 197]:



Вплив на початкову ланку даної системи дозволяє реалізувати бажаний результат у формі кінцевого (кумулятивного) ефекту, зокрема, для розвитку аеробних можливостей, вчитель/тренер дозує циклічні навантаження (біг, їзда на велосипеді, пересування на лижах тощо) у відповідності до зон ЧСС, які знаходяться в межах 130-150 серцевих скорочень  $\times$  хв<sup>-1</sup>, тривалістю 5-15 хв в залежності від віку, статі, рівня фізичної працездатності. Одноразове виконання вправи призведе до певної зміни констант організму терміновий тренувальний ефект. Багаторазові фізичні навантаження - адаптаційні зміни, які призводять до підвищення рівня аеробних можливостей, при якому фізіологічна «ціна» є незмінною, а об'єм роботи (довжина дистанції, швидкість) підвищується, що викликає кумулятивний тренувальний ефект.

Вищевказане обумовлює актуальність визначення зворотних зв'язків, які, у свою чергу дозволяють вносити корекцію у процес розвитку фізичної підготовленості. Зокрема, відокремлюють наступні види зво-



ротних зв'язків, що надходять до вчителя/тренера, які відповідають чотирьом різним напрямкам педагогічного контролю [197]:

інформація, отримана від спортсмена (самопочуття, настрої);

інформація про дії учня (об'єм виконаних фізичних навантажень, тренувальний режим ЧСС, техніка виконання тощо);

інформація про терміновий тренувальний ефект (взаємозалежність об'єму виконаної роботи від фізіологічних реакцій організму під дією одноразового фізичного навантаження);

інформація про кумулятивний тренувальний ефект (підсумкові зміни фізичної підготовленості учня).

Рухові навантаження, які мають на меті підвищення фізичної підготовленості, тільки тоді будуть мати властивості керованого процесу, якщо вчитель/тренер вносить корекцію у відповідності до результатів об'єктивних вимірювань. Дозування навантажень, що базуються тільки на самопочутті учня/студента/спортсмена і інтуїції тренера, може призвести до негативних наслідків, пов'язаних з перенапруженням, перевтомою і перетренованістю, підсумком чого є виникнення патологій, пов'язаних з навантаженнями, що знаходяться вище фізіологічно-обґрунтованих меж функціональних можливостей їх організму.

Педагогічний контроль завжди повинен починатись з визначення функціональних можливостей організму з застосуванням інформативних методів дослідження, застосовуючи відповідну адекватну меті і завданням статистичну обробку, аналіз та інтерпретацією отриманих результатів.

### РОЗДІЛ 3

## МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОРТИВНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ

### 3.1. Функціональна підготовленість організму студентів до реалізації спортивно-педагогічної діяльності

Окрема властивість, здатність або рухова якість базується на певних функціональних можливостях організму, основою яких є фізіологічні процеси. Співвідношення і домінування процесів у забезпеченні працездатності спортсмена визначається специфікою виду спорту, що буде визначати «функціональну спеціалізацію». Крім того, функціональні можливості будуть визначатися такими параметрами, як «функціональні резерви» і здатність їх реалізовувати - «функціональна мобілізація» [259].

Під функціональною підготовленістю спортсменів мають на увазі процес розвитку функціональних можливостей організму [259]. У спортивно-педагогічних дослідженнях відокремлюють фізичну, технічну, тактичну і психічну підготовку при відсутності функціональної, яка достатньо повно розглянута в роботі І. М. Солопова [259].

До сьогодні не склалося чітких загальноприйнятих трактувань і визначень «функціональна підготовка» і «функціональна підготовленість» спортсмена. У науковій і методичній літературі з теорії та методики фізичного виховання та спорту автори розглядають [177, 284, 285; 277, 306]:

рівень аеробної продуктивності;

рівень розвитку і показники енергозабезпечення м'язової діяльності; ступінь готовності вегетативного забезпечення м'язової роботи.

Виходячи з фізіологічних постулатів, функція розглядається як реалізація організмом, органами і системами органів окремих «функцій», що відокремлює функціональну підготовленість як готовність організму до виконання певної діяльності [259]. Даному положенню найбільш точно і повно відображає визначення функціональної підготовленості - відносно сталий стан організму, інтегрально визначений рівень розвитку головних для даного виду спортивною діяльністю функцій і їх спеціалізованих властивостей, які безпосередньо або опосередковано обумовлюють ефективність змагальної діяльності» [177].

Функціональна підготовленість розглядається В. С. Фомінін (1984) у відповідності до її чотирикомпонентної структури, зокрема: рівень злагодженості взаємодії психічного, нейродинамічного, енергетичного і рухового компонентів, що організується корою головного мозку і спрямоване на досягнення заданого спортивного результату з урахуванням конкретного виду спорту і етапу підготовки спортсмена [297].

Оскільки виконання м'язової роботи у спорті забезпечується діяльністю значної кількості систем і органів, функціональну підготовленість необхідно розглядати як реалізацію функціональної системи, що об'єднує ці органи для досягнення необхідного корисного результату [296, 297].

Проблема готовності до певного виду діяльності розглядається науковцями як пошук шляхів реалізації потенційних можливостей людини у певних умовах діяльності [117].

Більш широко дану проблему розглядає І. М. Солопов, який під функціональною підготовленістю спортсменів розглядає здатність забезпечення належного рівня діяльності органів, систем і організму необхідної для виконання специфічного (спортивного) м'язового (фізичного) навантаження (роботи) в межах регламентованого рухового акту (техніки руху) [254]. Виходячи з цього, автор вважає що «тренованість», «підготовленість», «адаптованість» спортсмена можна позначити як функціональну підготовленість і окремі компоненти функціональної підготовленості є основою, базою окремих компонентів спортивної підготовленості. Таким чином автор розглядає тренованість, як стан, що характеризується збалансованою взаємодією функціональних систем, які забезпечують можливість реалізовувати оптимальну і максимальну працездатність у різних умовах навколишнього середовища, є, достатньою мірою, логічним і адекватним [123].

Як уже зазначалось, у фізичному вихованні і теорії спорту відокремлюють технічну, тактичну, фізичну та психічну підготовку, це дає можливість вказувати на те, що кожна з цих сторін спортивної підготовки ґрунтується на певному компоненті загальної функціональної підготовленості. Зокрема, технічна підготовленість базується на певній готовності організму і окремих функціональних систем реалізовувати управління скороченнями м'язів; готовності моторних зон нервової системи - координувати м'язові скорочення; м'язів – здійснювати скорочувальну

функцію у певному режимі. Фізична підготовленість є якісною характеристикою готовності багатьох систем і органів виконувати окрему функцію: сила - в основному, функція м'язів; швидкість - функція м'язів і нервової системи; витривалість - функція систем, які продукують енергію і підтримують гомеостазу; спритність (координаційні здібності), психічна і тактична підготовленість - функція ЦНС.

Окремим компонентом функціональної підготовленості відокремлюється рівнем розвитку основних механізмів енергозабезпечення і є основною та невід'ємною частиною фізичної підготовленості. При цьому всі компоненти функціональної підготовленості у спорті підпорядковані розвитком єдиного засобу - м'язового навантаження, організованого специфічною біомеханічною структурою - фізичними вправами.

Ю. В. Верхошанський зазначає, що провідна роль у формуванні міжсистемних відносин в організмі і розвитку адаптаційного процесу в умовах напруженої м'язової діяльності належить локомоторній системі. Виходячи з цього, основна увага у тренувальному процесі спрямовується на методику розвитку саме рухового компонента - фізичної підготовленості [47].

При цьому відзначається, що підготовка спортсмена повинна орієнтуватись на розвиток і удосконалення саме тих функціональних резервів і процесів в організмі, які обумовлюють специфічну працездатність. Разом з тим, ефективність підготовки та самого процесу адаптації можна суттєво підвищити при використанні цілеспрямованих, додаткових засобів впливу на функціонування організму [259].

На сучасному етапі розвитку спортивних досягнень обсяг та інтенсивність тренувальних навантажень максимально наближені до максимальних, подальше зростання яких істотно перевищує ресурси фізіологічних можливостей організму людини і лімітується соціальними факторами [72, 199, 200, 261, 304, 305]. У зв'язку з цим теорією і методикою фізичного виховання і спорту, спортивною педагогікою і психологією, фізіологією м'язової діяльності постає завдання розробки оновлених технологій оптимізації процесів адаптації, визначення альтернативних заходів до застосування ефективних засобів, що дозволяють збільшити діапазон адаптаційних можливостей і підвищити ефективність специфічної м'язової діяльності у фізичному вихованні і спорті [22, 255, 305].

Рівень функціональної підготовленості є біологічною базою для інших видів спортивної підготовки. Функціональна підготовленість може бути загальною і спеціальною. Завданням розвитку загальної функціональної підготовленості є формування киснево-транспортних систем і утилізації кисню, що забезпечують зростання аеробних резервів організму, енергозабезпечення, нервово-м'язової, гормонально-гуморальної систем.

Забезпеченість може бути реалізована за допомогою раціонально організованої функціональної підготовки - планомірного, багатofакторного процесу управління індивідуальними біологічними резервами організму людини з використанням різних засобів і методів фізичної, технічної, тактичної та психічної підготовки. Метою функціональної підготовки в спорті є розширення меж функціональної адаптації, що дозволяє без шкоди для здоров'я виконувати підвищений об'єм тренувальних і змагальних навантажень, досягаючи при цьому високої спортивної майстерності [128].

Разом з тим існуюча класифікація у системі підготовки спортсменів зменшує значимість функціональної підготовки, як для тренера, так і для спортсмена, що часто призводить до негативних наслідків: зриву механізмів адаптації та розвитку перетренованості, припинення позитивної динаміки розширення діапазону фізіологічних резервів, зниження працездатності і погіршення спортивних результатів [128]. На даний час більшість тренерів-практиків відзначають ключове значення для становлення спортивної майстерності саме функціональній підготовці, яка, разом з тим, не відокремлюється в окремий вид ні структурно, ні організаційно.

Автори вважають, що функціональна підготовка повинна здійснюватися планомірно і комплексно при використанні широкого спектру найрізноманітніших вправ і засобів. Слід зазначити, що для удосконалення функціональних можливостей повинні застосовуватися не тільки традиційні засоби фізичної, технічної, тактичної та психічної підготовки, а й сучасні технології і засоби цілеспрямованого впливу на окремі функціональні системи, які визначають та лімітують спортивну працездатність [257, 258, 260, 262, 303, 305]. Безумовно вони повинні застосовуватися у поєднанні з домінуючими фізичними вправами і використовуватися як додаткові фактори, що сприяють розширенню діапазону адаптації та підвищенню фізіологічних резервів організму.

Найважливішим аспектом функціональної підготовки є відповідна діагностика і контроль функціонального стану, які мають важливе значення при управлінні тренувальним процесом.

Ефективність тренувальних засобів напряму пов'язана з кількісним визначенням і використанням у плануванні інформації про закономірності адаптаційних процесів на вплив тренувальних навантажень. Дану інформацію можна отримати виключно при своєчасному використанні об'єктивних засобів контролю, що, у свою чергу, визначає необхідність визначення інформативних показників, що характеризують різні складові функціональної підготовленості спортсменів.

Це обумовлює необхідність комплексного підходу до оцінки функціональних станів і функціональної підготовленості оскільки не завжди збільшення фізичної працездатності потрібно оцінювати позитивно, як і її зменшення - негативно [2]. При оцінці фізичної працездатності слід враховувати, що високий її рівень у різних спортсменів досягається при різному рівні розвитку окремих факторів [14, 177].

Закономірно, що специфіка м'язової діяльності і спрямованість спортивно-педагогічного і тренувального процесу визначають особливості діагностики фізичного стану, застосування методів контролю за адаптацією систем і функцій організму, домінуючими у певному виді програми, об'єднаних характером рухової діяльності [102, 103, 297, 303, 304, 311]. Внаслідок цього при організації комплексного контролю є необхідність визначення домінуючих загальних чинників і окремих показників для забезпечення високої фізичної працездатності на різних етапах підготовки.

### **3.2. Структура функціональної підготовленості спортсменів та її якісні характеристики**

На думку науковців і практиків фізичного виховання та спорту, кінцевою метою спортивного тренування є досягнення найвищого спортивного результату, спрямоване на розвиток рівня функціональних можливостей організму спортсмена, здатного забезпечити цей результат. Зокрема, М. Г. Озолін, характеризуючи систему спортивної підготовки, підкреслює, що це багаторічний, спеціально організований процес виховання, навчання, розвитку, підвищення функціональних можливостей спортсмена [189].

Разом з тим на даний час відсутнє єдине тлумачення поняття «функціональний стан», «функціональна підготовленість» спортсмена. У більшості випадків під цим терміном розуміють окремі ланки функціонального забезпечення діяльності, а саме можливості організму продукувати енергію для виконання м'язової роботи і забезпечення цього процесу з боку кардіореспіраторної системи [259].

Зокрема, В. С. Міщенко розглядає в якості функціональних можливостей (функціональної підготовленості) саме аеробну продуктивність, а комплекс функціональних фізіологічних властивостей (якісних характеристик функціонування систем - потужність систем, їх економічність, стійкість, рухливість і здатність реалізації потенціалу системи) розглядає як структурні елементи функціональної підготовленості [177].

При цьому В. С. Горожанін в якості характеристик функціонування відзначає «потужність», «стійкість» і «економічність» [73].

Розглядаючи окремий вид підготовки спортсмена, що відокремлюються у підготовці спортсмена, можна вказувати на те, що за своєю основою всі ці види відокремлюють процес удосконалення певних механізмів і функцій окремих систем організму.

Технічна підготовка, тобто формування рухової навички і його удосконалення - формування певного рівня функціонування центральної нервової, нервово-м'язової систем та удосконалення механізмів їх функціонування.

Тактична підготовка має на меті удосконалення функцій центральної нервової системи і її вищих відділів з реалізацією у формі сприйняття, аналізу, синтезу, реагування, прийняття рішення.

Психологічна (психічна) підготовка - розвиток функцій вищих відділів центральної нервової системи, який, певним чином взаємообумовлений з тактичною підготовкою, оскільки мають у своїй основі багато спільних властивостей і механізмів.

Фізична підготовка - розвиток і удосконалення функцій центральної нервової системи, нервово-м'язового апарату і вегетативних систем, що забезпечують рухову активність.

Відокремлюючи поняття функціональної підготовленості, необхідно розглянути її структуру. Зокрема, Ф. Генон в спортивній підготовленості відокремлює основні елементи (підструктури цілісної структури) [67]:

- **фізіологічна підготовленість** - детермінована адаптаційними змінами в організмі спортсмена у результаті тренування;

- **психологічна підготовленість** - детермінована адаптаційними змінами у психіці людини, пов'язаної зі специфічною діяльністю в даному виді спорту;

- **технічна підготовленість** - визначається рівнем розвитку у спортсмена здатності до виконання відповідних за формою і інтенсивністю рухових дій;

- **соціальна підготовленість**, що визначається мотивами спортивної діяльності (об'єднуюча ланка).

При цьому фізіологічна підготовленість спортсменів включає наступні компоненти адаптації:

- серцево-судинної і дихальної систем;

- м'язово-рухового апарату;

- центральної нервової системи, органів і систем до окремої спортивної діяльності.

Децю іншу диференціацію функціональної підготовленості надає В. С. Фомін, який розглядає її як рівень злагодженості взаємодії (взаємообумовленості) чотирьох компонентів [297]:

- **психічного** (сприйняття, увага, оперативний аналіз ситуації, прогнозування, вибір і прийняття рішення, швидкість та точність реакції, швидкість переробки інформації, інші функції вищої нервової діяльності);

- **нейродинамічного** (збудливість, рухливість і стійкість, напруженість та стабільність вегетативної регуляції);

- **енергетичного** (аеробна і анаеробна продуктивність організму);

- **рухового** (сила, швидкість, гнучкість і координаційні здібності (спритність)).

Диференціюючи компоненти функціональної підготовленості (за В. С. Фоміним) у відповідності до її видів, автори пропонують руховий компонент об'єднати з фізичною підготовленістю, а психічний компонент вважати аналогічним психофункціональній (психічній) підготовленості [263, 297]:

перший рівень - «базовий рівень функціональної підготовленості» поєднує неспецифічні енергетичний і нейродинамічний компоненти;



другий - «спеціально-базовий рівень функціональної підготовленості» поєднує руховий (фізична підготовленість) і психічний (психологічна підготовленість) компоненти;

третій - «спеціальний рівень функціональної підготовленості» поєднує технічну і тактичну підготовленість як інтегральний прояв функціональних можливостей, що обумовлюються розвитком властивостей і якостей компонентів першого та другого рівнів у специфічній руховій функції.

Компоненти функціональної підготовленості знаходяться у певній взаємодії. Автори вважають, що архітектура цих взаємозв'язків підпорядковується певній ієрархії, яка в свою чергу може бути підставою для умовного поділу компонентів і функцій на глобальні (інтегральні) і допоміжні (окремі) [263]. До глобальних компонентів відносять: «інформаційну функцію», «регуляторну функцію», «функцію енергопродукції» і «рухову функцію». Допоміжні або окремі функції є складовими частинами глобальних.

Необхідно відзначити, що наведена схема є достатньою мірою умовною і є узагальнюючою. Можливо, варто було б більшою мірою конкретизувати окремі функції за кожним з головних компонентів, зокрема доповнити якісними характеристиками у відповідності до критеріїв відокремлених В. С. Міщенко - потужності, рухливості, економічності, стійкості функціонування і реалізації функціональних можливостей [177]. При цьому В. С. Горожанин ці фундаментальні властивості розглядає не як компоненти функціональної підготовленості, а саме як характеристики і властивості тих або інших компонентів функціональної підготовленості [73].

Абсолютно погоджуючись з точкою зору про те, що функціональну підготовленість необхідно розглядати як фізіологічну основу, базисом всіх інших видів підготовленості, слід диференціювати функціональну складову за кожним видом спеціально-технічної підготовленості - технічній, фізичній, тактичній та психічній [263]. Зокрема, Ф. Генев, який відзначав, що фізіологічна підготовленість є основою всієї спортивної діяльності і особливо тієї, яка потребує перебігу окремих фізіологічних функцій організму спортсмена на максимальному рівні [67].

Виходячи з вищевказаного, сутність функціональної підготовленості можна вважати рівень досконалості фізіологічних механізмів, їх го-

товність забезпечувати, на окремому проміжку часу, прояв необхідних для спортивної діяльності якостей, оскільки сутністю, наприклад, фізичної підготовленості є рівень розвитку рухових здібностей і якостей та зовнішній їх прояв.

Структурно функціональна підготовленість може бути відокремлена у вигляді компонентів, що знаходяться на різних рівнях, підпорядковуючи і взаємодоповнюючи один одного [263]:

- **інформаційно-емоційний компонент** включає процеси сенсорного сприйняття, пам'яті і емоційних проявів;

- **регуляторний компонент** поєднує механізми моторного, вегетативного, гуморального і коркового контурів регуляції;

- **руховий компонент** включає функції опорно-рухового апарату;

- **енергетичний компонент** відображає потужність, рухливість, ємність і ефективність аеробного і анаеробного механізмів енергопродукції;

- **психічний компонент має прояв** на рівнях розвитку психічних якостей, психічного стану і психічної працездатності.

Інформаційно-емоційний, регуляторний і енергетичний компоненти складають «базовий рівень функціональної підготовленості». При цьому інформаційно-емоційний і регуляторний компоненти забезпечують функцію управління [263].

Руховий і психічний компоненти формують «спеціально-базовий рівень функціональної підготовленості».

«Спеціальний рівень підготовленості» є надбудовою над функціональною підготовленістю, включає фізичний, технічний і тактичний види підготовленості, через які інтегрально проявляються функціональні можливості, які обумовлюються розвитком властивостей і якостей компонентів першого і другого рівнів, у вигляді специфічної рухової функції.

Слід особливо відзначити дуже важливу роль таких характеристик, які притаманні всім розглянутих компонентам, зокрема, функціональна потужність, мобілізація, стійкість, економізація та спеціалізація.

Досконалість фізіологічних механізмів, що є основою функціональних можливостей, більшою мірою, залежить від їх функціональних властивостей - потужності, мобілізації, економічності і стійкості, які виступають як якісні характеристики функціонування фізіологічних

систем, обумовлюючи високий рівень фізичної працездатності, є інтегральним показником функціональної підготовленості [177, 202, 254, 263]. Функціональні характеристики факторів, які визначають функціональні можливості організму, дозволяють найбільш повно і адекватно відображати функціональну підготовленість організму [177].

Розглядаючи окремо кожну функціональну характеристику, автори доходять до висновку, що потужність є верхньою межею функціонування фізіологічних систем або груп систем, що містять окремі структурні компоненти функціональної підготовленості [177]. Потужність функціонування всіх механізмів, що забезпечують фізичну працездатність, розглядається як специфічна характеристика, визначається рівнем енергопродукції і енерговитрат, необхідних для виконання механічної роботи. Кількісною мірою функціональної потужності є швидкість енерговитрат, пов'язаною з реалізацією м'язової механічної роботи і досягненням необхідного ефекту [73]. Найбільш інформативними показниками функціональної потужності вважають величини максимальної аеробної продуктивності і максимальної потужності короточасного м'язового навантаження. Разом з тим висока потужність не є остаточною характеристикою високого рівня функціональних можливостей [174, 175, 177].

У відповідності до результатів досліджень, в якості факторів потужності розглядаються характеристики морфофункціонального статусу організму, а також динаміка змін показників фізіологічних систем при виконанні максимальних м'язових навантажень, відображаючи максимальну потужність функціонування організму [73, 137, 157, 177]. Показники морфофункціональної потужності, що характеризують особливості соматотипу, детермінує рівень фізичної працездатності і вікового розвитку людини, особливості психічної діяльності, метаболізму, компенсаторних реакцій організму [110]. У зв'язку з цим для одних спортивних спеціалізацій вирішальним фактором результативності є тотальні розміри тіла, для інших - пропорції його окремих частин, для третіх - ступінь розвитку і специфіка розподілу м'язової маси та жирової тканини, функціональні особливості фізіологічних систем (об'єм серця та легенів, загальний об'єм крові, кількість гемоглобіну, максимальне споживання кисню тощо [110].

Показники функціональної потужності мають специфічні особливості, які визначаються характером м'язової діяльності. При чому ці

особливості проявляються як в умовах м'язового спокою, так і у реакціях на максимальні фізичні навантаження, що може у подальшому використовуватись при визначенні модельних якісних характеристик функціональної підготовленості спортсменів різних спеціалізацій.

Одним з ключових моментів розвитку адаптованості є підвищення мобілізаційних можливостей або «функціональної мобілізації», що виражається в більш швидкому виході функціональних систем на необхідний рівень змін при початку виконання фізичного навантаження, підвищення максимальних можливостей організму в процесі специфічної м'язової діяльності, підвищення здатності організму утримувати високий рівень інтенсифікації функцій, прискорення і підвищення ефективності відновних процесів [51, 77, 137, 249, 250, 251, 263].

Функціональна мобілізація, загалом, обумовлює функціональні зміни у процесі впрацювання при постійній потужності м'язової роботи, детермінуючи межі цих змін у разі збільшення або максимальній потужності фізичного навантаження [121, 263].

Висока швидкість реагування на навантаження, швидка мобілізація функцій в початковій частині навантаження і відповідно швидке їх відновлення є надзвичайно важливим для функціональних можливостей організму в умовах перехідних режимів інтенсивності фізичного навантаження [177, 263].

Мобілізація функціональних резервів організму в екстремальних умовах спортивної діяльності реалізується на всіх рівнях організації пристосувальної активності і схильна до впливу цілого ряду факторів [51, 137].

Відзначається, що різний рівень спортивної кваліфікації (тренуваності) характеризується факторною структурою показників, що відображає мобілізацію функціональних резервів організму при м'язовій діяльності. Якщо для спортсменів невисокого класу основними факторами є показники аеробно-анаеробної продуктивності, то з підвищенням майстерності набувають значну факторну значущість показники, що характеризують ефективність мобілізації серцево-судинної і дихальної систем, а у подальшому - економічність мобілізації резервів адаптації [53, 79, 136, 138, 139, 263].

Функціональна стійкість розглядається як одна з умов оптимального функціонування основних фізіологічних систем у процесі виконання

конкретних рухових завдань в заданому діапазоні зовнішніх умов, зокрема - високої фізичної працездатності [13, 33, 177, 263, 284, 285, 365].

У свою чергу, А. А. Віру вказує, що працездатність спортсмена багато у чому залежить від функціональної стійкості, зокрема, здатності організму зберігати достатньо високу функціональну активність різних систем протягом тривалого часу для виконання рухових завдань і утримання життєво важливих констант внутрішнього середовища організму [49, 263].

Безпосередньо, при виконанні м'язової роботи функціональна стійкість розглядається як відображення здатності утримувати високі рівні енергетичних процесів і формування систем організму в умовах граничної інтенсивності фізичних навантажень, характерних для змагальної діяльності у спорті, як здатність організму ефективно реалізовувати специфічну рухову діяльність (вирішувати рухове завдання) в умовах суттєвих зрушень гомеостазу [177].

Функціональна стійкість - це багатокomпонентна властивість організму, яка включає в себе відповідні структурні компоненти функціональної підготовленості, комплекс факторів, що обумовлюють:

1) стійкість функціонування систем організму (ефективність функціонування) і максимальні зрушення параметрів внутрішнього середовища [177];

2) емоційна стійкість [99, 115];

3) стійкість психічних і психомоторних функцій [68, 119].

Функціональна стійкість фізіологічних систем - генеральна багатокomпонентна властивість, що забезпечує ефективне функціонування організму в умовах суттєвих зрушень гомеостазу, має системний характер і специфічні особливості структури та їх прояв у залежності від характеру і інтенсивності фізичного навантаження, індивідуально-типологічних властивостей організму, характеризується і детермінується гетерохронністю включення полімодальних різнорівневих фізіологічних механізмів при удосконаленні адаптованості до м'язових навантажень.

Функціональна стійкість, як генеральна властивість, детермінується багаторівневістю, багатокomпонентністю, системністю і специфічністю прояву, гетерохронізмом, тренуемістю [71, 72].

Найважливішим фактором, що визначає і відображає рівень функціональної підготовленості спортсмена, є висока економізація функціону-

вання організму, характерна для більшості видів спорту [78, 141, 287]. Економічність роботи залежить від можливостей виконавчих функціональних систем і механізмів, досконалості техніки рухів.

У спорті економізацію функцій, як процес, розглядають у відповідності до:

технічної або біомеханічної економізації (удосконалення спортивної техніки, формування ефективної структури рухів);

функціональної (фізіологічної) економізації (розвиток процесів адаптації окремих функціональних систем і цілого організму);

антропометричної економізації (особливостей статури, маса і довжина тіла, об'єм м'язової маси, відсоток жиру в організмі тощо) [51, 73, 354].

Біомеханічна економізація передбачає підвищення економічності рухів у відповідності до [92]:

1) зниження величин енерговитрат окремого циклу;

2) рекуперації енергії (перетворенням кінетичної енергії у потенційну і її зворотній перехід в кінетичну).

Функціональна економізація проявляється у формуванні трьох адаптаційних пристосувань, зокрема [51, 259, 263]:

у більш швидкому посиленні функцій на початку роботи, що збільшує її частку участі в енергетичному забезпеченні оптимальних аеробних процесів;

у зменшенні функціональних зрушень і зниження енергетичних витрат під час навантаження;

у прискоренні відновлювальних процесів.

Тією або іншою мірою спортивна діяльність людини, якою б якісної форми працездатності вона не вимагала, здійснюється однаковими м'язовими групами, реалізується однаковими центральними і периферичними механізмами, функціонально і енергетично забезпечується однаковими фізіологічними системами організму [47].

Разом з тим у залежності від виду спорту фізична вправа (результат) матиме специфічні характеристики, які забезпечуються специфічним співвідношенням внеску різних компонентів функціональних можливостей організму. Значення тих чи інших компонентів (складових) функціональних можливостей обумовлюється, крім специфіки фізичної вправи (основного фактора структури функціонального по-

тенціалу), і віковими, статевими, морфологічними та іншими особливостями організму.

Однією з характеристик, що забезпечує рівень майстерності у сучасному спорті, є саме специфічність адаптаційних процесів, які відбуваються в організмі спортсмена при впливі певних засобів і методів, що застосовуються у тренувальному процесі. Виходячи з цього, слід зазначити що, у процесі змагань функціональні резерви організму можуть успішно бути реалізовані в результаті [263]:

застосування специфічних, характерних для даного виду спорту засобів тренувальної дії;

набуття у процесі неспецифічних для даного виду спорту вправ. При цьому, на наступних етапах тренування за допомогою комплексу спеціально-підготовчих засобів перетворені у специфічні зміни, притаманні певному виду спорту.

Специфічність пристосувальних реакцій характерна не тільки для фізичних якостей і можливостей вегетативної нервової системи, але і для психічних процесів, зокрема, для вольової стимуляції працездатності при виконанні напруженої м'язової роботи.

Виконання будь-якої фізичної вправи вимагає високого рівня мобілізації усього організму, його окремих органів, функціональних систем і регулюючих механізмів, які забезпечують окремі, характерні, специфічні для даної вправи функціональні потреби (вимоги, навантаження). У відповідності до цих специфічних потреб виникає сукупність специфічних реакцій (змін) діяльності організму і, перш за все, його домінуючих функціональних систем і механізмів, що реалізують виконання даної (специфічної) вправи. Виконання різних вправ вимагає прояву різних фізичних рухових якостей - силових, швидкісно-силових, витривалості. Однак, для кожної вправи потрібно відокремлювати провідну (специфічну) фізичну (рухову) якість, рівень розвитку якої визначає успішність виконання даної вправи (спортивний результат). Кожній з вправ можна також надати характеристику з точки зору домінуючої (специфічної) енергетичної системи. Крім того виконання будь-якої вправи пов'язано з характерною тільки для цієї вправи (специфічною) координацією рухів, складом і ступенем участі активних м'язових груп.

При цьому структура функціональної підготовленості, наявність всіх її компонентів - інформаційно-емоційного, регуляторного, психічного,

енергетичного і рухового, будуть обов'язковими для всіх видів діяльності, але місце, значення тих або інших компонентів, досконалість певних механізмів, рівень розвитку функціональних властивостей і характеристик, їх поєднання та взаємообумовленість, будуть достатньою мірою специфічними для окремого виду діяльності, окремої конкретної спеціалізації у межах виду спорту (амплуа, вагова категорія тощо). Цілком логічно, що вони будуть відрізнятися на різних етапах адаптації до неї [177, 256].

Разом з тим, ще дуже багато аспектів структури залишаються невідзначеними, зокрема, яким чином відбувається взаємодія окремих компонентів, ступінь взаємокомпенсації якостей, властивостей, механізмів.

### **3.3. Характеристика компонентів функціональної підготовленості спортсменів**

Специфічна м'язова діяльність як у спорті, так і в спортивно-педагогічній діяльності, незалежно від якісної форми працездатності, забезпечується включенням всіх основних компонентів функціональних можливостей організму. Разом з тим, роль цих компонентів, їх значення для виконання тієї чи іншої діяльності більшою мірою обумовлена саме специфікою рухової діяльності, при певному впливі статевих, морфологічних та інші факторів особливостей організму.

Дана передумова вимагає створення модельних або прогностичних характеристик функціональної підготовленості організму студентів-спортсменів різних спеціалізацій, що має значне теоретичне та практичне значення для підготовки висококваліфікованих фахівців в галузі фізичного виховання та спорту. При цьому, без розуміння структури функціональної підготовленості та її компонентів неможливо агрегувати структурні елементи, що має на меті розробку модельних характеристик студентів-спортсменів різних спеціалізацій.

Зокрема, науковці відзначають що основними компонентами функціональної підготовленості організму є інформаційно-емоційний, регуляторний, руховий, енергетичний та психічний [259].

Не розглядаючи інформаційно-емоційний, руховий, психічний компоненти, оскільки є достатньою мірою вивчені в доступній науковій літературі, необхідно надати характеристику регуляторному та енергетичному у зв'язку з різноплановими поглядами на проблему, що вивчається.



### 3.3.1. Регуляторний компонент функціональної підготовленості спортсменів

Обумовленість біофізичних, біохімічних і фізіологічних процесів, що відбуваються у тканинах і органах людини, їх пристосування до умов середовища реалізується, головним чином, при безпосередній участі нервової системи, представленій центральною та вегетативною її ланками [259].

У фізіології під регуляцією мають на увазі активне управління функціями біологічної системи, з метою підтримки оптимального рівня її життєдіяльності і пристосування до умов зовнішнього середовища [259].

Параметри функцій мають властивість до зміни при підтримці їх в межах гомеостазису, що відбувається на кожному з рівнів організації і в окремі ієрархічній системі за рахунок саморегуляції [259].

Саморегуляція фізіологічних функцій є процес підтримки окремого життєво важливого фактору організму на рівні певного діапазону. Відхилення від рівня належних констант призводить до миттєвої мобілізації системних елементів для його відновлення. Дане автоматичне регулювання має циклічний характер і відбувається у відповідності до «замкнутого контуру» зі зворотним зв'язком [25].

Апаратом саморегуляції є функціональна система, зокрема взаємодія центральних і периферичних ланок, які об'єднують діючий комплекс з певними фізіологічними властивостями [8]. Даний комплекс анатомічних і функціональних показників об'єднується вибірковою взаємозалежністю при отриманні кінцевого пристосувального ефекту організму.

Досягнення корисного пристосувального ефекту обумовлює формування в нервовій системі групи взаємопов'язаних нейронів, об'єднаних у функціональну систему. Її діяльність обумовлює наступні процеси:

- обробка всіх сигналів, що надходять із зовнішнього і внутрішнього середовища організму (аферентних синтез);
- прийняття рішення про мету і завдання дії;
- створення уяви про очікуваний результат і формування конкретної програми рухів;
- аналіз отриманого результату і внесення до програми поправок (сенсорні корекції).

Фізіологічні механізми регуляції функцій організму як в стані спокою, так і при м'язовій діяльності вивчені достатньо повно і розглянуті у багатьох наукових фундаментальних роботах [8, 30, 35, 105, 111, 288, 364].

Зокрема, науковці відокремлюють у регуляторному компоненті три взаємопов'язаних і взаємообумовлюючих контурів регуляції функцій, а саме:

**моторний контур регуляції** (механізми регуляції рухів), який забезпечує належний рівень управління руховими актами, включаючи безумовно-, умовнорефлекторні реакції. У руховій діяльності людини відокремлюють довільні рухи - свідомо керовані цілеспрямовані дії і мимовільні рухи, що здійснюються без участі свідомості (безумовні реакції або автоматизовані рухові навички).

До безумовних рухових рефлексів, найчастіше представлених у спортивній діяльності та які застосовуються в якості основи для створення рухових (спортивних) навичок, відносяться: захисні рефлекси, орієнтовні рефлекси, рефлекс на розтягнення, позотонічні рефлекси, ритмічний руховий рефлекс, кроковий рефлекс, координація рухів верхніх кінцівок, автоматична координація спільних рухів верхніх та нижніх кінцівок [253, 288].

Основою управління довільними рухами людини є два різні фізіологічних механізми: 1) рефлекторне кільцеве регулювання; 2) програмне управління за механізмом центральних команд [243].

Довільні дії є рефлекторними, що було доведено І. М. Сеченовим («Рефлекси головного мозку») [243]. Ідеї І. М. Сеченова отримали подальший розвиток дослідженнями І. П. Павлова, який вважав що довільні рухи є умовнорефлекторним механізмом і підпорядковуються законам вищої нервової діяльності [194].

Довільні рухи людини реалізуються при безпосередній участі свідомості, нервовим субстратом якого є вищі відділи кори великих півкуль головного мозку - інтегративним (лобні відділи), другосигнальним [288]. При цьому довільна регуляція не взаємопов'язана з простими механізмами регуляції, які відносяться до мимовільних (умовнорефлекторних, безумовнорефлекторних).

Центральна нервова система, як складна система управління, має підсистеми, побудованими підпорядковано і ієрархічно. Дані функціо-

нальні підсистеми управління рухами здійснюють автоматичні дії, які управляють мимовільними рухами і не завжди знаходяться під контролем свідомості.

Одні з них є системою успадкованих рухових автоматичних регуляторів (безумовних рухових рефлексів), інші - набуті автоматичні рухові дії (рухові навички). Кожна з цих систем автоматичного управління рухами має двосторонній зв'язок з руховим апаратом.

Автоматичні системи управління не повністю автономні, існує певний зв'язок зі свідомістю, і в деяких випадках можуть перебувати під його контролем. Свідомість може бути ініціатором їх діяльності, регулювати, посилювати і пригнічувати її [288].

Довільна регуляція є багаторівневою, включає вищі і нижчі рівні управління функціонуванням, поведінкою і діяльністю людини. У відповідності до концепції М. О. Бернштейна про багаторівневність побудови рухів, яка відображає єдність довільних і мимовільних механізмів в управлінні довільними рухами, управління рухами здійснюється синтезованими комплексами, які ускладнюються від нижніх до верхніх рівнів регуляції [30].

Рівні і комплекси у залежності від змісту та смислової структури підпорядковують собі окреме рухове завдання. Рівень, який визначає управління і контроль у відповідності до смислової структури рухового акту, є домінуючим, який реалізує основний, вирішальний корекційний вплив. Під його управлінням (контролем) знаходяться нижчерозташовані рівні, які беруть участь у цілісному руховому акті і, реалізують окремі компоненти руху, зокрема його параметри (напрямок, амплітуду, прискорення) за рахунок регуляції тону м'язів, реципрокного гальмування, складних синергій [30].

Нижчим рівням регуляції (підсистема) підпорядковані автоматичні дії людини, зокрема мимовільним (поєднання умовних і безумовних рефлексів) і довільним, але автоматизованим актам. Автоматичні підсистеми управління взаємопов'язані зі свідомістю і можуть перебувати під його контролем, їх діяльність знаходиться під впливом свідомого імпульсу та пригнічується свідомістю.

*Вегетативний контур регуляції* функцій формують механізми, що забезпечують необхідні зміни вегетативних функцій у відповідності до потреб організму на усіх фазах рухових актів (м'язової роботи), як до, так і під час реституції після фізичних навантажень.

До вегетативних відносяться функції, які забезпечують обмін речовин в організмі (травлення, кровообіг, дихання, виділення тощо), забезпечення розвитку організму, репродуктивну, адаптацію до несприятливого впливу навколишнього середовища. Вегетативна нервова система регулює обмін речовин, збудливість і автономну роботу внутрішніх органів, фізіологічний стан тканин та окремих органів, пристосовуючи їх діяльність до умов оточення.

Вегетативна нервова система іннервує гладку мускулатуру внутрішніх органів, серце і залози зовнішньої секреції, здійснює нервову регуляцію параметрів внутрішнього середовища організму. Регуляторна функція вегетативної нервової системи, на відміну від соматичної, безпосередньо не контролюється свідомістю і здійснюється мимоволі. Однак, нервові центри головного і спинного мозку координують активність соматичної та вегетативної нервової систем, узгоджуючи між собою відповідні реакції.

Для спортивної діяльності особливо важливим є *корковий (довільний) контур регуляції*, який підпорядковує довільний контроль (управління) рухами різного характеру і довільний контроль вегетативних функцій.

При цьому проблема кортико-вісцеральних взаємовідносин є дискусійною. Зокрема, вважається, що кора головного мозку в особливих умовах управляє діяльністю вісцеральних функцій організму. Разом з тим, це управління обмежується механізмами умовного тимчасового зв'язку, що не є тотожним довільного керування [36, 301, 302]. Причиною цього є відсутність аналізу інтероцептивної сигналізації, що не сприймається людиною [90]. Разом з тим, можливість довільного управління функціями, людині потрібно отримувати інформацію, яка дозволяє вербалізувати її.

Однак, у літературі наводяться результати досліджень, які свідчать про здатність людини до зрушення газового складу крові (інтерохеморецепторів) [66]. Висловлюється думка про наявність у людини «сліпого» відчуття діяльності внутрішніх органів [194]. Наслідком даних ідей стала сформульована концепція про чутливість внутрішніх органів – інтероцепція [41, 302]. У результаті проведених досліджень було висунуто гіпотезу про існування аферентної коркової системи - вісцеральної кори. Зокрема, у звичних умовах життєдіяльності організму імпульси

від внутрішніх органів не сприймаються свідомістю, оскільки гальмуються на нижчих докортикальних рівнях [301, 302]. Визначення активізації впливу на діяльність внутрішніх органів, і його сприйняття здійснюється в екстремальних або експериментальних умовах [301, 302].

Достатньо перспективною є проблема штучного впливу в стан емоційно-вегетативної сфери. Довільне управління своїми вегетативними функціями дозволяє розширити можливості термінової, довготривалої і ефективної адаптації до екстремальних умов існування та діяльності, зокрема спортивної. При цьому, об'єктом регуляції є не серцева діяльність, функції внутрішніх органів, електрична активності мозку, а загальний емоційний стан людини. Виходячи з цього, вегетативні реакції можуть використовуватись виключно в якості об'єктивного показника цього стану, показника ефективності/неефективності форм та засобів штучного впливу на емоційну сферу [34, 42]. Дана передумова дозволяє, зокрема, довільно контролювати дихальну функцію та управління її окремими параметрами. Так, управляючи, певною мірою, дихальною мускулатурою, є можливість змінювати рівень легеневої вентиляції, обумовлюючи вплив на параметри газового гомеостазу і внутрішнього середовища організму [34, 255, 262, 304].

### **3.3.2. Енергетичний компонент функціональної підготовленості спортсменів**

Енергетичним компонентом є функціонування єдиного комплексу систем енергозабезпечення (дихання, кровообігу, крові), умовно, підрозділяючись і характеризуючись на аеробну та анаеробну продуктивність організму. Рівень удосконалення компоненту визначається об'ємом і інтенсивністю і, зокрема, потужністю тренувальних та змагальних навантажень людини [253, 297, 322]. Енергетичний компонент, певним чином, є визначальним у прояві і розвитку інших компонентів функціональної підготовленості, що дозволяє зробити припущення щодо отождоження рівня розвитку механізмів енергозабезпечення з функціональною підготовленістю людини [259].

Рівень енергопродукції детермінує прояв і розвиток фізичних якостей - рухового компоненту (сили, швидкості, витривалості) функціональної підготовленості, основою якого є реалізація певного механізму ресинтезу АТФ.

### *Аеробна продуктивність*

Аеробна продуктивність визначається як функціональні можливості організму людини, які забезпечують надходження, транспорт і утилізацію кисню в організмі при м'язовій діяльності [258].

Аеробний механізм ресинтезу АТФ безпосередньо пов'язаний з аеробними процесами окислення енергетичних субстратів. Аеробні можливості організму визначаються об'ємом субстратів, зокрема глікогену м'язів і печінки, ліпідів м'язових волокон, жирових депо організму (підшкірної жирової тканини, сальники тощо). Тривалі фізичні навантаження забезпечуються, головним чином, енергією за рахунок аеробних процесів, при цьому ліпіди є основним енергетичним джерелом скелетних м'язів.

Реалізація аеробних процесів потребує високого рівня киснево-транспортних можливостей для належного забезпечення працюючих м'язів киснем, детерміновані здатністю дихальної, серцево-судинної систем і системою крові забезпечувати киснем працюючі м'язи та подальшу його утилізацію.

Субстратами аеробного ресинтезу АТФ є вуглеводи, жири і кисень, співвідношення яких визначається потужністю фізичної роботи. Робота низької інтенсивності (до 50% МСК) забезпечується енергією, головним чином за рахунок окислення жирів. При збільшенні інтенсивності роботи в енергозабезпеченні зростає об'єм вуглеводів при зменшенні частки жирів [258].

Робота на рівні 90% МСК викликає активну мобілізацію вуглеводів, частка яких для енергопродукції становить близько 90%. Максимальна інтенсивність роботи, що виконується більше ніж 5-6 с практично повністю забезпечується за рахунок вуглеводів [258].

Аеробна продуктивність характеризується, перш за все, станом кардіореспіраторної системи, що, поряд з іншими функціональними можливостями організму, визначає фізичну працездатність людини і детермінує рівень її здоров'я [258].

Зокрема відокремлюють наступні фактори, що визначають рівень аеробної працездатності [258]:

фактори, відповідальні за надходження кисню в організм (респіраторна система);

фактори, що визначають утворення оксигемоглобіну (система крові);

фактори, що забезпечують транспорт кисню до тканин (киснево-транспортна система);

фактори, що обумовлюють утилізацію кисню тканинами (система утилізації  $O_2$ ).

Аеробна продуктивність характеризується критеріями потужності, ємності, рухливості і ефективності енергопродукції.

**Потужність аеробного механізму** відображає величина максимального споживання кисню МСК, є однією з основних властивостей аеробного енергозабезпечення. Абсолютні значення розраховуються у  $мл \cdot хв^{-1}$ , відносні – у відповідності до маси тіла індивідууму  $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ ). Найбільші значення відносних показників відзначаються у спортсменів циклічних видів спорту ( $65-80 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ) [258].

**Ємність аеробного механізму** розглядається як здатність утримувати тривалий стан, при якому організм здатний утилізувати максимальний об'єм кисню ( $95 \pm 5\%$ ). Ємність визначається на підставі часу утримання МСК при виконанні фізичної роботи. Дана ознака коливається у підготовлених спортсменів на рівні МСК більше 30-40 хв [258].

**Рухливість аеробного механізму** енергозабезпечення – це час, необхідний для досягнення МСК, який у підготовлених спортсменів становить 2,5-3 хв. Розширені можливості дозволяють знизити дефіцит  $O_2$  на початку роботи, швидше вийти на рівень стійкого стану і забезпечити більш високий рівень працездатності [258].

**Ефективність аеробного механізму** енергозабезпечення або коефіцієнт корисної дії механізму дозволяє визначити об'єм енергії, що вивільняється за рахунок окисного фосфорилування. Ефективність аеробного механізму коливається в діапазоні 30-60% і в міру підвищення тренуваності збільшується. Визначається на підставі розрахунку коефіцієнта використання кисню з видихаємого повітря на рівні МСК. Найчастіше в якості показників аеробної ефективності використовується величина порогу анаеробного обміну (ПАО) у % від МСК або величиною ЧСС. Зокрема, у нетренованих осіб величина ПАО становить 50-60% від МСК при ЧСС = 130  $ск. \cdot хв^{-1}$ , у спортсменів - до 70-90% від МСК при ЧСС до 160-170  $ск. \cdot хв^{-1}$  [258].

Рівень розвитку аеробних процесів енергоутворення характеризує максимальне споживання кисню (МСК), яка визначає максимальні можливості фізіологічних систем, що беруть участь в забезпеченні м'язової

роботи киснем (респіраторна, системи кровообігу, крові та тканинної утилізації кисню) [258].

Регулярні заняття фізичними вправами, що знаходяться в межах аеробної продуктивності, сприяють підвищенню відносних величин МСК. Однак, головною проблемою у диференціації величини збільшення МСК є обумовленість генетичних і фенотипічних факторів, що детермінують вихідні значення ознаки та її динаміку. Головним завданням є визначення темпів позитивної динаміки показника МСК на різних етапах адаптації організму до фізичних навантажень [258].

У фізично активних, здорових осіб величина МСК зберігається в діапазоні середніх значень ( $40-50 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$  для чоловіків і  $35-43 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$  для жінок). За висновками різних дослідників у результаті тренування, загальний розмір приросту величин МСК, що залежить від частоти, тривалості, інтенсивності та вихідного рівня тренуваності, становить від 7 до 50% [166, 324, 258].

Протягом кожного тривалого тренувального циклу рівень аеробної продуктивності достатньо швидко підвищується протягом перших одного-двох місяців тренування у підготовчому періоді, з подальшим уповільненням динаміки та зниженням в змагальному періоді, що наперед пов'язано зі збільшенням частки високоінтенсивної роботи анаеробної спрямованості [52, 321].

Діагностика аеробної продуктивності обумовлює визначення загального об'єму приросту МСК у процесі систематичних і довготривалих фізичних тренувань на різних етапах адаптації. Зокрема, проведені дослідження спортсменів різної кваліфікації, які перебувають на різних етапах багаторічної адаптації, дозволяють відокремити етапи адаптації у відповідності до рівня їх підготовленості: початковий етап знаходиться на рівні III спортивного розряду; проміжний - від II до I розряду, заключний - від рівня КМС до майстра спорту міжнародного класу [137, 138].

Зокрема автором було встановлено:

1. У період початкової адаптації (перші 1-3 роки тренувань) середньорічний приріст відносного МСК ( $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ) найбільш високий - до 6-7% на рік, що становить близько 18-20%.

2. На другому (проміжному) етапі адаптації середньорічний приріст відносного МСК ( $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ) знижується до 3 - 4%. При тривалості



цього етапу в середньому близько 3 років загальний приріст МСК становить 10-12%.

3. На заключному етапі адаптації (4-5 років) середньорічний приріст відносного МСК ( $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ) ще нижчий - 1-2%, що в цілому становить близько 5-7% до початкового рівня.

Сумарний приріст величини відносного МСК ( $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ) за всі періоди підготовки становить близько 30 - 35%.

#### *Анаеробна продуктивність*

Анаеробна продуктивність (або анаеробна працездатність) характеризується можливостями організму здійснювати напружену м'язову роботу в умовах дефіциту транспорту киснем за рахунок анаеробних механізмів енергозабезпечення [258].

В анаеробному шляху ресинтезу АТФ розрізняють два основних механізми:

1) *Анаеробний алактатний або креатинфосфокіназний механізм*. Алактатні можливості організму спортсмена залежать від можливостей використання енергії в умовах відсутності кисню, що значною мірою визначається об'ємом макроергічних фосфорних сполук (АТФ і КрФ), потужністю відповідних ферментних систем і швидкістю їх витрат [258];

2) *Анаеробний гліколітичний механізм* є більш повільним за швидкістю розгортання, ніж креатинфосфокіназний. Гліколітичні, або лактатні можливості організму залежать від запасів вуглеводів, які знаходяться в основному у вигляді глікогену м'язів і печінки, вільної глюкози крові та позаклітинної рідині. Гліколітичні можливості, крім того, залежать від здатності організму протидіяти несприятливим змінам, пов'язаних з накопиченням значної кількості молочної кислоти. Наступне окислення лактату відбувається у скелетних м'язових волокнах, серцевому м'язі, печінці тощо. У печінці, крім того, здійснюється ресинтез молочної кислоти в глікоген. Нейтралізація лактату реалізується буферними системами і залежить від буферної ємності крові, до яких відносяться бікарбонатний (13%), фосфатний (1%), білковий та гемоглобіновий (86%) [258];

Вищезазначені механізми анаеробної продуктивності характеризуються якісними і кількісними властивостями - потужністю, ємністю, рухливістю і ефективністю [258].

**Потужність** механізмів характеризує максимальну кількість енергії, що може бути вивільнена під час максимальної мобілізації. Зокрема, потужність креатинфосфокіназного механізму енергозабезпечення може бути оцінена за максимальною потужністю короточасної роботи (максимальна анаеробна потужність - МАП) [259].

**Ємність** анаеробних механізмів характеризує сумарну кількість енергії, яка може бути вивільнена під час роботи. В якості ємності найчастіше оцінюють час роботи організму при даному механізмі енергозабезпечення. Анаеробна ємність визначається величиною сумарного кисневого дефіциту ( $\Sigma O_2 D$ ), утвореного після субмаксимальної роботи (4-5 л у нетренованих осіб і більше 20 л у тренуваних). Розрізняють алактатну (1/3) і лактатну фракції (2/3 від  $\Sigma O_2 D$ ) кисневого дефіциту. Енергетична ємність креатинфосфокіназного механізму становить близько  $600 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , а алактатний  $\Sigma O_2 D$  становить до  $20 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$ , у тренуваних більше  $55 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$  [258].

Енергетична ємність гліколітичного механізму становить близько  $1050 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ , час роботи - до 30-60 с у нетренованих і до 90-120 с у тренуваних. Лактатний  $\Sigma O_2 D$  становить до  $40 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$  у нетренованих і більше  $110 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$  у тренуваних. Ємність гліколітичного механізму, визначена на підставі максимальної концентрації лактату, становить близько  $0,8 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$  у нетренованих і більше  $2,2 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$  у тренуваних [258].

**Рухливість** анаеробних механізмів відображає швидкість максимально повної реалізації механізмів. При креатинфосфокіназному механізмі даний показник становить 2-3 с у нетренованих і до 1-2 с у тренуваних, після чого відбувається швидкий регрес в енергозабезпеченні роботи. Гліколітичний механізм досягає максимальних значень потужності (100%) у нетренованих за 40-60 с, у тренуваних за 20-40 с [258].

**Ефективність** анаеробних механізмів характеризує коефіцієнт корисної дії внеску (%) кожного механізму в ресинтез АТФ. При креатинфосфокіназному механізмі може становити близько 70-80%, гліколізу - близько 35% у нетренованих і до 50% у тренуваних [258].

Для анаеробної працездатності має значення ступінь досконалості компенсаторних механізмів, що дозволяють виконувати напружену роботу, незважаючи на різкі зрушення гомеостазису [258].

Анаеробні можливості є відносно нестійкими і при тривалій перерві в тренувальному процесі їх рівень швидко знижується [258].

### 3.4. Механізми підвищення функціональної підготовленості спортсменів

Основою підвищення функціональних можливостей є удосконалення процесів адаптації організму до фізичних навантажень і здатність до мобілізації функціональних резервів [259]. Адаптаційні перебудови організму до фізичних навантажень є реакцією цілого організму, спрямовані на забезпечення реалізації м'язової діяльності і підтримку або відновлення гомеостатичних констант. Адаптація є найістотнішою фізіологічною основою тренувальної діяльності спортсменів, спрямованою на формування розширення діапазону можливостей до специфічної м'язової діяльності.

Процес спортивного тренування - це взаємодія двох основних факторів, що детермінують удосконалення адаптованості (підвищення функціональних можливостей) спортсменів, зокрема:

фізичне навантаження, як основний подразник, що викликає відповідні функціональні реакції;

ефективність реституції, протягом якої відбувається стійке зміцнення функціональних і структурних змін в організмі.

Фактори можуть бути об'єднані за допомогою системи управління спортивним тренуванням. Адаптація, при цьому, відбувається на всіх рівнях живого організму (клітинному, субклітинному, тканинному, органічному, цілісного організму). Зокрема, адаптація до фізичних навантажень у спорті характеризується наступними фізіологічними закономірностями [249, 258, 262, 263].

1. Перебудовою регуляторних механізмів, формування спеціальної адаптивної функціональної системи, мобілізація і використання фізіологічних резервів організму.

2. Пристосовними змінами у здоровому організмі розрізняють за змінами звичної зони коливань факторів середовища (функціонування системи у звичайному складі з відсутністю істотних фізіологічних перебудов) і при дії надмірних факторів, з включенням до функціональної системи додаткових елементів і механізмів, з активним застосуванням фізіологічних резервів.

3. Фізіологічні механізми адаптації до дії на людину різних чинників середовища є аналогічними, серед яких провідне місце посідають неспецифічні реакції, внаслідок чого для прискорення процесу

адаптації і попередження дизадаптаційних розладів головна роль належить методам підвищення загальної неспецифічної резистентності організму.

4. Функціональна адаптивна система є сформованою взаємодією нервових центрів, гормональних і виконавчих органів, необхідних для реалізації пристосовних завдань організму до окремої рухової діяльності.

5. Процес адаптації людини до великих фізичних навантажень є важливим результатом мобілізації і використання фізіологічних резервів організму за рахунок посилення діяльності органів і систем та підвищення їх енергетичних витрат.

6. Швидкість адаптації, її об'єм і стійкість до певного фактору є показником успішності пристосування організму до будь-якого надлишкового впливу, ознакою здоров'я людини. Основною умовою, яка забезпечує збереження здоров'я і попередження дизадаптаційних розладів, полягає у тому, щоб адаптивні зрушення не виходили за діапазон резервних можливостей організму.

7. Динаміка позитивних адаптаційних змін у спортсменів характеризується: періодами фізіологічного напруження і адаптованості організму, кожному з яких притаманні окремі функціональні зміни і регуляторно-енергетичні механізми реалізації.

Цілком слушне зауваження, що адаптація має свою «ціну», оскільки активація синтезу нуклеїнових кислот і білків, що є основою адаптації, потребує значних витрат структурних ресурсів організму. Тому, для управління процесом адаптації важливого значення набуває раціональне дозування факторів, до яких адаптується організм [48]. Величина адаптаційних реакцій напряму пов'язана з силою подразника і рівнем функціональних можливостей органів та систем організму спортсмена. Вплив навантажень, що не відповідають його адаптаційним можливостям, призводить до несприятливих наслідків у діяльності різних органів і систем [89].

Виходячи з фізіологічних постулатів, адаптація до м'язової діяльності є системною відповіддю організму, спрямованою на досягнення високого рівня тренуваності, і мінімізацію фізіологічної «ціни». Фізіологічні процеси при довгостроковій адаптації відбуваються: з перебудовою регуляторних механізмів, мобілізацією і використанням фізіологічних резервів організму, формуванням спеціальної функціональ-

ної системи адаптації до конкретної трудової (спортивної) діяльності людини [247, 248, 249, 258].

Для розуміння адаптаційних процесів у організмі людини необхідно розглянути існуючі теорії адаптації.

### **3.4.1. Теорія формування системного структурного сліду (за Ф. З. Меєрсоп)**

Пристосування (адаптація) організму до фізичних навантажень є реакцією цілого організму, спрямованою на забезпечення м'язової діяльності і підтримку або відновлення сталості внутрішнього середовища організму – гомеостазису [159, 160].

Це досягається шляхом мобілізації специфічної функціональної системи, відповідальної за виконання м'язової роботи, і реалізація неспецифічної стрес-реакції організму. Процеси починають діяти і регулюються центральним керуючим механізмом, з двома ланками - нейрогенна і гормональна.

Розрізняють чотири основні стадії адаптації до фізичних навантажень.

1. Перша стадія «термінова адаптація» - початкова «аварійна» стадія процесу пристосування до фізичного навантаження, характеризується мобілізацією функціональної системи, відповідальної за адаптацію, до гранично досяжного рівня і вираженою стрес-реакцією. Реакція організму відрізняється «недосконалістю» - головним чином, внаслідок недосконалості керуючої, регулюючої системи.

Головними результатами стрес-реакції є:

- мобілізація енергетичних ресурсів організму і їх перерозподіл в органи і тканини функціональної системи адаптації;
- потенціал роботи самої системи;
- формування структурної основи довгострокової адаптації.

2. Друга, перехідна, стадія довгострокової адаптації до фізичних навантажень полягає у вибіркового збільшенні певних структур у клітинах органів функціональної системи, активації синтезу нуклеїнових кислот і білків. За рахунок цього розширюються ланки, що лімітують інтенсивність і тривалість рухової реакції на етапі термінової адаптації, зменшуючи стрес-реакцію. Крім того, відбувається формування системного структурного «сліду» - комплексу структурних змін, що розвиваються у системі, відповідальній за адаптацію.

При цьому формування системного структурного «сліду» забезпечує:

збільшення фізіологічних можливостей домінуючої системи за рахунок вибіркового збільшення кількості саме тих клітинних структур, які лімітують функцію домінуючої системи;

підвищення економічності функціонування системи, відповідальної за адаптацію.

3. Третя стадія «стійкої адаптації» характеризується завершенням формування системного структурного «сліду». Відокремлюють три основні риси сформованого структурного «сліду»:

зміна апарату нейрогормональної регуляції на усіх рівнях, що проявляється у формуванні сталого умовнорефлекторного динамічного стереотипу і збільшення кількості набутих рухових навичок;

збільшення потужності і підвищення економічності функціонування рухового апарату;

збільшення потужності і економічності функціонування апарату зовнішнього дихання і кровообігу.

4. Четверта стадія - «зношування» системи, відповідальної за адаптацію. (Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшеннікова, 1988).

### **3.4.2. Теорія стресу (за Г. Сел'є)**

Теоретичний аналіз Г. Сел'є дозволив встановити, що розуміння і оцінку концепції адаптаційного синдрому потрібно шукати не у фактах, а на її обумовленості [242, 259]. При формуванні основних положень концепції Г. Сел'є розглядав системний стрес як суму усіх неспецифічних біологічних феноменів, що виникають у відповідь на вплив, який викликає загальний адаптаційний синдром.

Загальний адаптаційний синдром Г. Сел'є охарактеризував як підвищення активності гіпофізу, збільшення маси коркового шару надниркових залоз зі зменшенням вмісту в них ліпідів і холестерину, збільшення виведення з організму кортикостероїдів, інволюцію тимико-лімфатичного апарату, виникнення виразок шлунково-кишкового тракту. Згідно з концепцією Г. Сел'є, загальний адаптаційний синдром, що виникає при стресі, має три фази: тривоги, резистентності, виснаження. У залежності від супутніх умов синдром адаптації може бути корисним або шкідливим.

Автор теорії підкреслював, що адаптаційний синдром сам по собі не є патологічною реакцією, а навпаки - фізіологічна реакція на ушкодження має захисний характер. Однак, синдром, подібний до інших біологічних реакцій, є не завжди оптимально ефективним. Захворювання, при яких неадекватність синдрому адаптації має навіть більше значення, ніж специфічний ефект патогенного агента відноситься, переважно, до «хвороб адаптації». Варіабельність патологічних змін при хворобах адаптації Г. Сел'є пояснює переважною обумовленістю, яка залежить від попередньої сенсibilізації. Він вказує, що у залежності від обставин синдром адаптації може бути корисним або шкідливим для організму. Вплив стресорів не можна розглядати як обов'язкову причину виникнення захворювань. Основою загального адаптаційного синдрому є стандартна біологічна реакція, у якій провідна роль відводиться системі гіпофіз - кора наднирок.

Механізми стресу реалізуються через цю систему, гормонами якої є адренкортикотропний гормон, соматотропний гормон, вазопресин, гонадотропні гормони, кортикостероїди. Одночасно активується система симпатичних нервів і мозкової речовини надниркових залоз. Підвищення у крові вмісту катехоламінів викликає подальше посилення активності гіпофізу.

### **3.4.3. Теорія мобілізації резервів організму (за О. С. Мозжухіним)**

Адаптація спортсмена до м'язової діяльності забезпечується формуванням у його організмі системи мобілізаційних функціональних резервів [180]. Всі резерви, що починають реалізовуватись при значній інтенсифікації діяльності людини, можна позначити як функціональні, є прихованими можливостями організму, і полягають:

- у зміні інтенсивності і швидкості енергетичних та пластичних процесів обміну на клітинному і тканинному рівнях;

- у зміні інтенсивності і швидкості фізіологічних процесів на рівні органів, систем та цілого організму;

- у збільшенні фізичних (сила, швидкість, витривалість) і поліпшенні психічних (усвідомлення мети, готовність боротьби для її досягнення тощо) якостей;

- у здатності до створення нових і удосконалення старих рухових та тактичних навичок.

Дана характеристика дозволяє функціональні резерви відокремити за своїм походженням на два окремі класи - біологічні і соціальні.

До біологічних слід віднести біохімічні та фізіологічні резерви. Перші визначають швидкість, об'єм біохімічних процесів, пов'язаних з економічністю та інтенсивністю енергетичного і пластичного обмінів, їх регуляцією; другі - пов'язані з інтенсивністю, тривалістю роботи органів і систем та їх нейрогуморальною регуляцією.

До соціальних резервів відносять психічні (психологічні) і спортивно-технічні (професійні) резерви. Перші пов'язані із соціальною мотивацією діяльності, а другі - з організацією тактико-технічних особливостей рухової діяльності.

### **3.5. Фактори, що визначають функціональну підготовленість (фізичну працездатність) людини**

Фізична працездатність є інтегральним показником функціонального стану і функціональної підготовленості спортсменів [177, 303]. Рівень фізичної працездатності - результат процесу адаптації організму до фізичних навантажень [254, 259].

Фізична працездатність спортсменів є найважливішою умовою для розвитку всіх основних фізичних якостей, основою здатності організму до виконання специфічних навантажень, можливості реалізувати функціональний потенціал, до інтенсифікації відновних процесів, що визначає спортивний результат практично на всіх основних етапах багаторічного тренування [13, 104, 158, 202, 254, 259, 303].

Під фізичною працездатністю розглядають максимальне навантаження, яке людина може виконати. Виходячи з загальних понять, під терміном мають на увазі потенційну здатність людини виконувати роботу певного характеру і виду у заданих режимах зовнішніх умов або здатність реалізувати максимум фізичного зусилля статичної, динамічної або змішаної роботи [13, 14, 259, 323].

Фізична працездатність спортсменів - межа і діапазон потужності фізичного навантаження, у діапазоні яких спортсмен за визначений час здатен його виконувати, зберігаючи оптимальний рівень функціонування організму (економічність і стабільність основних параметрів фізіологічних систем) [13, 254, 259].



Фізична працездатність, поряд з технічною, тактичною і психологічною, є однією з найважливіших сторін підготовленості спортсмена, яка забезпечує ефективність змагальної діяльності і є важливою передумовою розвитку основних фізичних якостей. Фізична працездатність розглядається як базис для розвитку специфічних якостей, здатність організму до виконання специфічних навантажень, можливість реалізувати функціональний потенціал з максимально інтенсивним процесом відновлення в умовах спортивної діяльності [13, 254, 259].

Разом з тим, фізична працездатність є багатокомпонентною властивістю організму, яка залежить від багатьох чинників - тілобудови і соматологічних показників, потужності, смності, ефективності механізмів енергопродукції, сили та витривалості м'язів, нейром'язової координації, стану опорно-рухового апарату тощо. Однак, незважаючи на те, що працездатність забезпечується одними і тими ж системами організму, підпорядковуючись однаковим факторам, роль цих систем і факторів неоднакова у залежності від спортивної спеціалізації, віку тощо [48, 136, 246, 259, 263, 297].

Внаслідок цього, визначення основних чинників, що обумовлюють і лімітують фізичну працездатність спортсменів, основних закономірностей її динаміки у різні періоди виконання м'язової навантаження - необхідна умова раціонального планування спортивно-педагогічного процесу та оптимальної реалізації програми підготовки, і як наслідок - підвищення функціональної підготовленості. Це обумовлює оптимальне забезпечення ефективного відновлення організму після фізичних навантажень, та диференційований контроль функціонального стану організму спортсменів на різних етапах багаторічної підготовки.

Діапазон функціональних можливостей, що визначають працездатність людини, залежить від трьох основних параметрів:

- 1) здатності організму до інтенсифікації функцій у повній відповідності з енергетичними потребами;
- 2) стабільності функцій організму, можливості зберігати стійкий стан гомеостазису в умовах напруженої роботи;
- 3) витривалості (резистентності) до змін, що відбуваються у внутрішньому середовищі організму.

Крім того, збільшення функціональних можливостей пов'язане з підвищенням економізації функцій організму [141, 259].

Плануючи процес підвищення функціональної підготовленості спортсменів, або при організації за її комплексним контролем, слід враховувати, що на різних етапах багаторічної спортивної підготовки внесок у забезпечення працездатності різних резервів організму є неоднорідним. У даному ракурсі достатньо показовими є дослідження С. Н. Кучкіна (1986), на підставі яких було сформульовано припущення про резерви дихальної системи, яка може визначати стратегію оцінки і діагностику функціонального стану респіраторної системи [137].

На підставі досліджень за участю спортсменів різної кваліфікації і віку було відокремлено три категорії резервів дихальної системи:

1. резерви потужності характеризують рівень морфофункціональних можливостей апарату зовнішнього дихання (показники ЖЄЛ, пневмотахометрії, МВЛ, співвідношення ХОД до МЛВ, сили і витривалості дихальних м'язів);

2. резерви мобілізації, що визначають здатність дихальної системи реалізувати власні морфофункціональні можливості в умовах м'язової роботи (показники співвідношення величини дихального об'єму на рівні МСК до величини ЖЄЛ,  $\text{ХОД} \times \text{МВЛ}^{-1}$ );

3. резерви ефективності/економічності характеризуються злагодженою роботою ланок дихальної функції, які відображають енергетичну вартість вентиляції і у підсумку – коефіцієнт корисної дії респіраторної функції, які визначаються показниками коефіцієнту використання кисню ( $\text{КВО}_2$ ) при МСК, співвідношенням поглинання кисню (%) і показник кисневого ефекту дихального циклу ( $\text{КЕ}_{\text{ш}}$ ) при МСК.

Динаміка удосконалення дихальної функції протягом багаторічної спортивної підготовки (і різних параметрів дихальної функції) характеризується етапністю включення різних резервів дихальної системи у забезпеченні киснем організму при м'язовій роботі (забезпечення аеробної продуктивності). У процесі адаптації організму відбувається удосконалення аеробної продуктивності при послідовному включенні резервів дихальної функції: на початкових етапах адаптації домінуючим є підвищення резервів потужності; на етапі спортивного удосконалення - реалізуються резерви мобілізації. На завершальному етапі адаптації до м'язових навантажень відбувається мобілізація резервів ефективності - економічності, що призводить до удосконалення роботи всієї функції-

ональної системи кисневого забезпечення організму, підвищення її коефіцієнту корисної дії [137].

Розглядаючи це питання, у відповідності до іншого підходу, науковці вказують, що удосконалення аеробної продуктивності відбувається не рівномірно у всіх ефektorних системах (вентиляція, циркуляція крові і утилізація організмом кисню), що визначає кисневе забезпечення організму, у результаті чого на різних етапах адаптації значимість тієї чи іншої системи стає домінантною. Дослідження показали, що удосконалення аеробної продуктивності у процесі адаптації організму до напружених м'язових навантажень є складним процесом, який відбувається у відповідності до трьох етапів адаптації: на початковому етапі найбільш істотне значення має підвищення обсягу та вентиляційної функції легень, на другому – серцево-судинна системи (фактор циркуляції) і, на заключному - фактори, що забезпечують високий ступінь утилізації організмом кисню. Отримані факти свідчать про те, що адаптація призводить до певного часткового заміщення більш енерговитратних функцій дихання і кровообігу на менш ємнісну систему утилізації  $O_2$  тканинами [139].

Виходячи з вищевикладеного, удосконалення аеробної продуктивності дозволяє цілеспрямовано підвищувати домінуючі компоненти функціональної підготовленості, диференціювати основні параметри, що характеризують функціональний стан дихальної системи та мають найбільше діагностичне значення на тому чи іншому етапі спортивного удосконалення, і можуть бути використані для контролю підготовленості спортсменів.

Цілком можливо, що дана ієрархія резервів характерна і для інших функціональних систем організму, які визначають та лімітують спеціальну працездатність [259]. Подібний підхід може бути достатньо перспективним для оцінки функціонального стану не тільки однієї дихальної системи, але й організму в цілому [259].

Підтвердженням цього є методологічний підхід до дослідження механізмів фізичної працездатності і оцінки її готовності рухової системи [73]. Зокрема, функціональна рухова система розглядається як взаємопов'язана система, що складається з трьох блоків: блоку управління і координації, блоку енергозабезпечення та блоку елементів пересування [259].

У якості характеристик функціонування окремих блоків рухової системи автор рекомендує використовувати: потужність (режим роботи) рухової системи; «стійкість» рухової системи («стійкість» блоку енергозабезпечення); економічність рухової системи [73, 259].

**Потужність (режим роботи) рухової системи** визначається як специфічна характеристика, що обумовлюється рівнем енерговитрат, необхідних для виконання механічної роботи в рухах різного роду. Кількісною мірою потужності є швидкість енерговитрат, пов'язана з виконанням механічної роботи м'язами тіла і досягненням необхідного ефекту.

**Стойкість рухової системи** (стійкість блоку енергозабезпечення) визначається як здатність всієї системи енергозабезпечення функціонувати тривалий час в умовах постійної зміни параметрів внутрішнього середовища, генеруючи, при цьому, необхідну кількість енергії, необхідної для виконання механічної роботи.

Поняття стійкості тісно пов'язане з поняттям гомеостазису. Практичною оцінкою ступеня стійкості блоку енергозабезпечення може бути величина МСК, як інтегральна характеристика, пов'язана з діяльністю серцево-судинної системи, дихання, транспорту газів крові та системи утилізації кисню тканинами [52, 73, 137, 167, 259].

**Економічність рухової системи** визначається як властивість надійно виконувати механічну роботу при мінімальних витратах енергії. Відокремлюють три компоненти економічності рухової системи людини: фізіологічний компонент економічності, який визначається економічністю функціонування фізіологічних функцій; біомеханічний компонент, який визначається економічністю виконання рухів (технікою); антропометричний компонент, який визначається особливостями тілобудови [259].

Запропонований методичний підхід до дослідження механізмів фізичної працездатності є достатньо перспективним для удосконалення системи підготовки спортсменів. Зокрема визначення і кількісна оцінка головних характеристик рухової системи, а саме: потужність, стійкість, економічність дозволяє з високою вірогідністю прогнозувати потенційно можливі досягнення у циклічних видах спорту з високим рівнем прояву працездатності [259].

Не менш важливою є детермінованість зазначених характеристик і для ациклічних видів спорту, у яких аеробна продуктивність хоч і не є

вирішальною, але є достатньо істотною. У цих видах спорту досягнення значною мірою буде визначатись оцінкою потужності і економічності рухової системи, розробкою засобів і методів, спрямованих на їх розвиток [73].

Крім того автор відзначає, що основними факторами функціональної підготовленості, високого рівня фізичної працездатності є функціональні резерви організму і якість їх регулювання.

Достатньо обґрунтовано вивчені такі фактори, які обумовлюють функціональну підготовленість, зокрема: енергетичний - рівень розвитку аеробної і анаеробної продуктивності; руховий – рівень розвитку основних рухових якостей з акцентом на провідну якість у залежності від виду спорту; нейродинамічний - визначається станом центральної нервової системи. Ці компоненти, певною мірою, є специфічними для різних видів спорту [246].

Комплекс функціональних резервів організму включає наступні складові [175, 177, 259]:

**1. Гранична потужність функціонування організму** пов'язана з рівнем енергетичного обміну, активністю гормональної та ферментативної діяльності, морфофункціональним розвитком сенсорних і ефекторних систем - кардиореспіраторної, м'язової. Потужність функціонування систем організму залежить від запасів джерел енергії, активності розвитку аеробних і анаеробних механізмів енергоутворення.

**2. Економічність функціонування систем** визначає функціональну і метаболічну «ціну» рівнів роботи, транспорту газів і споживання кисню, загальну економічність перетворення енергії [175, 177]. Розвиток резервів потужності функціонування не виключає, а навпаки, передбачає економічне, ефективне їх використання.

**3. Широкий робочий діапазон функціонування фізіологічних систем** визначається здатністю організму мобілізувати свої ресурси при наявності низького рівня оперативного спокою. Фактор об'єднує високу економічність і високу мобілізуючу здатність організму.

**4. Рухливість функціонування систем**, що визначається швидкістю «розгортання» функціональних і метаболічних реакцій при змінах інтенсивності роботи, властивих спортивній діяльності, є найважливішим чинником, який визначає працездатність. Фактор є найспеціалізованішим, тобто пов'язаний зі спортивною спеціалізацією.

Зазначається, що швидкість функціонування, більшою мірою, генетично, спадково детермінована, і її доцільно враховувати при спортивному відборі та спортивній орієнтації [13, 259].

Перераховані фактори обумовлюють стабільність (стійкість) функціонування фізіологічних систем і всього організму протягом періоду часу, який потрібен для ефективного виконання конкретної рухової дії. Стабільність функціонування систем визначає здатність підтримки високого рівня енергетичних функціональних реакцій. Для підтримки стійкого функціонування важливу роль набуває стабільна аеробна продуктивність, що виключає менш економічні анаеробні джерела енергозабезпечення [13, 259].

Відомо, що у ході багаторічного тренування підвищення рівня спеціальної працездатності спортсмена характеризується лінійним зв'язком зі спортивним результатом [259]. Динаміка ж різних функціональних показників має різні тенденції: для одних функціональних показників, що істотно впливають на підвищення спортивних досягнень лише на початковому етапі тренування, характерний уповільнений темп приросту. Для інших показників притаманний прискорений приріст на середньому рівні майстерності і певне його уповільнення. Третя група функціональних показників виявляє приріст і має високу кореляцію зі спортивним результатом на етапі вищої майстерності. Ще одна частина функціональних показників підвищується відносно рівномірно і незначно, як наслідок цілісної пристосувальної реакції організму [47, 136, 259].

Відзначається, що високий рівень функціональних можливостей у різних спортсменів досягається при різному ступені розвитку різних факторів: потужності, рухливості, економічності, стійкості [177]. Разом з тим, включення різних категорій чинників у забезпеченні високої працездатності має певну ієрархію і етапність [48, 139, 259].

Аналіз літератури показав, що багатьма науковцями проведена категоризація факторів, що обумовлюють функціональну підготовленість спортсменів, як в цілому, так і окремих її сторін [73, 137, 177, 259]. У своїх роботах дослідники всі фактори, що обумовлюють і лімітують фізичну працездатність, розглядають у межах окремих категорій. Так, В. С. Міщенко відокремлює категорії «потужності», «економічності», «реалізації» і «рухливості» [177]. В. С. Горожанін основні фактори, що

обумовлюють рухову підготовленість, розглядає як категорії «потужності», «стійкості» і «економічності» [73]. С. Н. Кучкін розрізняє категорії «потужності», «мобілізації» і «економічності-ефективності» щодо аеробної продуктивності організму [137].

Спільними для всіх цих класифікацій є категорії «потужності» і «економічності». Як фактор «потужності» більшість авторів розглядає показники, що відображають фізичний розвиток і морфофункціональний статус організму (довжина і маса тіла, ЖЄЛ тощо). До категорії факторів «економічності» відносять показники, що відображають метаболічну і функціональну «ціну» певних рівнів роботи ( $W \times ЧСС^{-1}$ , КП,  $KVO_2$  тощо) [259].

Що стосується таких категорій, як «мобілізація», «стійкість», «реалізація», «рухливість», то думки різних авторів є менш узгодженими і розглядаються як різні показники [259]. Так, наприклад, категорії «реалізації» (В. С. Міщенко) і «мобілізації» (С. Н. Кучкін) розрізняються лише назвою, а по суті, відображають одні і ті ж чинники [174, 177, 137]. Погоджується з ними і використовує Т. І. Гулбіані термін - «утилізація» [77]. В. С. Міщенко до категорії чинників «реалізації» включає показники, які відображають найбільші зрушення внутрішнього середовища організму, що формує категорію «стійкості» за В. С. Горожаніним [73, 177]. У свою чергу В. С. Горожанін до категорії факторів «стійкості» відносить показник максимального споживання кисню (МСК), тоді як у В. С. Міщенко МСК визначається, як показник «потужності» [73, 175].

Проведений аналіз літератури вказує на те, що більшість авторів спільні у визначенні змісту показників категорій «потужності» і «економічності». При цьому, найбільші розбіжності відзначаються за визначенням категорій «мобілізації», «стійкості», «реалізації».

## РОЗДІЛ 4

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Одним з головних компонентів, що обумовлює успішність реалізації спортивно-педагогічної діяльності студентів є визначення стану функціональних систем організму, яке, у відповідності до сучасних методологічних підходів реалізується з використанням різних навантажувальних тестів і порівнюється з базальним станом. При цьому визначаються можливості організму досягати певного рівня функціонування в заданих умовах діяльності. У зв'язку з цим, актуальним для дослідження є методи оцінки функціонального стану системи регуляції кровообігу, гемодинамічних параметрах та кисневим забезпеченням діяльності, що, у відповідності до концепції про серцево-судинну систему можна вважати інформативними, як індикатори адаптаційних реакцій усього організму [135].

Головним в оцінці функціонального стану цілого організму і окремих фізіологічних систем, що забезпечують реалізацію певної діяльності людини, протидія негативним чинникам зовнішнього середовища, збереження гомеостазису у межах нормованих значень, є визначення відповідних тестів і способів реєстрації найінформативніших показників, що відображають можливості організму, фізіологічної системи або одночасно декількох систем.

Обґрунтування оптимального комплексу функціональних тестів і відповідних шкал та нормативів їх оцінки є особливо актуальним для оптимізації спортивно-педагогічного процесу, індивідуалізації фізичних навантажень у відповідності до функціональних можливостей організму людини. Це дозволить теоретикам і практикам фізичного виховання, педагогіки, спортивної фізіології, застосовуючи сучасні методологічні підходи про функціональний стан кардіореспіраторної системи, зменшувати біоенергетичну «ціну» фізичної роботи з підвищенням її об'єму, не виходячи за межі оптимального рівня функціонування систем організму.

При цьому функціональні тести і тестові комплекси, особливості спортивно-педагогічної діяльності у відповідності до пріоритетності



його енергозабезпечення є, на наш погляд, модельними орієнтирами в постійному контролі та управлінні підготовкою майбутніх вчителів фізичної культури і зміцненні їх здоров'я.

Адаптаційні можливості організму, на думку Р. М. Баєвського і А. П. Берсеневої, є головними ознаками рівня здоров'я, що містить як оцінку поточного, так і прогнозованого функціонального стану. Поточний стан можна оцінити за ступенем адаптації до умов навколишнього середовища, а оскільки ступінь адаптації визначається реактивністю організму на вплив чинників навколишнього середовища в окремий проміжок часу, то оцінка має і прогностичний компонент. Поточний стан організму автори розглядають як баланс між організмом і середовищем, який визначається запасом функціональних резервів, достатність якого характеризується ступенем напруги регуляторних систем організму у даний момент його життєдіяльності [21].

Оцінка адаптаційного потенціалу організму обумовлюється проведенням функціонального тестування, яке полягає у реалізації організмом певного набору функціональних навантажень, що мобілізують його функціональні резерви. Для оцінки адаптаційних можливостей організму і його функціональних резервів, у більшості випадків, застосовують рухові проби для окремих функціональних систем. Оптимальними і інформативними пробами для оцінки функціонального стану систем організму і його адаптаційних можливостей орто- і кліностатичні, дихальні проби, фізичні та розумові навантаження [21].

Разом з тим, як вказують науковці, при функціональному тестуванні оцінені можуть бути лише резерви, що мобілізуються для окремого виду навантажень, тоді як немобілізована частина резервів оцінена бути не може [142]. Вирішення даної проблеми обумовлює застосування різних підходів до оцінки функціонального стану, зокрема, за результатами цілісної діяльності людини, спрямованої на досягнення конкретної мети. У даному випадку, як приклад, це може бути фізична робота з максимальною інтенсивністю, що виконується до відмови досліджуваного від її подальшого виконання. Оцінка функціональної підготовленості може здійснюватись і на підставі визначення діапазону функціональних можливостей окремого органу, системи органів і цілісного організму в різних умовах напруженої діяльності і впливі на організм різних факторів [142]. У відповідності до концепції В. В. Паріна і Ф. З. Меєрсона

резерв органу або системи органів може бути кількісно охарактеризований різницею між максимальним рівнем їх функціонування і рівнем цих функцій в умовах відносного фізіологічного спокою [196].

Концептуальні положення щодо серцево-судинної системи, як індикатора адаптаційних реакцій цілісного організму, дозволяє застосовувати аналіз варіабельності серцевого ритму (ВСР) у практиці фізичної культури та спорту, спортивній фізіології і різних галузях медицини, які мають на меті визначення термінових та довготривалих пристосованих реакцій на організм людини [21, 129].

Аналіз варіабельності серцевого ритму є інтегральним методом оцінки стану механізмів регуляції фізіологічних функцій у організмі людини, який дозволяє охарактеризувати загальну активність регуляторних механізмів, нейрогуморальну регуляцію серця, співвідношення між пара- і симпатичним відділами нервової системи. Поточна активність пара- і симпатичного відділів є результатом багатоконтурної і багаторівневої реакції системи регуляції серцево-судинної системи, яка здатна до термінових змін параметрів для досягнення оптимального пристосувального ефекту, відображаючи при цьому адаптаційну реакцію всього організму. Метод ґрунтується на розпізнаванні і визначенні часових значень між R - R інтервалами електрокардіограми, побудові динамічних рядів кардіоінтервалограми і аналізу отриманих числових рядів за допомогою різних статистичних та математичних методів [19, 161]. Зокрема, найчастіше застосовуються статистичний і часовий аналіз, аналіз коротких ділянок ритмограми за Г. В. Рябікіною, геометричні методи (варіаційна пульсометрія за Р. М. Баєвським, аналіз скатерограми, методи триангулярної інтерполяції), спектральний аналіз хвильової структури ритму, автокореляційний аналіз, нелінійні методи [19, 21, 239]. Важливим при застосуванні даних методичних підходів до визначення функціонального стану серцево-судинної системи є те, що зазначені методи аналізу ВСР застосовуються, виключно, при синусовому ритмі, не видозміненому порушеннями ритму або провідності.

Визначення стану серцево-судинної і дихальної функціональних систем дозволило науковцям розробити спосіб визначення функціональних резервів регуляції кардіореспіраторної системи людини [20]. Метод дозволяє оцінити функціональний стан організму на основі визначення параметрів кардіореспіраторної системи людини за допомо-

гою реєстрації ритму серця і швидкості капілярного кровотоку пальця руки з одночасною фіксацією швидкості повітряного потоку при диханні. При дослідженні визначають тривалість кардіоінтервалів та дихального циклу, швидкість пульсової хвилі.

Розділяючи думку науковців, які вказують, що визначення і оцінка функціонування окремих органів і систем, виключно, у базальних умовах є недостатнім для комплексної фізіологічної оцінки усього організму, його адаптивних можливостей і функціональних резервів [130, 131].

На наш погляд, є доцільним визначення фізіологічної (біоенергетичної) «ціни» фізичної роботи за певний об'єм виконаної фізичної роботи, як критерію ефективності функціонування організму.

Це дозволить визначати адаптаційні можливості організму, ступінь напруги і функціональний стан регуляторних систем. Зокрема, об'єднуючи в єдиний комплекс з взаємоузгодженими критеріями оцінки дослідження рівня функціонування серцево-судинної системи, балансу регуляції систем за параметрами аналізу ВРС, респіраторної системи і одночасною реєстрацією параметрів пульсової хвилі при виконанні дозованих фізичних навантажень. Даний підхід дозволить надати оцінку функціонального забезпечення спортивно-педагогічної діяльності студентів, що спеціалізуються у різних видах спорту, обумовленого домінуючим енергозабезпеченням у тому або іншому виді спорту. Це обумовлено тим, що при будь-якому тестуванні фізіологічних реакцій організму мобілізується лише частина функціональних резервів і пряма їх оцінка неможлива. Тому, з цією метою застосовуються непрямі методи у вигляді дозованих і максимальних фізичних навантажень з реєстрацією показників функціонального стану організму (ЧСС, споживання кисню, лактат тощо).

Визначення функціонального стану систем організму при виконанні навантажувальних проб дає можливість виявити домінуючий рівень енергетичного забезпечення і оцінити адаптаційні можливості. В спортивно-педагогічній практиці, спортивній фізіології та спортивній медицині застосовується значний спектр проб, які ґрунтуються на виконанні фізичного навантаження, та мають на меті визначення функціональних можливостей організму або його окремих систем. При цьому, визначається здатність організму/системи досягати певного рівня функціонування у заданих умовах.

Найбільшу практичну значущість мають теоретично обґрунтовані, детально вивчені і практично апробовані проби з фізичним навантаженням, що виконуються з застосуванням об'єктивних параметрів (електрокардіографія, спірографія, фотоплетизмографія тощо).

Фізіологічним базисом їх застосування ґрунтується на існуючих постулатах щодо механізмів функціонування різних систем організму, оскільки фізичне навантаження є природним фактором, який видозмінює гомеостатичні параметри організму у відповідності до величини діючого подразника. Аналіз та синтез окремих параметрів цих змін дозволяє оцінити стан фізіологічних регуляторно-адаптивних можливостей організму, визначити ступінь функціональної недосконалості окремих органів і систем.

З метою визначення діапазону функціональних можливостей організму людини застосовують нетривалі, дозовані у відповідності до віку, статі і фізичної кондиції фізичні навантаження. Головною проблемою при виконанні даних проб є визначення потужності навантаження у суворо регламентованих одиницях виміру системи СІ. Зокрема, тести, які в якості навантаження застосовують біг на місці або присідання, мають обмеження щодо точного визначення потужності навантаження, технічно однотипного виконання вправ і у подальшому їх точно відтворити з різним контингентом досліджуваних є, достатньо складним. Дана обставина обумовлює головну вимогу до рухових тестів і проб - можливість дозувати потужність і інтенсивність навантаження у відповідності до мети дослідження, а методика виконання повинна бути відносно простою, не вимагати особливих рухових навичок або високої координації рухів [31]. При цьому, як зазначалось раніше, найдоцільніше застосовувати тести і проби, при безпосередньому виконанні яких є можливість реєстрації показників функціональних можливостей організму людини.

На жаль, у межах даної монографії неможливо надати детальний аналіз існуючих методик проведення функціональних фізичних тестів і проб. Дане питання досить детально розглянуте у науковій і методичній літературі, в якій надано фізіологічне обґрунтування, діагностичне значення, обумовлено методику виконання, технічне забезпечення, методи контролю, інтерпретацію результатів досліджень [4, 7, 12, 24, 62, 82, 83, 94, 95, 170, 190, 279].

Виходячи з цього, ми обмежуємось розглядом методів досліджень, що застосовувались нами з метою оцінки типу тілобудови, функціонального стану кардіореспіраторної системи студентів різних груп спортивно-педагогічного удосконалення у базальних умовах, при виконанні різноспрямованих фізичних навантажень і у фазі реституції.

#### **4.1. Теоретичні і практичні аспекти застосування варіабельності серцевого ритму**

Висока чутливість і ефективність даного методу вимагає точного дотримання методичних рекомендацій з практичного дослідження ВСР та обґрунтованість аналізу, розроблені групою авторів під керівництвом проф. Р. М. Баєвського на основі узагальнення світового досвіду досліджень в галузі [16, 43].

Електрокардіографічний сигнал повинен реєструватись у вихідному положенні лежачи на спині або сидячи, в залежності від мети та завдань дослідження. Тривалість запису – не менше 5 хв. У стані відносного спокою є необхідність проводити аналіз 2-х повторних записів по 5 хв для підтвердження стану стаціонарності серцевого ритму. Обробка кардіоінтервалограм і аналіз варіабельності серцевого ритму необхідно проводити за допомогою апаратних систем або комплексів, які дозволяють реєструвати, аналізувати та надавати оцінку окремим параметрам ВСР.

Перед початком запису ВСР досліджуваній повинен знаходитись у положенні лежачи (сидячи) протягом 5-10 хв. Дослідження ВСР необхідно проводити не раніше, ніж через 1,5-2 години після прийому їжі, фізичного або стресового навантаження, в лабораторних умовах з постійною температурою 20-22 С.

При дослідженні слід усунути подразники, які призводять до емоційного збудження досліджуваного (розмови, телефонні дзвінки і присутність у приміщенні сторонніх осіб). При записі кардіоритмограми необхідно стежити, щоб досліджуємий не робив глибоких вдихів і видихів, не кашляв, не ковтав слину. У жінок дітородного віку проведення дослідження ВСР в менструальну фазу є недоцільним, оскільки, гормональні зміни в організмі позначаються на стані кардіоінтервалограм.

#### 4.1.1. Оцінка результатів аналізу варіабельності серцевого ритму

На сьогоднішній день відсутня єдина думка щодо аналізу і інтерпретації результатів аналізу ВСР, однак, для основних показників склалась певна фізіологічна оцінка, яка однозначно трактується більшістю дослідників [313].

Нами, на підставі аналізу науково-методичної літератури, розглянуто оцінку ВСР, фізіологічна інтерпретація найпоширеніших у світовій практиці показників, що ґрунтується на теорії про вегетативну регуляцію серцевої діяльності за участю симпатичного і парасимпатичного відділів, підкоркового серцево-судинного центру і вищих рівнів управління фізіологічними функціями.

Важливим при оцінці результатів досліджень ВСР є порівняння отриманих даних з показниками норми для окремої групи досліджуваних, зокрема, статі, домінування енергозабезпечення реалізації спортивно-педагогічної діяльності, амплуа, вагової категорії тощо. Уява про норму як статистичну сукупність значень, отриманих при обстеженні репрезентативної групи спеціально відібраних здорових молодих людей, що відрізняються за характером реалізації діяльності, вимагає уточнення похідних ВСР. Оскільки нами розглядається не оцінка відносно стабільних параметрів гомеостазису, а достатньо мінливі показники вегетативної регуляції, то більш логічним є уява про норму як функціональний оптимум системи [18]. Крім того індивідуальний оптимум організму, у більшості випадків, не збігається з середньостатистичними діапазонами норми, пов'язаними із різноплановістю адаптаційних реакцій, умовами середовища, індивідуальними функціональними резервами. В космічній медицині, як галузі, що вивчає реактивність регуляторних систем організму на вплив екстремальних чинників середовища, фізіологічна норма розглядається як збереження належного рівня функціональних можливостей організму [76]. При цьому гомеостазис фізіологічних систем організму забезпечується при мінімальній нарузі регуляторних механізмів. Виходячи з цього, більшість показників ВСР не повинні перевищувати діапазону межі, визначеної для окремої статево-вікової, професійної, референтної груп, що може бути реалізовано при комплексній оцінці результатів аналізу [313]. Враховуючи вищевказане, проблеми визначення фізіологічних

норм, що знаходяться у межах фізіологічного гомеостазису є актуальними і потребують подальшого вивчення у відповідності до особливостей реалізації діяльності.

### **Показники часового аналізу варіабельності серцевого ритму**

$M, c$  - середня тривалість  $R-R$ -інтервалів варіаційного ряду ( $c$ );

$\Delta X, c$  - варіаційний розмах кардіоінтервалів, взаємопов'язаний зі станом регуляторних систем організму. Розраховується як різниця між мінімальною ( $X_{\min}$ ) та максимальною ( $X_{\max}$ ) тривалістю  $R-R$ -інтервалів варіаційного ряду. При різкому збільшенні значень слід звертати увагу на значення індексу напруги (ІН), зокрема його різке зменшення ( $<10$ ) і різке збільшення Total Power (TP).

*Середнє квадратичне відхилення (SDNN, мс)* відображає сумарний ефект вегетативної регуляції. Збільшення або зменшення SDNN вказує на домінування пара- або симпатичного впливу на ритм серця. Нормовані значення SDNN знаходяться в межах 40-80 мс. У спортсменів у стані спокою показник має вищі значення і залежить від рівня тренуваності та специфіки виду спорту. Діапазон значень, більшою мірою, має залежність від типу регуляції серцевого ритму і, менше від статево-вікових особливостей [313, 314].

При аналізі коротких (до 5 хв) записів, збільшення SDNN вказує на посилення автономної регуляції і збільшення впливу дихальної складової на ритм серця. Різке зниження SDNN обумовлене значною напругою регуляторних систем у зв'язку з включенням вищих рівнів управління в процес регуляції за рахунок пригнічення активності автономного контуру.

*RMSSD (мс)* – аналогічно SDNN відображає активність парасимпатичної ланки вегетативної регуляції. Показник розраховується за динамічним рядом різниць значень послідовних пар кардіоінтервалів і не містить повільнохвильової складової серцевого ритму, відображаючи активність автономного контуру регуляції, зокрема, чим вищі значення RMSSD, тим більше домінування парасимпатичної ланки регуляції. Аналогічну інформацію про домінування парасимпатичної над симпатичною ланками регуляції можна отримати за показником  $pNN_{50}$ , який вказує у % кількість значень кардіоінтервалів, що відрізняються більше ніж 50 мс [313].

*$pNN_{50}$  (%)* - вказує на стан стаціонарності процесу, зокрема при нестаціонарному процесі показник  $pNN_{50}$  наближається до 0 (активне

включення центральних механізмів призводить до зменшення  $pNN_{50}$ ). У спортсменів і осіб, що займаються фізичною культурою, при передпатологічних станах, зокрема, перенапруженні та перетренованості значення показника наближається до 0. При суворому дотриманні правил отримання первинної інформації, щодо тривалості кардіоінтервалів, значення SDNN, RMSSD і  $pNN_{50}$  змінюються односпрямовано.

*Мода розподілу (Mo, c)* - найпоширеніше значення випадкової величини, зокрема, тривалості R-R-інтервалів у варіаційному ряду. При стаціонарних процесах, найчастіше, дорівнює середній тривалості кардіоінтервалів (M, c), або відрізняється у межах 5%. Мода (c), як і M (c) відображає рівень функціонування гуморального каналу регуляції та характеризує рівень довгострокової адаптації системи кровообігу.

*Амплітуда моди (AMo, %)* – співвідношення кількості значень кардіоінтервалів, що знаходяться у діапазоні моди (Mo, c), до загальної кількості інтервалів у %. Показник відображає стабілізуючий вплив симпатичного відділу нервової системи, який збільшується при посиленні дії центральних структур управління ритмом серця.

*Індекс напруги (ИИ, ум. од.)*, за Р. М. Баєвським, характеризує ступінь напруги регуляторних систем (ступінь домінування активності центральних механізмів регуляції над автономними). Показник розраховується на підставі аналізу графіку розподілу кардіоінтервалів (варіаційної пульсограми). Домінування центрального контуру, посилення симпатичної регуляції під час психічних або фізичних навантажень характеризується стабільним ритмом, зменшенням варіаційного розмаху тривалості кардіоінтервалів ( $\Delta X, c$ ) і моди (Mo, c), збільшенням амплітуди моди (AMo, %). При цьому, форма гістограми змінюється за рахунок її звуження і одночасним збільшенням висоти. Для спрощення індекс розраховується за формулою:

$$ИИ = \frac{AMo}{2\Delta X \times Mo}, \text{ ум. од.} \quad (1)$$

Показник збільшується з посиленням тону симпатичної нервової системи при фізичних і психічних стресових навантаженнях, зокрема, незначне навантаження (фізичне або емоційне) призводить до збільшення ИИ у 1,5 - 2 рази, а при значних і екстремальних навантаженнях може збільшуватися у 5-10 разів. Для спортсменів у базальних умовах



спостерігаються низькі значення ІН (25-70 ум. од.), при перетренованості, перенапруженні і міграції водія ритму може різко зменшуватись з 20 до 5 ум. од. [313]

### **Спектральний частотний аналіз варіабельності серцевого ритму**

Основним методом аналізу варіабельності ритму серця у частотній області є спектральний аналіз кардіоритмограми, який застосовується для кількісної оцінки ВСР в різних діапазонах частот. Розрахунок спектральної потужності часового ряду R-R-інтервалів дозволяє надати оцінку циклічним флуктуаціям кардіоритму, виходячи з їх частоти і амплітуди. Функціональні проби дозволяють визначити фізіологічні системи, які детермінують циклічні флуктуації інтервалів R-R, зокрема, високочастотні коливання (0,15-0,40 Гц) ритму серця є вагусним еферентним сигналом, який модулюється вентиляцією легенів (дихальна синусова аритмія), коливання низької частоти (0,04-0,15 Гц) мають змішане вагусно-симпатичне походження. Однак, як високо- так і низько-частотні коливання у діапазоні потужності часового ряду R-R можуть дати важливу інформацію щодо балансу ВНС. Розрахунок спектральних потужностей окремих діапазонів частот реалізується за допомогою швидкого перетворення Фур'є, який відокремлює часовий ряд R-R як суму періодичних функцій і розраховує потужність для дискретної серії однорідно розподілених частот (періодограму). Повна потужність спектру дорівнює дисперсії вихідної послідовності інтервалів R-R. Перетворення Фур'є дозволяє розподілити вхідні дані у дисперсію на різних частотах, є методом, що найчастіше застосовується для частотного аналізу ВРС. До його переваг слід віднести просте теоретичне обґрунтування, ефективність і стандартизація обчислювальних методів [122].

При спектральному аналізі відокремлюють наступні параметри: потужність високочастотної складової спектру - high frequency (HF); потужність низькочастотної складової спектру - low frequency (LF); потужність наднизькочастотної складової спектру - very low frequency (VLF); потужність ультранизькочастотної складової спектру - ultra low frequency (ULF); сумарна потужність спектру - Total Power (TP).

*HF (high frequency) - потужність високочастотної складової спектру (дихальні хвилі).* Активність симпатичного відділу ВНС, як одного з компонентів вегетативного балансу, оцінюють за ступенем пригнічення активності автономного контуру регуляції, зокрема парасимпатичного

відділу. Частотний діапазон HF-хвиль знаходиться у діапазоні 0,4-0,15 Гц, період 2,5-6,6 с. Вагусна активність є основною складовою високочастотного компоненту, що відображається потужністю дихальних хвиль серцевого ритму у абсолютних ( $\text{mc}^2$ ) і відносних значеннях (%) у відповідності до сумарної потужності спектру.

У більшості випадків дихальна складова (HF) складає 40-55% сумарної потужності спектру. Її зниження вказує на зміщення вегетативного балансу у бік домінування симпатичного відділу нервової системи. Зниження відносної величини HF нижче 20% або різкого зростання більше 70% вказує на домінуючу центральну або автономну регуляцію відповідно. Це призводить до істотного зменшення або збільшення значень часових показників (SDNN, RMSSD і  $\text{pNN}_{50}$ ) [16].

*LF (low frequency)* - *потужність низькочастотної складової спектру* характеризує стан системи регуляції судинного тону. У нормі чутливі рецептори синокаротидної зони сприймають зміни величини артеріального тиску і аферентна нервова імпульсація надходить до судинорухового (вазомоторного) центру довгастого мозку. У ньому здійснюється аферентний синтез (обробка і аналіз інформації) і до судинної системи надходять сигнали управління (еферентна нервова імпульсація). Даний процес контролю судинного тону зі зворотним зв'язком з гладкими м'язами судин здійснюється вазомоторним центром постійно. Тривалість операції прийому, обробки і передачі інформації до вазомоторного центру коливається в межах 6,6-25 с, що обумовлює наявність в ритмі серця хвиль з частотою до 0,15-0,04 Гц (6,6-25 с), які мають назву вазомоторних. Для здорових молодих людей частка вазомоторних хвиль у вихідному положенні «лежачи» повинна бути менше, ніж дихальних хвиль, і знаходиться у діапазоні 25-35%. Збільшення потужності вазомоторних хвиль (LF,  $\text{mc}^2$ ) на фоні зменшення потужності дихальних хвиль (HF,  $\text{mc}^2$ ) вказує на те, що процеси регуляції артеріального тиску здійснюються за участю неспецифічних механізмів [122, 313].

*VLF (very low frequency)* - *потужність наднизькочастотної складової спектру* в діапазоні 0,04-0,015 Гц (25-66 с), на думку багатьох авторів, характеризує активність симпатичного відділу вегетативної нервової системи [334, 337, 348]. Однак, у даному випадку, науковці вказують на більш складний вплив з боку надсегментарного рівня регуляції, оскільки амплітуда VLF безпосередньо пов'язана з психоемоційним

напруженням і функціональним станом кори головного мозку [300]. Ретроспективний аналіз результатів наукових досліджень з вивчення ВСР дозволяє стверджувати, що потужність хвиль VLF спектру є чутливим індикатором управління процесами метаболізму і характеризує енергодефіцитні стани організму людини [295].

Високий рівень хвиль VLF розглядається як гіперадаптивний стан, знижений - як енергодефіцитний. Мобілізація енергетичних і метаболічних резервів при фізичних навантаженнях може відобразитися змінами потужності спектра у VLF-діапазоні. Збільшення потужності хвиль VLF при впливі навантажень може свідчити про гіперадаптивну реакцію, зниження - про постнавантажувальний енергодефіцит. Разом з тим, як вказують науковці, незважаючи на умовний і риторичний характер подібної інтерпретації змін VLF, інформація може застосовуватись при визначенні функціонального стану організму як здорових людей, так і осіб, що займаються фізичною культурою та спортом, при порушеннях метаболічних, енергетичних і психічних процесів в організмі [313]. Зокрема, дослідниками вказується на різке збільшення VLF при перетренованості і фізичному перенапруженні у спортсменів [313, 315], підлітків, які перебувають в ув'язненні [203]. І, навпаки, при вираженому домінуванні центральних механізмів регуляції потужність VLF хвиль різко знижується.

Виходячи з вищевказаного, VLF характеризує вплив вищих вегетативних центрів на серцево-судинний підкорковий центр і може інтерпретуватись як детермінанта ступеня взаємозв'язку автономних (сегментарних) рівнів регуляції кровообігу з надсегментарним, гіпофізарно-гіпоталамічним, корковим рівнями [17, 313]. Середньонормовані значення VLF хвиль знаходяться у діапазоні 6-15% [313]. Відповідна фізіологічна інтерпретація можлива за умов дотримання інструкції щодо проведення дослідження і ускладнюється при неуважному розгляді тренду ЧСС, обумовленого нестаціонарними процесами (неспокійна поведінка досліджуваного, глибокі дихальні рухи, недотримання умов запису, сторонні подразники тощо).

*ULF (ultra low frequency)* - ультранизькочастотні коливання у діапазоні 0,015-0,003 Гц (66-333 с) вивчені недостатньо, і у науковців відсутня єдина думка щодо їх походження, фізіологічної інтерпретації та впливу. Так, зокрема, існує припущення щодо впливу ренін-ангіотен-

зин-альдостеронової системи, концентрації катехоламінів у плазмі крові, системи терморегуляції тощо [162, 313].

*Total Power (TP)* - сумарна потужність спектру, відображає сумарну активність нейрогуморальних впливів на серцевий ритм і визначається сумою потужностей у діапазонах HF, LF, VLF та ULF. Відокремлюють дві складові ВСР: високо- і низькочастотні компоненти, аналіз яких є основою більшості досліджень із застосуванням даного методу. При одній і тій же сумарній потужності спектру (TP) порядок розподілу його складових може бути різним. У нормі структура спектра відповідає: HF > LF > VLF > ULF [122, 313].

Крім абсолютних значень спектральних потужностей LF і HF діапазонів, їх визначають у відносних (нормалізованих – «normalized units») одиницях (LFn і HFn), як внесок кожної коливальної складової в загальну потужність спектру (Total Power), з виключенням потужності VLF. Визначення даних показників дозволяє визначити вплив симпатичної (LFn, п. у.) і парасимпатичної (HFn, п. у.) ланок в регуляцію серцевого ритму [162].

Так, потужність у діапазоні високих/низьких частот, що відображає парасимпатичний/симпатичний вплив в регуляцію серцевого ритму, обчислюється за формулами:

$$HFn = \frac{HF}{Total\ Power - VLF} \times 100, \text{ п. у.} \quad (2)$$

$$LFn = \frac{LF}{Total\ Power - VLF} \times 100, \text{ п. у.} \quad (3)$$

На підставі даних рівнянь розраховують індекс вагосимпатичної взаємодії (LF · HF<sup>-1</sup>), яке дозволяє визначити баланс симпатичних і парасимпатичних впливів (при LF · HF<sup>-1</sup> ≤ 0,5 – відносна ваготонія; ≥ 1,5 – відносна симпатикотонія; 0,51-1,49 – врівноваженість симпато-парасимпатичного балансу) [337].

#### 4.2. Методи аналізу та інтерпретації параметрів пульсової хвилі

Функціональний стан та адаптаційні можливості обумовлені рівнем тренованості організму. Оцінка рівня тренованості обумовлена взаємозалежністю параметрів варіабельності ритму серця та характером пульсових коливань як інтегральних процесів, що відображають стан вико-

навчих органів і функціональних систем. Форма артеріального пульсу залежить від сили і швидкості серцевих скорочень, ударного об'єму крові і артеріального тиску, еластичності і тонусу стінок артерії тощо [193].

#### 4.2.1. Методи пульсової діагностики

Методи пульсодіагностики ґрунтуються на визначенні і аналізі окремих та інтегральних характеристик сигналу пульсової хвилі [69, 116, 185, 191, 281, 307, 338, 342, 350]. Пульсова хвиля (ПХ) обумовлена періодичним викидом певного об'єму крові з шлуночків серця в аорту, яка призводить до появи і поширення хвилі тиску, викликаючи розширення артерій, що і діагностується як пульс. Пульс - комплекс коливальних і хвильових процесів на певній ділянці структурно-функціональних елементів серцево-судинної системи, обумовлений регулюючим впливом з боку центральної нервової системи (ЦНС), гуморальної і м'язової систем [116, 281].

Основними параметрами пульсу є: частота, ритм, швидкість пульсаторного розширення, напруга, амплітуду, дикротичність, форма пульсової хвилі [15].

Форма пульсової хвилі детермінована, головним чином, процесом вигнання крові з шлуночків серця і артеріальних судин, демпферним впливом судинної стінки і властивостями оточуючих органів і тканин [143, 347].

Застосування методик реєстрації периферичного пульсу дозволяє визначати параметри структурно-функціональних ланок окремого кола кровообігу, на периферії якого встановлені датчики. Методи сфигмографії і п'єзопульсографії дають можливість визначити пружно-в'язкі властивості стінок великих артерій. Відповідний графічний аналіз пульсової хвилі дозволяє визначити динаміку змін тиску в кровотоці і надати оцінку скоротливої активності серця. При цьому, особливості дикротичної хвилі характеризує величину периферичного опору.

Загальну інформацію щодо окремих параметрів пульсової хвилі можна отримати за допомогою різновидів плетизмографії (метод реєстрації змін об'єму тіла або його частини, пов'язаних з динамікою кровонаповнення). Загальна плетизмографія (body plethysmography) використовується для дослідження функцій зовнішнього дихання і

хвилинного об'єму кровообігу. Крім того, застосування плетизмографії дозволяє надати оцінку судинного тонуусу, визначити органічну або функціональну природу судинних змін при застосуванні різних функціональних проб.

Реєстрація плетизмограми здійснюється плетизмографами різної конструкції (водяні, електро-, фотоплетизмографічні), кожен з яких має плетизмографічний рецептор і датчик вимірювального пристрою. У залежності від характеру сигналу, що фіксується при зміні кровонаповнення, розрізняють механічну плетизмографію, електро- і фотоплетизмографію.

При механічній плетизмографії досліджувана частина тіла розташовується в герметично закритій ємності з твердими стінками і коливання об'єму реєструється завдяки повітряній або водяній передачі.

Електроплетизмографія (імпедансна плетизмографія, реоплетизмографія) визначає зміни обсягу тканини у відповідності до електричного опору на поверхні тіла, яке змінюється прямо пропорційно зміні потоку крові протягом серцевого циклу [140, 343]. Слід зазначити, що електроплетизмографія має безліч недоліків, зокрема, вплив навіть слабкого змінного струму на рецептори шкіри може викликати рефлекторні зміни кровонаповнення. Крім того електропровідність тканин змінюється у залежності від хімічного складу, температури, в'язкості, швидкості кровотоку і є нестаціонарними у процесі дослідження.

Принципово від електроплетизмографів відрізняються фотоплетизмографи, принцип яких базується на особливостях роботи датчика, який застосовується у фізичних приладах - фотометрах.

Фотоелектрична плетизмографія або денсографія ґрунтується на оцінці світлопроникності органів або частини тіла у залежності від ступеня кровонаповнення. Метод лазерної доплерографії, як різновид фотоплетизмографії, базується на ефекті відображення червоного променя гелій-неонового лазера від еритроцитів, що рухаються в капілярах шкіри на глибині до 1 мм [340]. Згідно з принципом Доплера при відображенні світла від рухомих клітин крові відбувається зміна його довжини хвилі, яка безпосередньо пов'язана з кількістю і швидкістю еритроцитів [118, 331]. Пристрій для роботи за даною методикою оснащується джерелом лазерного випромінювання і фотоприймачем, який перетворює відбите світло у електричний сигнал для подальшої обробки [345].

Фотоелектрична плетизмографія (фотоплетизмографія) вперше була застосована у 1937 році, принцип якої ґрунтується на світловій денситометрії і теорії дифузії фотонів [339]. Досліджувана ділянка тканини просвічується червоним і інфрачервоним світлом, яке після розсіювання (або відбиття), потрапляє на фотоперетворювач. Інтенсивність світла, розсіяного або відбитого вивчаємою ділянкою тканини, пропорційна товщині шару поглинаючої речовини, тобто, параметри кровотоку визначаються об'ємом крові, що проходить через дану ділянку тканин [332]. Оскільки коефіцієнт поглинання інфрачервоного світла кров'ю значно вищий, ніж тканиною, фотоплетизмографія реєструє зміни складу крові. При цьому, розсіювання світла відбувається, в основному, за рахунок відбиття від поверхні еритроцитів. Звуження і розширення судини під дією артеріальної пульсації кровотоку викликають відповідну зміну амплітуди сигналу, що реєструється фотоприймачем.

Фотоплетизмографія - динамічний метод вимірювання, який дозволяє визначити динаміку змін параметрів периферичного кровообігу, виходячи з абсолютного нульового рівня для окремої людини. Фотоплетизмографія може бути застосована для кількісного вивчення різних параметрів кровообігу шкіри і слизових оболонок тіла людини і для кількісної реєстрації судинних рефлексів як показника стану відповідних нервових центрів.

Фотоплетизмографія, у порівнянні з електроплетизмографією, має істотні переваги, що обумовлює її перспективність в різних галузях наук, зокрема: більш висока чутливість, лінійність вимірювання датчиком, портативність і швидкість запису, відсутність перешкод, пов'язаних з інерційністю перетворювача, можливість реєстрації судин на будь-якій ділянці шкіри і слизових оболонок людини. Крім того фотодатчик не викликає стискання досліджуваної ділянки, що може спричинити порушення кровообігу, як це спостерігається при механічній плетизмографії [29].

Об'ємний пульс, який реєструється за допомогою фотодатчика, є комбінацією динаміки змін артеріального, капілярного і венозного об'ємного кровотоку на певній ділянці тіла. Причому у походженні пальцевої фотоплетизмограми головну роль відіграють венозні судини шкіри. Характер пульсової кривої залежить від таких факторів, як систолічний викид, інтенсивність кровотоку, в'язкість крові, стан су-

динної стінки, співвідношення прекапілярного і посткапілярного тиску тощо. Характер повільної хвильової ритміки відображає діяльність центральних вазомоторних механізмів [183, 282].

Контур об'ємної пульсової хвилі формується у результаті злиття двох пульсових хвиль. Зокрема, перший максимум контуру утворюється за рахунок систолічної, прямої хвилі з амплітудою  $A_1$ , сформований об'ємом крові у фазу систоли, що передається, безпосередньо, від лівого шлуночка до пальців верхніх кінцівок (рис. 1). Другий максимум утворюється за рахунок відбитої хвилі з амплітудою  $A_2$ , яка виникає через відбиття об'єму крові, що передається по аорті і великим магістральним артеріям до нижніх кінцівок, і рухається назад у висхідний відділ аорти і, далі до пальців верхніх кінцівок [106].

Відбита хвиля слідує за прямою систолічною через час відбиття  $T$ , яке визначається проходженням пульсової хвилі вниз і її відбиттям у зворотному напрямку. Час відбиття залежить від швидкості поширення пульсової хвилі і відстані, яке вона повинна пройти, що визначається довжиною тіла досліджуваного. Тому, для характеристики поширення пульсової хвилі розраховують показник - індекс жорсткості (ІЖ), як відношення довжини тіла обстежуваного до часу відбиття пульсової хвилі:  $ІЖ = L \times T^{-1}$ , де  $L$  - довжини тіла, м;  $T$  - час відбиття пульсової хвилі, с [106].

Сильніше і більш раннє відбиття систолічної хвилі за рахунок зниження еластичності судин, яке спостерігається при патологіях серцево-судинної системи, характеризується вищими значеннями індексів відбиття і жорсткості [106].

На відміну від електрокардіографії і реографії, де амплітуда вимірюється в абсолютних значеннях (вольтах та омах відповідно), амплітуда фотоплетизмографічного сигналу вимірюється в відносних одиницях та розраховуються амплітудні показники пульсової хвилі при зміні часу. Відомо, що на точність діагностування методом фотоплетизмографії впливають інструментальні та методичні похибки. Складність аналізу фотоплетизмографічного сигналу також полягає у відсутності єдиної універсальної методики його моделювання та обробки. Фактично кожна модель фотоплетизмографа має свій алгоритм роботи і метод інтерпретації результату [245].



#### 4.2.2. Оцінка результатів аналізу параметрів пульсової хвилі

Аналіз даних, отриманих за допомогою фотоплетизмографа, їх обробка та інтерпретація диференціюється на наступні групи: графічний, аналітичний, якісний [150].

**Графічний метод аналізу.** Предметом вивчення фотоплетизмографічного сигналу є пульсові хвилі, що відображає інформацію про діяльність серцево-судинної системи на периферичному рівні геодинаміки (рис. 1). Пульсова хвиля складається з двох компонентів — анакротичної та дикротичної фази [150, 245].

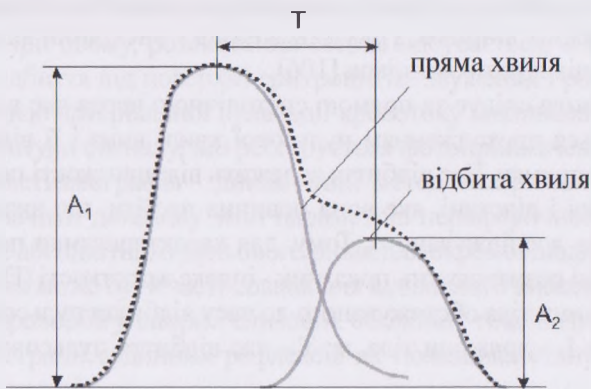


Рис 1. Форма пульсової хвилі

Перший максимум пульсової хвилі, відповідно анакротичний період пульсової хвилі ( $A_1$ ), утворюється у період систоли. Амплітудне значення анакротичної фази має назву амплітуди пульсової хвилі, характеризуючи ударний об'єм крові у фазу систоли, відображаючи ступінь інотропного ефекту (зміна сили скорочення серця). Другий максимум пульсової хвилі, відповідно, дикротичний період ( $A_2$ ), який характеризує тонус периферичних судин [245].

Параметри фотоплетизмограми можна розділити на чотири групи:

**Амплітудні.** Вершина пульсової хвилі відповідає найбільшому об'єму крові, а її протилежна частина – її найменшому об'єму у досліджуваній ділянці тканини. Вважається, що частота і тривалість пульсової хвилі залежить від особливостей роботи серця, а величина і форма її максимумів – від стану судинної стінки (рис. 2). За вертикальною віс-

сю визначають амплітудні характеристики пульсової хвилі (анакротичний і дикротичний періоди). Незважаючи на те, що ці параметри є відносними, їх вивчення в динаміці надає цінну інформацію про силу судинної реакції.

Зокрема, відокремлюють:

амплітуду анакротичної хвилі ( $A_{AX} = A_2 - A_0$ );

амплітуду дикротичної хвилі ( $A_{DX} = A_4 - A_5$ );

індекс дикротичної хвилі ( $ІДХ = (A_3 - A_5) \times (A_2 - A_0) \times 100$ ).

При цьому амплітудні параметри є відносними на відміну від індексу дикротичної хвилі, який має абсолютні значення і нормативні показники для оцінки [195, 150, 245].

*Часові.* За горизонтальною віссю визначають характеристики пульсової хвилі, що надають інформацію про тривалість серцевого циклу, співвідношення і тривалість систоли та діастоли, фаз які їх формують [245]. Параметри визначаються у абсолютних значеннях (с) і можуть порівнюватися з існуючими нормативними показниками [150]. Зокрема, відокремлюють:

тривалість анакротичної фази ( $t_1 = t_2 - t_0$ );

тривалість дикротичної фази ( $t_0 = t_5 - t_3$ );

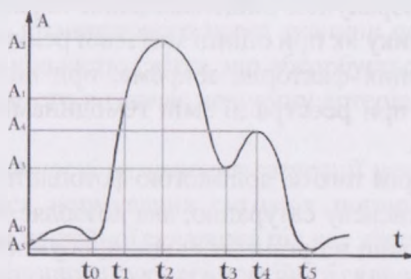
тривалість фази вигнання ( $t_{\text{виг}} = t_3 - t_2$ );

тривалість пульсової хвилі ( $t_{\text{ПХ}} = t_5 - t_0$ );

час наповнення ( $t_{\text{нап}} = t_2 - t_0$ );

частоту серцевих скорочень (ЧСС, ск хв<sup>-1</sup>).

Визначення амплітудних і часових параметрів пульсової хвилі дозволяє розраховувати інтегральні індекси, які мають нормовані значення для осіб, що відрізняються станом здоров'я та рівнем фізичної підготовленості. Зокрема до цієї групи відносяться індекс дикротичної хвилі, що відображає положення вершини дикротичної хвилі щодо анакротичної, відношення тривалості анакротичної і дикротичної фаз.



**Рис. 2. Фотоплетизмограма з характерними точками визначення параметрів пульсової хвилі**

Розрахунок вищенаведених параметрів дозволяє проводити діагностику як при оцінці миттєвої реакції організму на вплив зовнішніх фізичних факторів, зокрема, при виконанні фізичних навантажень, так і при реєстрації змін гемодинаміки протягом тривалого періоду [150].

Крім того за допомогою фотоплетизмографічної методики визначають кисневу сатурацію, яка дозволяє надати характеристику гіпоксичних явищ в організмі людини, обумовлених рівнем оксигемоглобіну в артеріальній крові [107]. Сатурація крові киснем - це рівень насичення молекулами кисню молекул гемоглобіну ( $y$  %). При 100% сатурації вказують про наявність чотирьох прикріплених молекул кисню ( $O_2$ ) до однієї молекули гемоглобіну (Hb).

Основним методом неінвазивного вимірювання сатурації є пульсоксиметрія - метод визначення відносного вмісту оксигемоглобіну в артеріальній крові ( $SpO_2$ , %). Клінічними практиками і науковцями пропонується користуватися термінами «насичення артеріальної крові киснем» або «оксигенація артеріальної крові», а параметр  $SpO_2$  позначати терміном «сатурація». Крім того позначення « $SpO_2$ » є доцільним у випадку неінвазивного визначення сатурації, оскільки результат визначення залежить від особливостей методу, зокрема,  $SpO_2$  при наявності у крові карбоксигемоглобіну буде вищим дійсної величини сатурації. Термін  $SaO_2$  потрібно застосовувати для позначення сатурації, визначеної лабораторним методом, що є більш прийнятним [38, 316].

Робота пульсоксиметру ґрунтується на здатності гемоглобіну, пов'язаного ( $HbO_2$ ) і не пов'язаного (Hb) з киснем, абсорбувати світло різної довжини хвилі. У пульсовій оксиметрії для визначення сатурації кисню артеріальної крові використовується червоне (660 нм) і інфрачервоне (925-940 нм) світло. Світло, яке абсорбується, проходячи через тканини і кров, може диференціюватися на дві складові [241]:

постійна складова (DC) утворюється внаслідок абсорбції світла шкірою і іншими тканинами не пульсуючим об'ємом крові;

змінна складова (AC) відображає абсорбцію світла пульсуючим потоком крові (артеріальна).

Оксигенований гемоглобін, більшою мірою, абсорбує інфрачервоне світло, а деоксигенований гемоглобін - червоне світло. У пульсоксиметрі встановлено 2 світлодіоди, що випромінюють червоне і інфрачерво-

не світло, на протилежній частині датчика розташовується фотодетектор, який визначає інтенсивність проникаючого через тканини потоку світла. Визначаючи різницю між кількістю світла, що абсорбується під час систоли і діастоли, пульсоксиметр визначає величину артеріальної пульсації [38].

Для забезпечення належної точності визначення сатурації методом пульсової оксиметрії реалізується нормування сигналів поглинання світла за допомогою вимірювання постійної складової під час діастоли і розраховується відношення амплітуд пульсувальної і постійної складових:  $A_{\text{пульс}} = AC \times DC^{-1}$  [241].

Сатурація розраховується як співвідношення кількості  $HbO_2$  до загальної кількості гемоглобіну (у %):

$$SpO_2 = \frac{HbO_2}{HbO_2 + Hb} \times 100\% \quad (4)$$

Показники  $SpO_2$  корелюють з парціальним тиском кисню крові ( $PaO_2$ ), який у нормі знаходиться у діапазоні 80-100 мм рт. ст. Зниження  $PaO_2$  призводить до відповідного зменшення  $SpO_2$ , разом з тим, ця залежність має нелінійний характер, зокрема [38]:

при 80-100 мм рт. ст.  $PaO_2$  сатурація кисню ( $SpO_2$ ) становить 95-100%;

при 60 мм рт. ст.  $PaO_2$  сатурація кисню ( $SpO_2$ ) становить 90%;

при 40 мм рт. ст.  $PaO_2$  сатурація кисню ( $SpO_2$ ) становить 75%.

Клініцистами та науковцями у даний час використовуються трансмісійні (поглинання світлового потоку) і рефракційні (відбиття світла від тканини) пульсоксиметри.

### 4.3. Методи визначення фізичної працездатності людини

Фізична працездатність - здатність людини до виконання конкретної роботи за рахунок м'язових зусиль, що визначають досягнення конкретного результату діяльності [32]. Фізична працездатність осіб, що займаються фізичною культурою і спортом, є детермінантою життєдіяльності людини, базисом якої є рух, як найважливіший життєвий акт, що проявляється у різних формах м'язової діяльності і залежить від здатності та готовності людини до фізичної роботи. Фізична працездатність - одна з найважливіших складових успішності реалізації спортивної діяльності,

є визначальною у багатьох видах виробничої діяльності, необхідною у повсякденному житті, і, певним чином, відображає стан фізичного розвитку і здоров'я людини, її придатність до занять фізичною культурою і спортом [252].

Величина фізичної працездатності прямо пропорційна кількості зовнішньої механічної роботи, яку людина здатна виконати з високою інтенсивністю, певним чином, пов'язана з витривалістю, але не аналогічна їй [65]. Тренованість - це результат підготовки спортсмена до специфічної спортивної діяльності [32, 234, 236, 276], відображаючи рівень функціональної готовності індивіда до її реалізації [32, 110, 233, 236].

Виходячи з цього, фізична працездатність не обмежується окремими поняттями «витривалість» і «тренованість». У кожному виді спортивно-педагогічної діяльності витривалість є специфічною і має окремі механізми центральної регуляції і енергозабезпечення [32, 233, 236, 276]. З позицій концепції функціональних систем [8] фізична працездатність є результатом обмеженої у часі організації і взаємодії регуляторних та виконавчих механізмів для досягнення певної мети. Ефективність і узгодженість нервових, гуморальних та виконавчих механізмів функціональної системи визначає рівень фізичної працездатності людини. Виконавчими ланками фізичної працездатності є ті ж фізіологічні механізми, що забезпечують аеробну продуктивність, зокрема між показниками МСК і  $PWC_{170}$  існують високі ( $r \geq 0,90$ ) кореляційні взаємозв'язки, основою яких є пряма залежність між потужністю роботи, споживанням кисню і приростом ЧСС [11, 110, 325, 358]. При цьому, аеробна продуктивність і фізична працездатність взаємопов'язані з антропоморфологічними ознаками людини. Зокрема, у дівчаток 11-17 років між компонентами проби  $PWC_{170}$  і антропометричними ознаками встановлено достатньо високі ( $0,69 < r < 0,84$ ) кореляційні зв'язки. Дещо нижчими ( $0,59 < r < 0,61$ ) спостерігаються залежності між показниками гнучкості, швидкісно-силової і координаційної підготовленості. Між товщиною жирового прошарку і значеннями  $PWC_{170}$  - зворотні зв'язки [271]. Фізична працездатність, як і будь-які інші рухові функції, генетично і фенотипічно детерміновані, визначається типом вищої нервової діяльності, статевими особливостями і темпами біологічного розвитку організму [234].

### 4.3.1. Методи визначення фізичної працездатності за результатами проби $PWC_{170}$

Базисом визначення фізичної працездатності є ті ж методологічні підходи і принципи, які застосовуються при діагностиці аеробної продуктивності. Багаточисленні дослідження фізіологів спорту вказують на існування певної зони оптимального функціонування серцево-судинної та респіраторної систем. Зокрема, в умовах, близьких до максимального споживання кисню, тривалість серцевого циклу коливається в межах 0,35-0,3 с, тобто ЧСС становить 170-200  $ск \cdot хв^{-1}$ . Виходячи з цього, вважається, що ЧСС на рівні 170  $ск \cdot хв^{-1}$  характеризує початок зони оптимального функціонування кардіо-респіраторної системи при навантаженні [109]. Відповідна ЧСС обрана у відповідності з утворенням квазілінійності між потужністю фізичного навантаження і ЧСС [109, 359, 363]. Зокрема, при ЧСС, що становить 170  $ск \cdot хв^{-1}$ , збільшення потужності роботи призводить до зменшення приросту частоти серцевих скорочень, оскільки синоатріальний вузол вичерпує свої можливості подальшої інтенсифікації генерації імпульсів, обумовленого лімітуванням функцій кардіо-респіраторної системи [109]. Даний важливий факт і пояснює, чому саме ця частота серцевих скорочень (170  $ск \cdot хв^{-1}$ ), а не вища (180 або 190  $ск \cdot хв^{-1}$ ) обрана при визначенні фізичної працездатності за результатами проби  $PWC_{170}$ . Це детерміновано, перш за все, тим, що визначення фізичної працездатності здійснюється на підставі екстраполяції результатів виконання двох навантажень і за ЧСС > 170  $ск \cdot хв^{-1}$  відбувається зміна лінійності на квазілінійність, що обумовлює значну похибку результату проби  $PWC_{170}$  [109].

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок, що ЧСС на рівні 170  $ск \cdot хв^{-1}$ , обрано для проби  $PWC_{170}$  на тій підставі, що з фізіологічної точки зору характеризує собою початок оптимальної зони функціонування кардіо-респіраторної системи, а з методичної - початок вираженої квазілінійності кривої залежності ЧСС від потужності м'язової роботи [109].

Фізичну працездатність визначають за допомогою прямого, непрямого або розрахункового методів. До найбільш точних можна віднести прямі методи, які ґрунтуються на застосуванні різних ергометрів. Визначення толерантності до фізичних навантажень обумовило Комітет експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я рекомендувати у за-

лежності від віку, статі та стану здоров'я обстежуваних наступні навантаження: для жінок початкове навантаження становить 25 Вт зі збільшенням на кожному наступному етапі на ту ж величину (для чоловіків – 50 Вт); для молодих і фізично тренуваних – 100 Вт; осіб літнього віку і хворих – 10 Вт. Досягнення на останньому етапі потужності роботи і є результатом фізичної працездатності (Вт) [346].

Непрямі методи визначення фізичної працездатності ґрунтуються на залежності між ЧСС (до  $170 \text{ ск} \cdot \text{хв}^{-1}$ ) і потужністю зовнішньої механічної роботи у модифікації В. Л. Карпмана [110]. З усіх непрямих методів найбільшого поширення набула методика Sjöstrand, яка дозволяє прогнозувати фізичну працездатність при  $\text{ЧСС} \leq 170 \text{ ск} \cdot \text{хв}^{-1}$ , зокрема тест  $\text{PWC}_{170}$  [26, 110, 359].

Визначення фізичної працездатності за допомогою тесту  $\text{PWC}_{170}$  базується (у теоретичному і практичному аспектах) на постулатах фізіології м'язової діяльності:

1) збільшення ЧСС при м'язовій роботі прямо пропорційна її інтенсивності (потужності);

2) ступінь збільшення ЧСС при всіх (невизначених) фізичних навантаженнях зворотно пропорційне здатності досліджуваного виконувати м'язову роботу даної інтенсивності (потужності), тобто, фізичної працездатності.

Виходячи з цього, ЧСС при м'язовій роботі може бути застосовуватись як надійний критерій визначення здатності людини до фізичної роботи [26, 110].

На даний час існує дві групи методів визначення фізичної працездатності, яка ґрунтується на реакції ЧСС на фізичне навантаження:

оцінка ЧСС при виконанні стандартної м'язової роботи;

визначення величини потужності навантаження, при якій ЧСС збільшується до стандартного рівня.

При цьому, у достатньо великому діапазоні потужностей фізичних навантажень, обумовленість ЧСС ( $f$ ) потужності навантаження ( $\dot{W}$ ) є, практично, лінійними, що вказує про можливість лінійної екстраполяції при розрахунку  $\text{PWC}_{170}$  за двома відносно невеликими навантаженнями [110].

Сутність тесту полягає у виконанні на велоергометрі двох п'ятихвилинних навантажень при частоті педалювання  $60 \text{ обертів} \cdot \text{хв}^{-1}$  з ін-

тервалом реституції 3 хв. Потужність I-го навантаження становить для нетренованих жінок 50 Вт, чоловіків – 100 Вт. Після періоду реституції потужність роботи збільшується вдвічі. Похибка визначення  $PWC_{170}$  мінімізується при дозуванні потужності (Вт), що дозволяє досягати ЧСС I-го навантаження – 100-120 ск·хв<sup>-1</sup>, II-го – 140-160 ск·хв<sup>-1</sup> [110]. Для спортсменів потужність I-го та II-го навантажень регламентується у відповідності до їх спеціалізації, рівня функціональної готовності і маси тіла (дод. 1, 2).

Визначення фізичної працездатності за допомогою проби  $PWC_{170}$  дає можливість отримати надійні результати лише при виконанні певних умов проведення тестування, зокрема, у практиці фізичної культури і спорту виконання будь-якої вправи, як правило, передує розминка, спрямована на підвищення мобілізаційної готовності вегетативних систем організму. Однак, для стандартизації результатів фізичної працездатності за тестом  $PWC_{170}$  проба повинна виконуватися без попередньої розминки. При недотриманні даного правила результати проби виявляються заниженими [110].

Спеціально проведений аналіз показав, що на результати проби  $PWC_{170}$  істотно впливає потужність велоергометричних навантажень [110]. У випадку, якщо різниця між I і II навантаженнями незначна, точність визначення  $PWC_{170}$  знижується. Це пов'язано, головним чином, у зв'язку з нездатністю системи регулювання апарату кровообігу точної диференціації зрушень, що мало відрізняються за потужністю. Тому, при проведенні тесту  $PWC_{170}$  потужність II-го навантаження повинна істотно відрізнятись від потужності I-го. Рекомендуються наступні значення навантажень, що забезпечують надійне визначення  $PWC_{170}$  (дод. 1, 2) [110].

Фізична працездатність, визначена за результатами тесту  $PWC_{170}$ , розраховується за формулою (кГм·хв<sup>-1</sup>):

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \times \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}, \quad (5)$$

де  $N_1$  і  $N_2$  – потужність I-го і II-го навантажень відповідно (Вт);  
 $f_1$  і  $f_2$  – ЧСС за 30 с до закінчення I-го і II-го навантажень відповідно (ск·хв<sup>-1</sup>).

Для нівелювання впливу антропометричних ознак на результати виконання проби абсолютні значення співвідносять з масою тіла (кГм·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>).



Фізичну працездатність за тестом  $PWC_{170}$  можна визначити за допомогою циклічних навантажень будь-якої модальності, наприклад, бігових навантажень:

$$PWC_{170} = V_1 + (V_2 - V_1) \times \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}, \quad (6)$$

де  $V_1$  і  $V_2$  – швидкість бігу на відповідних дистанціях,  $m \cdot c^{-1}$ ;  
 $f_1$  і  $f_2$  – ЧСС за 30 с до закінчення I-го і II-го навантажень відповідно ( $ck \cdot xh^{-1}$ ).

При виконанні проби важливо зберігати час (5 хв) при одночасному дотриманні швидкості бігу на кожному з навантажень. Наприклад, обстежуваний подолав дистанцію 800 м за 5 хв з середньою швидкістю  $2,6 m \cdot c^{-1}$  і ЧСС=120  $ck \cdot xh^{-1}$ . Через 3 хв відпочинку після подолання дистанції 1200 м ці показники відповідно склали: 5 хв;  $6,2 m \cdot c^{-1}$ ; 160  $ck \cdot xh^{-1}$ . Виходячи з розрахунку, показник фізичної працездатності становить  $7,1 m \cdot c^{-1}$ .

Аналогічним чином визначається рівень фізичної працездатності за результатами проби  $PWC_{170}$  при виконанні різних циклічних навантажень, зокрема ходьби, плавання, греблі, пересуванні на лижах, ковзанах, велосипеді, проби з важкоатлетичною штангою, методику проведення яких достатньо ґрунтовно розглянуто у відповідній літературі [110].

Важливою методичною особливістю використання будь-яких рухових тестів є їх відповідність часовим і енергетичними параметрам основної змагальної вправи. Особливо значимим є і модальність навантаження, зокрема, повинно бути специфічним у відповідності до спортивної спеціалізації, а саме: плавець повинен виконувати тест в басейні, легкоатлет – на біговій доріжці, велосипедист – на треку, лижник – на лижні тощо. При неможливості визначення за допомогою специфічних навантажень використовують різні ергометри, що дозволяють моделювати навантаження у лабораторних умовах. Однак, у будь-якому випадку, слід враховувати ступінь порушення гомеостатичних констант організму, тобто фізіологічну ціну виконаної роботи [234].

При проведенні функціональних проб з визначення МСК і  $PWC_{170}$  їх величини мало залежать від таких особливостей реалізації тестування, як попередня розминка, безперервне або ступеневе підвищення навантаження тощо. Більше значення має спосіб тестування, зо-

крема при стандартному тестуванні на тредбані показник фізичної працездатності є на 3-4 і 7-8% вищим у порівнянні зі степ-тестом і велоергометрією [237, 352]. Однак, умова рівності енерговитрат не є тотожною за фізіологічними реакціями організму. Результати проведених досліджень вказують на те, що однакові за енергетичними характеристиками рухи, які виконуються різними групами м'язів, призводять до різних зрушень у діяльності фізіологічних систем [351]. Так, циклічна робота на ергометрії, яка виконується верхніми кінцівками, є набагато економічно меншою, ніж аналогічна за потужністю робота ногами [264, 265, 328]. Разом з тим, при роботі руками відбувається інша організація кровообігу, зокрема необхідна для забезпечення метаболічних потреб швидкість кровотоку досягається, виключно за рахунок ЧСС, тоді як об'єм серцевого викиду змінюється незначно [326]. Аналіз структури кисневого споживання при роботі верхніми і нижніми кінцівками призводить до висновку, що активація метаболізму внутрішніх органів є, істотно, нижчою при роботі руками [265, 266]. Після граничної за тривалістю субмаксимальній роботі руками виникає непропорційно великий кисневий борг [341]. Аналіз причин зазначених відмінностей у вегетативному і енергетичному забезпеченні циклічної роботи руками і ногами відсутні, але, навіть з наведених фактів є зрозумілим, що однакові за енерговитратами (ізоенергетичні) навантаження для верхніх та нижніх кінцівок є нерівноцінними за фізіологічним впливом на організм [265].

Ці особливості слід враховувати при визначенні фізичної працездатності з використанням різних ергометрів. Показники фізичної працездатності, як вже зазначалось, істотно ( $r \geq 0,90$ ) пов'язані з показниками аеробної продуктивності. Менш вираженими ( $0,5 < r < 0,7$ ) ці залежності є по відношенню до різних сторін рухової підготовленості і антропометричного статусу. Отже, надійність розрахунків складових показника  $PWC_{170}$  визначається ступенем їх кореляції з предикторами моделі, яка розробляється за допомогою інших тестів: чим ближчими є механізми енергозабезпечення цих проб до аеробної продуктивності, тим адекватніше і точніше будуть прогнозовані величини фізичної працездатності. З урахуванням цих закономірностей запропоновано значну кількість розрахункових методів визначення  $PWC_{170}$ . Зокрема, найбільш розповсюдженим для осіб, що несистематично займаються фізичною культурою

та спортом і спортсменів швидкісно-силових видів спорту, є розрахунок значень  $PWC_{170}$  за величиною МПК, запропонований В. Л. Карпманом [110]:

$$PWC_{170} = МПК - 1240 \times 1,7^{-1} \quad (7)$$

Для визначення  $PWC_{170}$  у висококваліфікованих спортсменів циклічних видів спорту [110]:

$$PWC'_{170} = МПК - 1070 \times 2,2^{-1} \quad (8)$$

Аналогічно з попереднім методом розрахунку запропоновано значну кількість інтегральних рівнянь, які дозволяють визначати рівень фізичної працездатності за результатами тесту  $PWC_{170}$ , розглянутій у багаточисельній науково-методичній літературі [26, 27, 109, 110, 164, 359, 363].

Таким чином, тест  $PWC_{170}$  характеризується достатньою методологічною коректністю. При визначенні фізичної працездатності за допомогою тесту дозування навантажень здійснюється у фізичних одиницях виміру, є суворо регламентованим, що дозволяє порівнювати результати різного контингенту осіб, що відрізняються за віком, статтю, рівнем фізичної підготовленості тощо. Важливою перевагою проби  $PWC_{170}$  є те, що у процесі тестування виключається суб'єктивне ставлення випробуваного до дослідження [110].

Однак, як справедливо зазначає В. О. Романенко, вимірювання – лише перший етап діагностики. Другим, не менш важливим, є оцінка результатів тестування, на який немає і, мабуть, не може бути однозначних рішень [234]. Порівняльний аналіз публікацій, проведений К. Ю. Ажицьким по відношенню до нетренованих осіб і В. Л. Карпманом, щодо кваліфікованих спортсменів, вказує на повну невідповідність розроблених різними авторами шкал оцінок фізичної працездатності [3, 110]. Причина даних розбіжностей полягає у тому, що в кожному окремому випадку використовуються різні ергометри, вивчаються різні популяції, тестуються спортсмени різних спеціалізацій, кваліфікацій і рівня підготовленості, при чому, без урахування їх віку та етапу спортивної підготовки [234].

#### 4.3.2. Оцінка результатів проби $PWC_{170}$

Фізичну працездатність оцінюють, аналізуючи індивідуальну динаміку  $PWC_{170}$ , порівнюючи її з стандартизованими нормованими значеннями для окремої категорії людей. Цілком закономірно, що чим більше значення  $PWC_{170}$ , тим більшу механічну роботу може виконати особа при оптимальному функціонуванні системи кровообігу і тим вища фізична працездатність [110].

Рівень фізичної працездатності за тестом  $PWC_{170}$  визначається, перш за все, продуктивністю кардіореспіраторної системи, зокрема, ефективність роботи апарату кровообігу обумовлена більшим діапазоном функціональних можливостей вегетативних систем організму і більшою величиною  $PWC_{170}$  [110].

Істотно впливає на дану величину особливості фізичного розвитку, зокрема, абсолютні значення  $PWC_{170}$  знаходяться у прямій залежності від тотальних розмірів тіла. Тому, для нівелювання індивідуальних антропометричних відмінностей визначають відносні величини  $PWC_{170}$ , розраховані на 1 кг маси тіла. Зі збільшенням маси тіла відносні величини  $PWC_{170}$  мають тенденцію до зменшення [110].

Індивідуальні коливання величини  $PWC_{170}$  визначаються і іншими факторами, зокрема, статтю, віком, спадковістю, станом здоров'я, рівнем фізичної активності тощо.

У здорових молодих нетренованих чоловіків величина  $PWC_{170}$  коливається в діапазоні  $850-1100 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$  ( $14,4 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), у жінок –  $450-850 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$  ( $10,2 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$  (дод. 3) [27].

Фізична працездатність, визначена за допомогою проби  $PWC_{170}$ , у більшості спортсменів, перевищує аналогічний показник нетренованих осіб. При цьому, ступінь збільшення фізичної працездатності у представників різних видів спорту неоднакова (дод. 4). Зокрема, найбільші величини  $PWC_{170}$  відзначаються у представників циклічних видів спорту, основою яких є витривалість з різним її проявом (дод. 4) [27].

У даних спортсменів величини  $PWC_{170}$  знаходяться в діапазоні  $1605-1930 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$  ( $19,0-27,7 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), тобто на 60-70% більше, ніж у нетренованих чоловіків. У спортсменів, що тренуються «на витривалість», спостерігаються особливо високі показники і аеробної продуктивності [27, 110].

Особам, що спеціалізуються у спортивних іграх і єдиноборствах, притаманні відносні величини  $PWC_{170}$ , які коливаються в діапазоні 18,0-22,0  $\text{кг}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$  (приблизно на 20-40% більше ніж у нетренованих осіб чоловічої статі), тобто, є вищими при порівнянні з належною величиною, проте, меншою мірою, ніж у спортсменів, що спеціалізуються у видах спорту з домінуванням циклічних вправ з різним проявом витривалості [27].

Найбільш високі абсолютні значення  $PWC_{170}$  відзначаються у ватерполістів і баскетболістів та є вищими, ніж у обстежених спортсменів, що займаються спортивною ходьбою, лижників-гонщиків, ковзанярів, велосипедистів, марафонців. Однак, слід враховувати, що розміри тіла у баскетболістів і ватерполістів є значно більшими, а відносні величини  $PWC_{170}$  не набагато вищі, ніж у інших спортсменів тієї ж групи [27]. Заняття даними видами спорту істотно впливають на діяльність вегетативних систем організму, і перш за все на кардіореспіраторну систему, що проявляється як у функціональних, так і у морфологічних змінах [27].

Результати обстеження спортсменів, що займаються швидкісно-силовими і складнокоординаційними видами спорту, вказують на те, що величини  $PWC_{170}$  у них незначно перевищують дані нетренованих осіб, знаходячись в діапазоні 1100-1300  $\text{кг}\cdot\text{хв}^{-1}$  (15,0-18,0  $\text{кг}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ ) (дод. 3, 4). Найбільші величини  $PWC_{170}$  даної групи зареєстровані у спортсменів, що спеціалізуються у метаннях молота, диска, списа і штовханні ядра (1130-2250  $\text{кг}\cdot\text{хв}^{-1}$ ). Разом з тим, при оцінці достатньо високих абсолютних величин  $PWC_{170}$  слід враховувати особливості фізичного розвитку спортсменів – більші масу і довжину, площу поверхні тіла ніж у нетренованих [27]. Відносні ж величини  $PWC_{170}$  у цих спортсменів незначно відрізняються від даних нетренованих людей, що пов'язано з більшою кількістю жирової тканини, а зі збільшенням жирового компоненту тіла людини величина фізичної працездатності знижується [27].

Ступінь збільшення відносної фізичної працездатності для яхтсменів є меншим, ніж у спортсменів з домінуванням витривалості, з незначною відмінністю від боксерів, хокеїстів і є вищою, ніж у борців, тенісистів, регбістів [27]. Робота яхтсменів з управління вітрильним судном вимагає достатньо високої енергетичної потужності. Зокрема, швидкість споживання кисню, при цьому, у різних метеорологічних

умовах досягає від 540 до 2883  $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1}$ , а ЧСС у вітряну погоду може збільшуватись до 160-180  $\text{ск} \cdot \text{хв}^{-1}$ . Це призводить до підвищення мобілізації вегетативних систем організму, що обумовлює розширення можливостей кардіореспіраторної системи і істотне підвищення рівня фізичної працездатності [27].

Дані обстеження понад 5000 спортсменів, представників 25 різних видів спорту, дозволили З. Б. Белоцерковському розробити шкалу оцінки величин  $\text{PWC}_{170}$ , необхідну для аналізу індивідуальних результатів тестування фізичної працездатності у спортсменів різних спеціалізацій, об'єднаних у три групи, залежно від спрямованості тренувального процесу, домінуючих фізичних вправ, ступеня розвитку тих або інших фізичних якостей, кваліфікації (дод. 5, 6) [27].

Індивідуальні коливання величин  $\text{PWC}_{170}$  у жінок визначаються аналогічними факторами, що і у чоловіків, зокрема, особливостями фізичного розвитку, спадковістю, рівнем фізичної підготовленості тощо. Величини  $\text{PWC}_{170}$  у спортсменок є нижчими, ніж у спортсменів тих же спеціалізацій. При цьому, як для чоловіків, так і жінок, характерним є вплив домінуючих фізичних якостей на величину  $\text{PWC}_{170}$ . Найбільші значення зареєстровані у жінок, з домінуванням витривалості, найменші – у представниць видів спорту, які не розвивають аеробну продуктивність організму (стрибки у воду, спринтерські дисципліни) (дод. 7) [27].

Для осіб, які спеціалізуються у метанні молота, диска, списа і штовханні ядра, притаманні вищі величини  $\text{PWC}_{170}$  у порівнянні не тільки з жінками, що не займаються спортом (на 73%), але й зі спортсменками, що спеціалізуються у інших видах спорту. Разом з тим, відносні величини  $\text{PWC}_{170}$  у них є меншими, ніж у всіх інших спортсменок, і незначно більшими, ніж у нетренованих жінок, що вказує на достатньо помірний вплив спортивної діяльності на фізичну працездатність жінок, які спеціалізуються у метанні молота, диска, списа та в штовханні ядра [27].

У велосипедисток високого класу абсолютні величини  $\text{PWC}_{170}$  є одними з найвищих [27]. Середня величина  $\text{PWC}_{170}$  для жінок, що спеціалізуються у бігу на середні дистанції становила 1046  $\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{хв}^{-1}$ , тобто є істотно вищою, ніж у нетренованих (на 60,9%). Ще більші відмінності спостерігаються з аналогічними показниками контрольної групи за від-

носними значеннями  $PWC_{170}$  (на 89%). Це обумовлено не тільки меншими розмірами тіла, але й впливом домінуючих тренувальних вправ [27].

Середні величини  $PWC_{170}$  фігуристок перевищували значення у порівнянні з контрольною групою на 45,6%. Різниця між відносними величинами  $PWC_{170}$  була ще більшою: у фігуристок –  $19,8 \text{ кГм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ , а у нетренованих –  $10,2 \text{ кГм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Відносний рівень фізичної працездатності фігуристок є найвищим у порівнянні з показниками представниць всіх інших спортивних дисциплін, в тому числі велосипедного спорту, бігу на середні дистанції, плавання [27].

Величини  $PWC_{170}$  у жінок, що займаються ритмічною гімнастикою, коливаються у достатньо широкому діапазоні ( $558\text{--}1003 \text{ кГм} \cdot \text{хв}^{-1}$ ), що пояснюється значною різницею за віком і антропометричними ознаками. Середня величина цього показника ( $799 \text{ кГм} \cdot \text{хв}^{-1}$ ) на 24,8% перевищує відповідні значення групи жінок, які не займаються спортом або різними формами спортивно-масової фізичної культури. Ще більшою мірою відрізняються у групах відносні величини  $PWC_{170}$ : у жінок, що займаються ритмічною гімнастикою, є більшими на 35,3%, ніж у нетренованих [27].

#### **4.4. Методи та організація дослідження функціональної підготовленості студентів**

Дослідження проведені упродовж грудня 2010 р – березня 2013 р на базі лабораторії психофізіології м'язової діяльності Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка (НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка) у відповідності до тем: «Дидактичні основи формування рухової функції осіб, які займаються фізичним вихованням і спортом» (№ 0108U000854 від 19 лютого 2008 року); «Методичні засади професійної підготовки майбутніх вчителів фізичного виховання до формування здорового способу життя сучасної молоді» (№ 0110U000020 від 29 січня 2010 року); у відповідності до Зведеного плану науково-дослідної роботи на 2011–2015 рр. Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту за напрямом наукових досліджень – «Методологічні та організаційно-методичні основи раціональної підготовки спортсменів».

В дослідженнях брали участь спортсмени, які спеціалізуються у біатлоні (n=27), боксі (n=30) та волейболі (n=27). Всього обстежено 85

спортсменів чоловічої статі, з яких: 38 – спортсмени масових розрядів (I-III розряди), 46 – кандидати у майстри спорту України і майстри спорту України, 5 – Заслужені майстри спорту України, майстрів спорту Міжнародного класу України.

Групи досліджуваних сформовані зі студентів, що відвідують відповідну секцію спортивно-педагогічного удосконалення за видом спорту, які діють на базі факультету фізичного виховання НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «Чернігівський колегіум імені Т. Г. Шевченка», зокрема:

зі спеціалізації «Волейбол» – 27 осіб студентів чоловічої статі у віці 19-21 років, що входять до основного складу студентської команди СВК «Буревісник» ШВСМ, з них: 20 – майстрів спорту і кандидатів у майстри спорту України, 7 – спортсменів I розряду;

зі спеціалізації «Бокс» – 27 осіб чоловічої статі у віці 19-21 років і входять до основного складу збірної команди Чернігівської області, з них: 2 – майстри спорту Міжнародного класу, 12 – майстри спорту і кандидати у майстри спорту України, 13 – спортсмени масових розрядів;

зі спеціалізації «Біатлон» – 27 студентів чоловічої та жіночої статі у віці 19-21 років (17 осіб чоловічої статі, 10 – жіночої) і входять до складу Національних збірних команд України та Чернігівської області, з них: 2 – майстри спорту Міжнародного класу, Заслужені майстри спорту України, 16 – майстри спорту і кандидати у майстри спорту України, 9 – спортсмени першого розряду.

Особливості тотальних розмірів тіла спортсменів вивчали згідно стандартизованої методики: реєстрували показники довжини, маси тіла та окремих сегментів (довжини тулуба, корпусу, нижньої та верхньої кінцівок), маси тіла, обвіду грудної клітки у спокої ( $ОГК_{сп}$ ), у фазах вдиху ( $ОГК_{вд}$ ) і видиху ( $ОГК_{вид}$ ), життєвої ємності легень (ЖЄЛ), сили м'язів кисті ( $F_{max(К)}(кг)$ ) і спини ( $F_{max(С)}(кг)$ ) [39, 54, 153, 181, 234, 269].

Довжину тіла визначали із застосуванням ростоміра, інші поздовжні розміри – за допомогою антропометра у вихідному положенні стоячи у їх проєкційному значенні (найкоротша відстань між антропометричними точками) реєструвались: висота над підлогою скелетних точок, як різниця між висотою вищерозташованої і нижчерозташованої точок з визначенням відстані між ними [96]. Поздовжні розміри тіла розраховувались наступним чином: довжина корпусу – різниця між довжиною



тіла та висотою лобкової точки; довжина тулуба – різниця між висотою верхньогрудної та лобкової точок; довжина руки – різниця між висотою плечової та пальцевої точок; довжина ноги – проміжне положення між висотою клубово-остюкової та лобкової точок.

На підставі емпіричних рівнянь розраховували [234]:

$$1. \text{ Індекс Кетле} = P \times L^{-1}, \text{ г} \cdot \text{см}^{-1} \quad (9)$$

$$2. \text{ Індекс Ерісмана} = \text{ОГК}_{\text{вп}}, \text{ см} - (L, \text{ см} \times 2^{-1}), \text{ ум. од.} \quad (10)$$

$$3. \text{ Індекс Пин'є, ум. од.} = L - (P + \text{ОГК}_{\text{сп}}) \quad (11)$$

$$4. \text{ Індекс розвитку грудної клітки} = \frac{\text{ОГК}_{\text{сп}}}{L} \times 100 \% \quad (12)$$

$$5. \text{ Індекс стенії} = \frac{L}{2 \times P} + \text{ОГК}_{\text{сп}}, \% \quad (13)$$

$$6. \text{ Індекс скелії (за Манувріє)} = \frac{L - L_1}{L_1} \times 100, \% \quad (14)$$

$$7. \text{ Індекс розвитку грудної клітки (за Ліві)} = \frac{\text{ОГК}_{\text{сп}}}{L} \times 100, \% \quad (15)$$

$$8. \text{ Життєвий індекс ЖІ} = \text{ЖСЛ} \times P^{-1}, \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \quad (16)$$

$$9. \text{ Співвідношення м'язової сили спини та кисті до маси тіла, \%:}$$

$$(\text{максимальна сила кисти } (F_{\text{max}(K)}), \text{ кг} \times \text{маса тіла, кг}^{-1}) \times 100 \quad (17)$$

$$(\text{максимальна сила спини } (F_{\text{max}(C)}), \text{ кг} \times \text{маса тіла, кг}^{-1}) \times 100 \quad (18)$$

де  $P$  – маса тіла, кг (г);  $\text{ОГК}_{\text{сп}}$ ,  $\text{ОГК}_{\text{вд}}$ ,  $\text{ОГК}_{\text{вид}}$  – обвід грудної клітки у спокої, на вдосі, видосі відповідно, см;  $L$  – довжина тіла, см;  $L_1$  – довжина тулуба, см.

Систолічний ( $\text{АТ}_{\text{сист}}$ , мм. рт. ст.) та діастолічний артеріальний тиск ( $\text{АТ}_{\text{диаст}}$ , мм рт. ст.) визначали за допомогою електромеханічного тонометра AND UA-704 (Японія). На підставі емпіричних даних розраховували [235]:

$$\text{пульсовий АТ } (\text{АТ}_{\text{п}} = \text{АТ}_{\text{сист}} - \text{АТ}_{\text{диаст}}), \text{ мм. рт. ст.} \quad (19)$$

середній гемодинамічний АТ

$$(\text{АТ}_{\text{сг}} = 0,5 \times \text{АТ}_{\text{п}} + \text{АТ}_{\text{диаст}}), \text{ мм. рт. ст.} \quad (20)$$

ударний об'єм серця

$$(\text{УОС} = 100 + 0,5 \times \text{АТ}_{\text{п}} - 0,6 \times \text{АТ}_{\text{диаст}} - 0,6 \times \text{Вік, років}), \text{ мл} \quad (21)$$

$$\text{хвилинний об'єм крові (ХОК} = \text{УОС} \times \text{ЧСС}), \text{ мл} \quad (22)$$

$$\text{коефіцієнт ефективності кровообігу (КЕК} = \text{АТ}_{\text{п}} \times \text{ЧСС}), \text{ ум. од.} \quad (23)$$

$$\text{коефіцієнт витривалості за Кваасом } (\text{КВ} = \frac{\text{ЧСС} \times 10}{\text{АТ}_{\text{п}}}) \text{ ум. од.} \quad (24)$$

$$\text{вегетативний індекс Кердо ( ВіК = \frac{1 - \Delta T_{\text{вн}}}{\text{ЧСС}} \times 100 ) \text{ ум. од.} \quad (25)$$

$$\text{індекс Робінсона ( IP = \frac{\text{ЧСС} \times \Delta T_{\text{вн}}}{100} ) \text{ ум. од.} \quad (26)$$

$$\text{індекс Скибинського( IC = \frac{\text{ЖЄЛ} \times T_{\text{вн}}}{\text{ЧСС}} ) \text{ ум. од.} \quad (27)$$

де  $T_{\text{вн}}$  - час затримки дихання на видиху, с.

Особливості вегетативної регуляції серцевого ритму вивчали на підставі аналізу показників ВРС 5-7 хвилинних фрагментів пульсограми за допомогою монітора серцевого ритму Polar RS800 (Polar Electro, Фінляндія) у відповідності до стандартів Європейського товариства кардіологів і Північноамериканського товариства електрофізіологів [361]. Аналіз даних здійснювався за допомогою програмного забезпечення Kubios HRV 2.1 (Куоріо, Фінляндія). Артефакти і екстрасистоли видалялися з електронного запису ручним методом. Аналізувались наступні показники ВРС:

RRNN (середня тривалість нормальних інтервалів R-R);

SDNN (стандартне відхилення величин NN-інтервалів);

RMSSD (корінь квадратний середніх квадратів різниці між суміжними R-R- інтервалами);

pNN<sub>50</sub> (відсоток інтервалів суміжних NN, що відрізняються більш, ніж на 50 мс).

Серед показників спектрального (частотного) аналізу оцінювалися загальна потужність спектру (Total Power, TP), потужність високочастотного (High Frequency, HF), низькочастотного (Low Frequency, LF) і зверхнизоочастотного (Very Low Frequency, VLF) компонентів, внесок зазначених компонентів в загальну потужність спектру у %, а також потужність HF і LF хвиль в нормалізованих одиницях (п. у.).

Використовувалися наступні показники кардіоінтервалографії (КІГ) [16]:

Mo (мода – значення R-R-інтервалу, що найчастіше зустрічається в діапазоні визначення), с;

AMo (амплітуда моди – відсоток кардіоінтервалів R-R, відповідний значенню моди), %;

ΔX (варіаційний розмах – різниця між тривалістю найбільшого і найменшого R-R-інтервалів), с.

HRV triangular index (триангулярний індекс – відношення загальної кількості R-R-інтервалів до  $AMo$ ).

Для визначення централізації регуляції серцевого ритму на основі даних показників розраховувався індекс напруги регуляторних систем (за Р. М. Баєвським), ум. од. [16]:

$$IH = \frac{AMo}{2 \times \Delta X \times Mo} \quad (28)$$

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 [64]:

$T_{ПХ}$  (тривалість пульсової хвилі), с;

$T_{ДФ}$  (тривалість дикротичної фази пульсової хвилі), с;

$T_{АФ}$  (тривалість анакротичної фази пульсової хвилі), с;

$T_{ФН}$  (тривалість фази наповнення), с;

$T_{СИСТ}$  (тривалість систолічної фази серцевого циклу), с;

$T_{ДИСТ}$  (тривалість диастолічної фази серцевого циклу), с;

$T_B$  (час відбиття пульсової хвилі), с;

$A_{ПХ}$  (амплітуда пульсової хвилі), ум. од.;

$A_{ДХ}$  (амплітуда дикротичної хвилі), ум. од.;

$AI$  (амплітуда інцизури), ум. од.

На підставі вищезазначених показників розраховувались:

індекс дикротичної хвилі (ІДХ), ум. од.;

індекс відбиття (ІВ);

індекс жорсткості (ІЖ),  $m \cdot s^{-1}$ ;

індекс висхідної хвилі (ІВХ), с.

Під час реєстрації вищезазначених показників досліджуваний обмежувався від впливу аудіо-візуальних подразників за допомогою світлоізолюючої тканинної маски чорного кольору та звукопоглинаючих навушників, які не створювали дискомфорту.

Реєстрація параметрів пульсової хвилі здійснювалась за допомогою фотоплетизмографічного датчика на дистальній фаланзі 3 пальця лівої кисті у базальних умовах та через 7-12 хв після виконання проби

$PWC_{170}$  у положенні сидячи синхронно з параметрами серцевого ритму.

Параметри зовнішнього дихання визначали за допомогою спірометалографу Метатест-1. Нами реєструвались: життєва ємність легень (ЖЄЛ, мл), частота дихання (ЧД, дих. циклів  $\cdot$  хв<sup>-1</sup>), дихальний об'єм (ДО, мл). Хвилиний об'єм дихання (ХОД, мл) розраховувався на підставі добутку ЧД та ДО.

Виконання проби  $PWC_{170}$  здійснювалось на велоергометрі ВЭ-02 із застосуванням 2 навантажень тривалістю 5 хв з 3 хв періодом відпочинку між навантаженнями у відповідності до стандартів її виконання [26]. Дозування I-го навантаження здійснювалось у відповідності до маси тіла досліджуваного згідно методики проведення проби [26]. Потужність II-го навантаження залежала від потужності I-го і ЧСС в останні 30 с виконання [26]. Оцінка рівня фізичної працездатності здійснювалась на підставі розрахунку абсолютних (кгм $\cdot$ хв<sup>-1</sup>) та відносних (кгм $\cdot$ хв<sup>-1</sup> $\cdot$ кг<sup>-1</sup>) значень  $PWC_{170}$  у відповідності до маси тіла досліджуваного (дод. 1, 2).

Крім того, нами оцінювались співвідношення абсолютного і відносного (у відповідності до маси тіла) об'ємів виконаної роботи до її фізіологічної вартості –  $Вт_{г\text{ абс}} / \text{пульс}$  (Вт<sub>абс</sub>  $\cdot$ ск $\cdot$ хв<sup>-1</sup>),  $Вт_{г\text{ відн}} / \text{пульс}$  (Вт<sub>відн</sub>  $\cdot$ ск $\cdot$ хв<sup>-1</sup>), та пульсову вартість роботи, як різницю між ЧСС в кінці II-го навантаження та ЧСС у базальних умовах (ск $\cdot$ хв<sup>-1</sup>) [26].

У стані спокою, безпосередньо після I-го та II-го навантажень, фазах реституції (через 2,5 хв після I-го та 7 хв після II-го навантажень) визначались вищезазначені показники.

Визначення функціонального стану кардіореспіраторної системи студентів здійснювалось у період оптимальної готовності організму наприкінці підготовчого періоду як в базальних умовах, так і після виконання дозованих фізичних навантажень циклічної спрямованості (проба  $PWC_{170}$ ). Дослідження проводилось після 1 дня відпочинку, при стандартизованому питному режимі і харчуванні, який передбачав проведення, виключно, ранкової гімнастики тривалістю 30-40 хв із застосуванням загально-розвиваючих вправ з моторною щільністю 75-80% на рівні 120-130 серцевих скорочень  $\times$  хв<sup>-1</sup>.

При цьому, з метою виявлення максимальних функціональних можливостей у жінок враховувались фази оваріально-менструального циклу (ОМЦ), періодичність якого суттєво впливає на зміни показників, як в стані відносного спокою, так і на реактивність систем організму

на дозовані фізичні навантаження. Так, з метою визначення фаз ОМЦ студентками у індивідуальному щоденнику самоконтролю фіксувались тривалі спостереження за базальною (оральною) температурою вранці до підйому з ліжка в стані абсолютного спокою. На підставі аналізу щоденників був розроблений графік досліджень, який передбачав визначення функціонального стану кардіореспіраторної системи у жінок у постовуляторну фазу ОМЦ, тривалість якої становить 9-10 діб в залежності від всього циклу (25-33 доби) [198, 244]. До уваги брались результати базальної (оральної) температури, що ритмічно повторювались протягом 3 місяців з незначним відхиленням (1-3 доби). Студентки з нестабільним ОМЦ не брали участі у дослідженні і виключались з тестування. Тестування проводилось у середині означеної фази, що обумовлює максимальний прояв функціональних та фізичних можливостей студенток-біатлоністок [198, 244]. Зокрема В. І. Пивоварова вказує про те, що найбільші тренувальні навантаження слід реалізовувати у постовуляторну і постменструальну фази ОМЦ. У ці періоди найдоцільніше проводити контроль за функціональним станом жінок і змагання, оскільки саме в цей час жіночий організм має оптимальні адаптаційні можливості. Недоцільно у менструальну, овуляторну і передменструальну фази ОМЦ виконувати значні фізичні навантаження у зв'язку зі зниженням їх функціонального стану та фізичної працездатності [198, 244].

Крім того, нами враховувалось самопочуття студентів обох статей, наявність дискомфорту, інші ознаки фізичної та психічної втоми, пов'язаних з впливом внутрішніх та зовнішніх чинників. До початку тестування студенти не вживали їжі, кави та чаю, інших засобів психофізичного впливу на організм, що детермінують зрушення констант гомеостазису видозмінюючи, при цьому, функціональний стан кардіореспіраторної системи та реактивність на дозовані фізичні навантаження.

Студенти були ознайомлені зі змістом тестів і дали згоду на їх проведення. При проведенні комплексних обстежень дотримувалися законодавства України про охорону здоров'я, Гельсінської декларації 2013 р., директиви Європейського товариства 86/609 щодо участі людей в медико-біологічних дослідженнях [227, 333, 366].

Статистичну обробку фактичного матеріалу здійснювали за допомогою програми Microsoft Office Excel [165]. 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  $\alpha = 0,05$ ). При інтерпретації матриць інтеркореляції в розрахунок брали достовірні коефіцієнти з діагностичною ( $r \geq 0,3$ ) і прогностичною ( $r \geq 0,7$ ) цінністю.

## РОЗДІЛ 5

### СОМАТОЛОГІЧНІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ СТУДЕНТІВ

Для повного відображення сутності дослідницьких завдань та розуміння характеру спортивно-педагогічної діяльності контингенту, що досліджується, необхідно надати характеристику видів спорту, які розглядаються.

#### **5.1. Характеристика видів спорту**

##### **5.1.1. Волейбол**

Волейбол відноситься до ігрових видів спорту та розглядається як вища форма спортивних ігор, включених до Світової системи спортивних змагань, насамперед, на рівні спорту вищих досягнень [84, 85, 197].

Відмінними рисами спортивних ігор, зокрема, волейболу, детерміновані специфікою ігрових і змагальних дій. Змагальний поєдинок груп волейболістів (команд) відбувається в межах суворо регламентованих правил у відповідності до специфічних, притаманних тільки волейболу змагальних дій – прийомів гри (техніки). Мета кожного фрагменту змагання полягає у передачі предмету змагання (м'яча) в певне місце майданчика суперника і забезпечення протидії по відношенню до себе, що визначає одиницю змагальної діяльності – блок дій в захисті та нападі. У волейболі, як і у всіх спортивних іграх, перемагає і програє команда в цілому, а не окремі спортсмени.

Складний характер змагальної ігрової діяльності, умови змагального поєдинку, що постійно змінюються, обумовлюють необхідність оцінки ситуації і вибору дій в умовах ліміту часу. Важливим фактором є наявність у спортсмена значного об'єму техніко-тактичних засобів, який дає можливість оптимально застосовувати стратегічний план гри, що забезпечить ефективність дій команди для досягнення гіпотетичного результату [84, 85, 197].

Особливістю волейболу, як різновиду спортивних ігор, є значна кількість змагальних дій (приймів) і необхідність багаторазово їх виконувати у процесі змагальної діяльності (зустрічі, серії зустрічей) для досягнення спортивного результату (перемозі у зустрічі, змаганні). Дана

передумова детермінує достатньо високий рівень надійності, стабільності навичок спортсмена. Змагальна діяльність реалізується спортсменами команди і багато у чому залежить від узгодженості, форм організації дій в процесі змагальної діяльності з метою досягнення перемоги над суперником.

Особливістю волейболу є східчастий характер досягнення спортивного результату. У видах спорту з одиничними змагальними діями (наприклад, стрибки, метання) оптимальне поєднання двох факторів – рухового потенціалу і раціональної техніки – при одноразовій спробі призводить до фіксації спортивного результату (висота стрибка, дальність метання тощо).

Головним критерієм ефективності змагальної діяльності у волейболі, притаманного для спортивних ігор, є перемога над супротивником, а кількість перемог, що визначає місце у підсумковій таблиці учасників і є спортивним результатом. Критерієм оцінки рівня спортивної майстерності команди і її членів є зайняте місце у змаганнях. Разом з тим, критерій не повною мірою відображає рівень майстерності окремого спортсмена у зв'язку з відсутністю об'єктивних показників, що визначаються згідно певних одиниць виміру. Зокрема, і при слабких окремих гравцях переможцем буде команда, а право на присвоєння високого спортивного звання отримують всі, що обумовлює необхідність розробки об'єктивних (кількісних) критеріїв успішності (результативності), які дозволять оптимально здійснювати процес спортивної підготовки і контроль за ним.

Зокрема, Ю. Д. Железняк відокремлює *об'єктивні показники контролю, притаманних* спортивним іграм [197]:

елементний набір прийомів гри (технічний аспект);

здатність швидко і правильно оцінювати ситуацію, обирати і ефективно застосовувати оптимальну, для конкретної ігрової ситуації, атакуючу або захисну дію (тактичний аспект);

спеціальні якості і здібності, від яких залежить ефективність безпосереднього виконання дії (вимоги до часових, просторових і силових параметрів виконання);

домінуючий енергетичний режим роботи спортсмена;

чуттєво-руховий контроль.

Дані об'єктивні показники, визначені у кількісних одиницях виміру,



дозволять визначати зміст підготовки і оптимально управляти цим процесом, розробляти модельні характеристики, програми, плани, нормативи, критерії успішності, як окремих гравців, так і усїєї команди.

У відповідності до особливостей тренувальної і змагальної діяльності спортсменів волейбол відноситься до першої групи, яка поєднує атлетичні види спорту, пов'язані з гранично активною руховою діяльністю спортсмена.

За специфікою рухів відноситься до спортивних ігор, з ациклічною структурою вправ, за способом визначення змагального результату – до III групи (види спорту, в яких певні дії спортсменів оцінюються в балах, очках або голах). У відповідності до характеру взаємодії партнерів і супротивників, змісту тактичних завдань складає шосту групу, яка поєднує командні спортивні ігри.

Виходячи з мети, біомеханічних параметрів рухів, характеру м'язових скорочень, потужності і тривалості роботи, механізмів енергозабезпечення складають сьому групу контактних видів спорту. Домінуючим механізмом енергозабезпечення є гліколітичний з періодичною реалізацією креатинінфосфатного і аеробного. Успішність забезпечення діяльності передбачає стійкість організму до гіпоксії і емоційних стресорних навантажень.

Змагальна діяльність волейболістів, певним чином, визначає зміст багаторічної підготовки (принципи, засоби, методи, відбір, оцінка тренуваності, оцінка здібностей, контроль за поточним станом систем організму). Оскільки змагальна діяльність обумовлена спортивним результатом є необхідність вивчення змісту змагальної діяльності і відокремлення факторів, що визначають досягнення високих спортивних результатів.

Структуру змагальної діяльності у волейболі складають компоненти у вигляді змагальних дій, фізичних здібностей, функціональних можливостей, психічних властивостей особистості які, умовно, відокремлюються за певними рівнями [84, 85, 197].

**Перший рівень** структури становить системно-цілісне протиставлення спортсменів двох команд, у якому представлені результуючі компоненти структури та їх взаємозв'язок.

**Другим рівнем** структури є командні тактичні дії у нападі та обороні: якщо у окремий момент гри для однієї команди дії є атакуючими,

то для іншої – захисні. Командні тактичні дії складають систему гри у нападі або обороні і є визначальним фактором для вибору техніко-тактичних дій.

**Третій рівень** структури відокремлює групові тактичні дії у нападі (комбінації) і обороні – реалізація командних тактичних дій. За аналогією з командними тактичними діями групові дії здійснюються одночасно: гравці однієї команди виконують тактичну комбінацію у нападі, гравці іншої команди взаємодіють між собою, організовуючи захисні контрдії комбінаціям супротивника і її виконавців.

**Четвертий рівень** структури об'єднують індивідуальні тактичні дії у нападі або захисті, пов'язані з конкретними груповими прийомами, зокрема: в нападі – відповідно до тактичної комбінації і захисних дій конкретних гравців команди супротивника; у захисті – від системи захисту і командних групових дій, від конкретних виконавців, які будуть доповнювати тактичну комбінацію в нападі команди супротивника.

**П'ятий рівень** структури поєднує техніку прийомів гри, за допомогою яких спортсмени реалізують змагальну діяльність при безпосередньому впливі на об'єкт гри (м'яч). Компонент є результатуєчим, оскільки якість його виконання відображає ефективність змагальної діяльності (перемога або поразка), зокрема: якість виконання атакуючого удару, постановка рук при блоці, прийом м'яча при страховці і у захисті.

**Шостий рівень** структури об'єднує фізичні здібності, що забезпечують ефективність і надійність техніко-тактичних дій у ігровій змагальній діяльності (швидкісні, силові, швидкісно-силові, витривалість, координаційні здібності, гнучкість). Головним є рівень розвитку фізичних здібностей і вміння реалізувати їх у процесі виконання техніко-тактичних дій. Зокрема, у волейболі це швидкісно-силовий компонент при виконанні стрибків, швидкість реакції, швидкість пересування, оперативне мислення.

**Сьомий рівень** структури об'єднує психічні якості і властивості нервової системи (темперамент): рівень їх сформованості і ступінь прояву в умовах змагальної діяльності, істотно впливає на її ефективність.

**Восьмий і дев'ятий рівні** поєднують функціональні можливості організму і морфологічні ознаки спортсменів, що забезпечують надійність і ефективність техніко-тактичних дій протягом змагальної діяльності.

Аналіз структури змагальної ігрової діяльності спортсменів дозволяє визначити її компоненти (чинники) у відповідності до спортивного результату, від якого залежить результативність та рівень досягнень у спортивній грі зокрема [84, 85, 197]:

- ступінь досконалості прийомів гри (технічні можливості);
- ступінь досконалості тактичних дій (тактичні можливості);
- оптимальне застосування техніко-тактичних можливостей;
- ефективність техніко-тактичних дій в умовах змагальної діяльності;
- досконалість виконання ігрової функції (амплуа) кожним гравцем команди.

активність (азарт), творчість (ігровий інтелект), волеволі і моральні якості кожного гравця, спрямовані на ефективне виконання тактичного плану гри і максимальну мобілізацію зусиль спортсменів в екстремальних умовах змагань;

фізичні і психічні якості і здібності гравця, специфічні для змагальної ігрової діяльності;

функціональні можливості і морфологічні ознаки;

вік і спортивний стаж спортсменів;

ефективна система підготовки.

### 5.1.2. Бокс

Спортивні змагання з боксу є регламентоване правилами змагань протиборство двох суперників з метою досягнення перемоги. Бокс, який відноситься до ситуаційних, ациклічних видів спортивно-педагогічної діяльності, здійснюється в умовах високого рівня ліміту часу, з необхідністю приймати відповідне рішення при швидкій зміні обставин [114]. Досягнення результату відбувається завдяки протидії активному опору супротивника. Рухова діяльність, більшою мірою, обумовлена швидко-силовою і динамічною роботою змінної потужності. Від розвитку як анаеробних (креатинфосфатних, гліколітичних), так і аеробних механізмів енергозабезпечення діяльності залежить ефективність проведення двобою [113]. При цьому, рівень аеробних механізмів ресинтезу АТФ значно збільшується від другого-третього раундів. Дана особливість енергозабезпечення на пряму залежить від ефективності функціонування кардіореспіраторної системи організму. Дослідження, спрямовані на вивчення механізмів забезпечення діяльності в боксі вказують на те, що

всі навантаження в залежності від характеру і спрямованості зміни гомеостазису розділяють на наступні групи [113]:

1. Вправи, потужність яких не перевищує порогу анаеробного обміну. Ці навантаження повністю забезпечуються енергією за рахунок аеробних процесів.

2. Вправи змішаної аеробно-анаеробної спрямованості, які, в свою чергу, диференціюються на підгрупи:

а) субкритичні, які не перевищують критичної потужності. Вправи цієї зони забезпечуються енергією, в переважній більшості, за рахунок аеробних процесів з певною реалізацією анаеробних. Збільшення потужності роботи у межах цієї зони супроводжується посиленням як аеробних, так і анаеробних процесів;

б) надкритичні, потужність яких перевищує максимальну. Вправи реалізуються за рахунок максимального посилення аеробного обміну при домінуванні гліколізу. Посилення потужності у цій зоні забезпечується енергією, виключно, за рахунок анаеробного гліколізу. У найбільш інтенсивних вправах (у зв'язку з їх короткочасністю) аеробні процеси не досягають максимального рівня реалізації.

3. Вправи максимальної анаеробної потужності, що виконуються з максимальною інтенсивністю в алактатному та гліколітичному режимах ресинтезу АТФ. Домінуючими енергетичними субстратами є креатинфосфат і глікоген з поступовим включенням останнього в процес енергозабезпечення через 5-10 с від початку роботи з відповідною інтенсивністю. В більшості випадків реалізується при здійсненні активних атакуючих дій, спрямованих на швидку перемогу над супротивником [114, 215].

Достатньо високого значення в боксі, у відповідності до структури діяльності, набуває точність і швидкість переробки інформації, стійкість до переключення уваги, оперативне мислення, здатність диференціювати м'язові зусилля за динамічними характеристиками. Швидка зміна обставин поєдинку, можливість отримання тяжких тілесних ушкоджень, необхідність маскування психоемоційного стану призводить до додаткового напруження систем організму.

Особливого значення у спортивно-педагогічній діяльності боксерів набуває витривалість, як критерій успішності діяльності протягом усього двобою.

На відміну від циклічних видів спорту, в яких результат оцінюється в одиницях виміру СІ (секунди, метри, кілограми тощо), в боксі, як і у всіх єдиноборствах, надати оцінку фізичної підготовленості достатньо складно, у зв'язку з взаємовиключаючою обставиною характеру діяльності – ациклічністю вправ. Для вирішення даної проблеми застосовується, перш за все, щільність рухових дій, яка полягає у підрахунку бойових прийомів за певний час, тривалість виконання однієї бойової дії, її ефективність [114]. Разом з тим, методи та об'єкти контролю, що застосовуються у єдиноборствах і боксі, зокрема, на даний час є недостатньо розробленими, не уніфікованими, більшою мірою є такими, що не відповідають спеціальним метрологічним вимогам [114]. Вирішення даної проблеми стало можливим завдяки застосуванню спеціального вимірювального обладнання, зокрема, ударних ергометрів різного ступеня складності та спрямованості, що дозволяють у визначеному діапазоні точності визначити кількісні характеристики спортивно-педагогічної діяльності боксерів [114, 214, 218, 224, 240].

При цьому, педагогічним критерієм оцінки рівня розвитку спеціальних швидко-силових якостей є максимальна потужність, яку може реалізувати індивідуум в специфічних для певного виду спортивно-педагогічної діяльності навантаженнях.

При систематизації спеціальних засобів боксера за їх спрямованістю науковці базуються на постулаті, що різні механізми енергозабезпечення мають різний ступінь специфічності. Анаеробні процеси найбільшою мірою реалізуються в тих видах м'язової роботи, в яких спортсмен має спеціалізовану підготовку. Аеробні процеси, які детермінуються як внутрішньом'язовими, так і фізіологічними чинниками (серцева продуктивність, капіляризація м'язів і органів тощо), мають меншу специфічність і можуть удосконалюватися за допомогою як спеціальної, так і інших видів м'язової роботи, зокрема, загальнорозвиваючих вправ [60].

Виходячи з цього, біоенергетику боксерського двобою забезпечують три енергетичні компоненти фізичної працездатності: алактатний анаеробний (креатинфосфатний), гліколітичний анаеробний та аеробний [60]. При цьому, автори вважають що перші два компоненти переважно відображають рівень спеціальної фізичної працездатності

у даному виді спорту, а аеробний є, порівняно, менш специфічним у зв'язку з домінуванням швидкісно-силового характеру дій [114, 232, 240]. Разом з тим, не слід виключати з вивчення та аналізу функціональні можливості організму при реалізації довготривалих фізичних навантажень аеробної спрямованості, оскільки величина кисневого боргу і швидкість його ліквідації, яка детермінується окислювальними процесами, вказує на те, що чим більше споживання кисню в роботі, тим менші величини кисневого боргу і тим більша швидкість його усунення. У боксерському двобої це може відбуватись під час відносного зменшення інтенсивності двобою і, насамперед, у інтервалах між раундами. При цьому, чим вище у боксера можливості до споживання кисню при виконанні фізичної роботи і в періоди реституції, тим менший рівень утворення кисневого боргу та тим вища швидкість його ліквідації після виконання роботи. Це дає можливість зробити висновок, що боксер з вищим рівнем аеробного обміну починатиме наступний раунд з більшими потенційними можливостями організму [114, 142, 231, 232]. Це підтверджується фізіологічною закономірністю енергетичного забезпечення фізичної роботи, а саме: можливості організму людини до споживання великої кількості кисню позитивно впливає і на накопичення значних величин кисневого боргу [231]. Дане ствердження вказує на те, що високий рівень аеробних можливостей індивідууму дозволяє виконати більшу роботу в анаеробних умовах. Крім того, має місце і взаємовпливовість даних енергетичних процесів, тобто удосконалення аеробного метаболізму сприяє оптимізації анаеробних механізмів ресинтезу АТФ [56, 58, 114, 312].

Результатом взаємообумовленості і поєднання даних чинників є відокремлення двох загальних фізичних якостей студента-боксера – швидкісно-силові і витривалість, рівень сформованості і особливості поєднання яких, у свою чергу, визначає досягнення в спортивно-педагогічній діяльності [214, 215].

### **5.1.3. Лижний спорт**

Лижний спорт включає в себе кілька самостійних видів спорту: лижні гонки, біатлон, стрибки на лижах з трампліну, двоборство, гірськолижний спорт. Всі різновиди лижного спорту включені до програми Чемпіонатів і Кубків Світу, зимових Олімпійських ігор.

**Лижні гонки** є окремою формою швидкісного пересування по місцевості на певні дистанції різними способами (ходами, підйомами, спусками, поворотами).

Довжина і рельєф змагальних дистанцій визначаються з урахуванням віку і рівня підготовленості учасників: для хлопців – 2 км, підлітків – 3 км, юнаків молодшого віку – 5 км, юнаків старшого віку – 15 км, юніорів – 20 км, дорослі – 10, 15, 30, 50 км ; дівчата – на дистанціях до 1,5 км, дівчата-підлітки – 2 км, дівчата молодшого віку – 3 км, дівчата старшого віку – 8-10 км, юніорки – 10-15 км, жінки – на дистанціях 5, 10, 20, 30 км. Крім змагань на перерахованих дистанціях проводяться лижні марафони і зверхмарафони на дистанції до 90 км.

Час проходження дистанції лижних гонок фіксується з точністю до десятих часток секунди.

**Біатлон** – пересування на лижах зі зброєю і стрільба по установках (мішенях). Як різновид лижного спорту, біатлон виник порівняно нещодавно – військово-прикладний вид, включений до програми зимових Олімпійських ігор. Результат у біатлоні визначається загальним часом проходження змагальної дистанції з урахуванням штрафного часу, що обумовлюється результатами стрільби.

Програма змагань складається з індивідуальної гонки на 20 км у чоловіків та 15 км у жінок зі стрільбою на 4 вогневих рубежах (для юніорів – на 15 км зі стрільбою на 3 рубежах), спринтерської гонки на 10 та 7,5 км, спринтерської естафети (I етап (жінки) –  $2 \times 1,5$  км; II етап (чоловіки) –  $2 \times 2,0$  км; III етап (жінки) –  $2 \times 1,5$  км; IV етап (чоловіки) –  $3 \times 2,0$  км ) та змішаних естафет  $4 \times 7,5$ ;  $4 \times 6,0$  км у чоловіків і жінок відповідно зі стрільбою на 2 вогневих рубежах. Дистанція від біатлоніста до мішені – 50 м.

Особливістю біатлону, як форми спортивно-педагогічної діяльності, є комплексне поєднання різних за характером та спрямованістю видів роботи: пересування на лижах в аеробно-анаеробному режимах роботи та реалізація стрільби на вогневих рубежах в різних положеннях (лежачи, стоячи). Біатлон відноситься до багатоборств, циклічних, комбінованих видів спорту з, переважно аеробним енергозабезпеченням діяльності з частковим включенням анаеробних при подоланні підйомів та фінішних ділянок. Час виконання вправ – 40-50 хв в залежності від виду програми.

При виконанні стрільби активно реалізується статокінетична стійкість, обумовлена міжм'язовою координацією центральною нервовою системою оптимального положення тіла і його біоланок, силою, рівноваженістю та рухливістю (натискання на гачок) та переміщення ствольної частини зброї до наступної мішені. У чоловіків і жінок загальний час роботи складає 40-50 хв при подоланні 20 км (15 км у жінок) дистанції, включаючи 4 вогневих рубежа тривалістю 20-25 с кожний.

Реалізація діяльності здійснюється у великій і помірній зонах відносної потужності, енергозабезпечення – в аеробно-анаеробних умовах. Окислювальний механізм забезпечується ресинтезом АТФ в умовах безперервного надходження кисню у мітохондрії м'язових клітин і використовує в якості субстратів окислення вуглеводи (глікоген і глюкоза), жири та ліпіди (жирні кислоти) і частково білки (амінокислоти) [234]. У відповідності до існуючих тенденцій щодо п'яти зон потужності роботи [276], обумовлених критичною потужністю і швидкістю [57], анаеробного та аеробного порогів, участь аеробних джерел енергоутворення в третій зоні потужності становить 70-80%. Інша частина енергії продукується за рахунок гліколітичного і алактатного механізмів енергозабезпечення. Це зона змішаного аеробно-анаеробного забезпечення. Основними енергетичними субстратами є запаси глікогену в м'язах і глюкоза крові [234].

## **5.2. Соматологічні особливості тілобудови студентів, які спеціалізуються у біатлоні, боксі та волейболі**

Соматологічні особливості тілобудови спортсменів в більшості випадків є базовими для досягнення високого спортивного результату. При цьому, тотальні розміри, пропорції тіла і соматотип у різних видах спорту можуть суттєво відрізнятися, які, деякою мірою, можуть визначати професійну успішність в певному виді спортивної спеціалізації. Ці положення передбачають створення антропометричних модельних характеристик спортсменів, що відображають специфіку професійної діяльності, зокрема спортивної. Фенотип людини визначається в результаті складної взаємодії спадкового і набутого при реалізації генетичної програми в умовах конкретного середовища, яка визначає повноту реалізації програми [96, 223, 283].



При цьому, до генетично детермінованих відносять більшість морфологічних ознак організму людини, які дозволяють прогнозувати, з певною ймовірністю, успішність реалізації професійної програми, зокрема у спорті.

Можливості прогнозування ґрунтуються на генетичній запрограмованості розвитку організму, у цілому, і пов'язаності цих процесів зі спадково стійкими ознаками (генетичними маркерами), до яких, умовно, можна віднести соматотип людини (певний набір морфологічних ознак).

Подібний аспект вивчення будови тіла спортсменів має великий теоретичний і практичний інтерес. Теоретичний – для загальної морфології людини, головним чином у зв'язку з взаємообумовленістю функції і форми тіла, практичний – для удосконалення тренувального процесу з метою визначення відповідності будови тіла зі спортивними досягненнями в різних видах спорту та оптимальне дозування навантажень під час тренувань [23].

Особливо актуальними дані положення є при реалізації техніко-тактичного потенціалу спортсменів, які мають спеціалізованість, що диференціюється ігровим амплуа (ігрові види спорту), ваговими категоріями (єдиноборства, важка атлетика), характером легкоатлетичних вправ (спринтери, стайери) тощо. Зокрема анатомо-морфологічні особливості організму волейболістів впливають на комплектування команди, вибір тактичного плану гри у захисті і нападі, на визначення методики тренування, що забезпечує надійність та ефективність техніко-тактичних дій впродовж всієї змагальної діяльності [50, 299].

Разом з тим, у таких видах спорту, як волейбол та бокс, на відміну від біатлону, існує певна диференціація в залежності від специфіки діяльності, що певним чином впливає на успішність спортивної діяльності: у волейболі гравці диференційовані в залежності від ігрового амплуа (зв'язуючий гравець, діагональний нападник, крайній нападник, центральний блокуючий, ліберо), у боксі – відносно вагових категорій (мінімальна вага, найлегша вага, середня вага, напівважка вага, напівважка вага та проміжні вагові категорії [298]).

Вивчення морфологічних особливостей студентів-спортсменів дозволяє створити морфологічний портрет і відокремити певні морфоло-

гічні ознаки, які можуть бути критерієм відбору, сприятимуть удосконаленню тренувального процесу та спортивно-педагогічного удосконалення студентів у відповідності від типу тілобудови у видах спорту, що розглядаються [1, 91].

У зв'язку з цим, **метою** даного дослідження було вивчення тотальних розмірів тіла та їх пропорцій у спортсменів різних спеціалізацій (біатлон, бокс і волейбол).

Аналіз тотальних розмірів тіла студентів, що спеціалізуються у біатлоні, боксі і волейболі, значно варіюють в залежності від групи спортивно-педагогічного удосконалення (табл. 1). Так, для біатлоністів та боксерів притаманна подібність за показниками довжини тіла, тулуба, корпусу, верхніх та нижніх кінцівок, ОГК у спокої, фазах вдиху, видиху на відміну від волейболістів, які відрізняються більшими значеннями зазначених показників.

Найбільша відмінність за подовжніми розмірами тіла спостерігається за показниками довжини тіла (9,1-9,2%), довжиною ноги (11,27-12,08%), руки (8,79-12,39%) при відносно незначних відмінностях обводу грудної клітки як у спокої, так і у фазах вдиху і видиху (5,82-8,49%; 5,10-8,53%; 6,16-7,91% відповідно). На фоні цих відмінностей, які знаходяться у діапазоні 5,1-12,21%, серед волейболістів спостерігаються відносно високі значення маси тіла, які різняться з біатлоністами та боксерами в межах 26,3-30,98%. Дане положення підтверджує розрахунок індексу Кетле, який у волейболістів знаходиться на рівні  $440,66 \pm 47,79 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$  на відміну від біатлоністів і боксерів ( $380,41 \pm 34,38$  та  $367,75 \pm 45,45 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$  відповідно), що є, в деякій мірі, компенсуючим чинником, адже на відміну від боксерів, де лімітуючим фактором є маса тіла у відповідності до вагових категорій, волейболісти повинні максимально мобілізувати м'язи нижніх кінцівок, причому в складних умовах реалізації дії: стрибки за вертикальною віссю, що в свою чергу збільшує масу тіла за рахунок розвитку м'язів нижніх кінцівок (табл. 3).

**Соматометричні показники студентів,  
які займаються в різних групах СПУ**

Показник	Біатлон (M±m)	Бокс (M±m)	Волейбол (M±m)	Δ, %			
				Біатлон – Бокс	Бокс – Волейбол	Біатлон – Волейбол	
Довжина тіла, см	176,72 ±4,63	176,56 ±5,90	192,80 ±5,93	-0,09	9,20	9,10	
Довжина корпусу тіла, см	84,77 ±2,54	83,32 ±2,56	89,83 ±3,11	-1,71	7,81	5,97	
Довжина тулуба, см	59,98 ±3,07	57,24 ±2,34	63,41 ±2,55	-4,57	10,78	5,72	
Маса тіла, кг	67,30 ±5,65	64,90 ±7,90	85,00 ±7,89	-3,58	30,98	26,30	
Довжина ноги, см	88,23 ±3,63	88,87 ±4,29	98,89 ±3,76	0,73	11,27	12,08	
Довжина руки, см	73,45 ±3,27	75,88 ±3,41	82,55 ±3,04	3,31	8,79	12,39	
Максимальна сила кисті F <sub>max</sub> (к), кг	47,86 ±5,95	41,16 ±7,56	50,13 ±5,66	-14,00	21,81	4,75	
Максимальна сила спини F <sub>max</sub> (с), кг	124,76 ±16,46	120,59 ±35,20	128,41 ±20,70	-3,35	6,49	2,92	
ЖСЛ, мл	4656,59 ±621,45	4279,64 ±533,29	5366,67 ±587,04	-8,09	25,40	15,25	
ОГК	у положенні відносного спокою, см	93,45 ±4,33	91,15 ±5,23	98,89 ±4,24	-2,46	8,49	5,82
	у положенні максимального вдиху, см	97,55 ±4,05	94,46 ±4,69	102,52 ±3,63	-3,16	8,53	5,10
	у положенні максимального видиху, см	90,30 ±3,74	88,83 ±4,61	95,86 ±4,06	-1,63	7,91	6,16
Екскурсія грудної клітки, см	6,69 ±1,48	5,81 ±1,18	6,66 ±1,57	-13,12	14,64	-0,40	

Розрахунок індексу Ерісмана груп спортсменів, які вивчаються, вказує на відмінності пропорційності грудної клітки, а саме: для біатлоністів характерна широка грудна клітка, на відміну від боксерів і волейболістів. При цьому, індекс Пін'є, який дозволяє диференціювати спортсменів на групи за соматотипом (за класифікацією В. М. Шовкуненко та А. М. Геселевича), відображаючи «міцність» тілобудови за показниками довжини, маси тіла, ОГК у фазі видиху підтверджує дане припущення. Так, у біатлоністів індекс Пін'є формується за рахунок ОГК і, меншою мірою, від маси тіла, тоді як у боксерів та волейболістів, як ОГК, так і маса тіла впливають на зміну показника майже однаково (табл. 2).

Таблиця 2

**Кореляційні взаємозв'язки індексу Пін'є з окремими соматометричними показниками у студентів, які займаються в різних групах СПУ**

Показник	Бокс	Біатлон	Волейбол
Маса тіла, кг	-0,870*	-0,770*	-0,832*
Довжина тіла, см	-0,217	-0,070	0,074
ОГК в положенні максимального вдиху, см	-0,799*	-0,879*	-0,828*

**Пояснення умовних позначень:** статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні \*  $p < 0,001$

При цьому, абсолютні значення індексу Пін'є вказують на брахіморфний (гіперстенічний) тип тілобудови у волейболістів (8,87 ум. од.), мезоморфний у біатлоністів (15,96 ум. од.) і боксерів (20,21 ум. од.) (з певною перевагою у боксерів долиморфії). Брахіморфічну тілобудову підтверджує і розрахунок індексу стениї, який знаходиться у діапазоні 0,72-0,80 ум. од. в залежності від групи спортивно-педагогічного удосконалення, і вказує на вираженість брахіморфії у волейболістів (0,72 ум. од.) та помірне значення (0,80 ум. од.) у боксерів і біатлоністів (0,78 ум. од.) (табл. 3).

Індекс скелії (за Манувріє), який відображає співвідношення довжини нижніх кінцівок до довжини тіла і характеризує «довгоногість-коротконогість», вказує на превалювання у студентів всіх груп СПУ макроскелії («довгоногості») в межах 110,30-104,3% в залежності від

спеціалізації. При цьому, найбільше значення індексу (110,30%) спостерігається у волейболістів, найменше – у біатлоністів (104,30%), проміжні значення – у боксерів (106,75%) (табл. 3).

Таблиця 3

**Соматометричні індекси студентів, які займаються в різних групах СПУ**

Показник	Біатлон (M±m)	Бокс (M±m)	Волейбол (M±m)	Δ, %		
				Біатлон – Бокс	Бокс – Волейбол	Біатлон – Волейбол
Індекс Кетле, г·см <sup>-1</sup>	380.41 ±25.55	367.75 ±37.34	440.70 ±34.19	-3.33	19.84	15.85
Індекс Ерісмана, ум. од.	5.10 ±4.14	2.94 ±3.95	2.51 ±4.10	42.27	-14.65	-50.73
Індекс Пін'є, ум. од.	15.96 ±7.50	20.21 ±9.81	8.87 ±9.62	26.60	-56.10	-44.42
Індекс стелії, %	0.78 ±0.04	0.80 ±0.06	0.72 ±0.04	3.31	-10.35	-7.38
Життєвий індекс, мл×г <sup>-1</sup>	69.12 ±6.48	66.24 ±6.09	63.29 ±5.71	-4.17	-4.45	-8.44
F <sub>max</sub> (кг) × маса тіла, кг <sup>-1</sup> , %	71.28 ±5.99	60.89 ±9.98	56.74 ±7.94	-14.58	-6.81	-20.40
F <sub>max</sub> (кг) × маса тіла, кг <sup>-1</sup> , %	185.62 ±22.54	176.58 ±43.24	145.06 ±27.99	-4.87	-17.85	-21.85
Індекс скелії (за Манувріє), %	104.30 ±6.04	106.75 ±5.14	110.30 ±5.28	2.35	3.33	5.75
Довжина руки × довжина ноги <sup>1</sup> , %	83.33 ±3.19	85.84 ±2.80	83.55 ±2.08	3.01	-2.67	0.26
Довжина руки × довжина тулуба <sup>1</sup> , %	122.79 ±6.32	133.49 ±5.96	130.34 ±4.87	8.71	-2.36	6.15
Довжина ноги × довжина тулуба <sup>1</sup> , %	147.70 ±9.11	155.65 ±8.55	156.12 ±6.74	5.38	0.30	5.70
Довжина ноги × довжина тіла <sup>1</sup> , %	49.92 ±1.41	50.46 ±1.22	51.28 ±1.15	1.08	1.63	2.72
Довжина руки × довжина тіла <sup>1</sup> , %	41.56 ±1.50	43.28 ±1.13	42.83 ±0.99	4.14	-1.05	3.05

Цілком логічно, що чим більше співвідношення довжини тіла до довжини нижніх кінцівок, тим вище знаходиться центр тяжіння (ЦТ) тіла людини і тим важче зберігати рівновагу у просторі [283]. Дане положення відображає специфіку діяльності студентів різних спеціалізацій, а саме: для волейболу характерним є виконання прийомів (передач м'яча, захисних дій) у безопорному положенні, що не вимагає збереження точної рівноваги в «опорному» стані, на відміну від спортсменів-біатлоністів та боксерів, у яких збереження рівноваги в контакті з опорою є вирішальним; для біатлоніста – пересування на рухомій опорі (лижах), точна координація м'язових зусиль при здійсненні стрільби на вогневих рубежах, від яких залежить перевага над суперниками за тривалістю дистанції (штрафні кола). Крім того, постійну координацію м'язових груп при спусках, поворотах спортсмен повинен штучно знижувати ЦТ тіла шляхом присідання та/або нахилу тулуба вперед для більшої керованості свого положення при подоланні пересіченої місцевості змагальної дистанції.

Для боксерів надійна площа опори – основа для виконання пересування по рингу, виконанні ударів, захисних дій, що забезпечує перемогу над суперником. При цьому, боксер знижує ЦТ тіла шляхом присідання, відставляючи одну ногу назад з розворотом тулуба вбік. Дане вихідне положення забезпечує збереження рівноваги після удару суперника, який спрямований, якщо не у найвищу точку тіла – голову, то у верхню частину корпусу, що може призвести до швидкої втрати рівноваги і не дасть можливість здійснити наступні захисні дії та відповідний удар.

При розрахунках співвідношення довжини верхніх кінцівок до довжини тіла та корпусу спостерігається аналогічна тенденція – студенти, що спеціалізуються у боксі та волейболі, відрізняються більшим співвідношенням у бік «довгоруконості», на відміну від біатлоністів. Так, у боксерів довжина верхніх кінцівок становить 43,28% і 133,49% від довжини тіла та тулуба відповідно; у волейболістів – 42,83% і 156,12%; біатлоністів – 41,56% і 122,79%. Різниця 3,05-8,71% є суттєвою, оскільки може, при інших рівних можливостях, забезпечити успішність здійснення професійної діяльності. Так, для боксу, як контактного виду спорту, метою якого є нанесення більшої кількості ударів з певною сумарною масою та здійснення захисних дій, важливим чинником є довжина верхньої кінцівки, оскільки є пропорційною плечу важелю сили, а отже сприяє

прояву додаткових зусиль на більшій відстані та більшу швидкість руху, знижуючи ефективність захисних дій суперника з меншими абсолютними розмірами тіла [283]. Крім того, займаючи віддалене положення від суперника, боксер має більше часу для здійснення захисних дій.

У волейболі подовжені верхні кінцівки дозволяють, з одного боку – більш точно диференціювати прийоми, подачі і передачі м'яча та, з іншого – здійснювати більш раціональний захист при атакуючих діях суперника як під сіткою, так і на задній лінії ігрового майданчика.

Біатлоністу ж менша довжина верхньої кінцівки дозволяє прикласти менше зусиль при відштовхуванні лижними палицями, що забезпечує додаткову перевагу на дистанції. При здійсненні стрільби на вогневих рубежах довжина верхньої кінцівки нівелюється індивідуальним підбором прикладу зброї у відповідності до антропометричних даних спортсмена, зокрема довжині плеча, передпліччя, кисті.

Звертає на себе увагу факт – співвідношення життєвої ємності легень до маси тіла, який відображає дихальну функцію грудної клітки. Так, найбільші значення індексу зареєстровані у біатлоністів ( $69,12 \text{ мл} \cdot \text{г}^{-1}$ ) і боксерів ( $66,24 \text{ мл} \cdot \text{г}^{-1}$ ), найменші – у волейболістів ( $63,29 \text{ мл} \cdot \text{г}^{-1}$ ), але при цьому екскурсія грудної клітки мало відрізняється у спортсменів і знаходиться в межах 5,81-6,69 см. На наш погляд, даний факт можна пояснити порівняно недостатньою розвиненістю м'язів верхнього плечового пояса волейболістів на відміну від студентів інших спеціалізацій. Волейбол, як вид спорту, не вимагає від спортсмена реалізації максимальних зусиль м'язів грудної клітки при виконанні технічних прийомів, на відміну від біатлону та боксу, де робота верхньогрудних м'язових груп є, якщо не вирішальною (бокс), то є визначальною (біатлон). Так, у боксі рухові дії реалізуються за рахунок сили м'язів-розгиначів грудного поясу, у біатлоні – пересування по дистанції та утримання зброї у стабільному положенні під час здійснення пострілів, що вимагає реалізації силових можливостей спортсмена.

Дане припущення підтверджує розрахунок співвідношення сили сильнішої руки (кистьова динамометрія) або сили розгиначів спини (станова динамометрія) до маси тіла, які, як і «життєвий індекс», найбільші у біатлоністів (71,28% і 185,62%, відповідно, «кистьовий» і «становий» індекси) і боксерів (60,89% і 176,58%), найменший – у волейболістів (56,74% і 145,06%).

### 5.2.1. Соматологічні особливості тілобудови студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з волейболу

У волейболі, як і в інших ігрових видах спорту, існує певна диференціація в залежності від специфіки діяльності, що певним чином впливає на успішність спортивно-педагогічної діяльності. Зокрема, у волейболі гравці диференційовані в залежності від ігрового амплуа (зв'язуючий гравець, діагональний нападник, крайній нападник, центральний блокуючий, ліберо), що забезпечує успішність волейбольної команди [298].

Для студентів, що відвідують групу СПУ з волейболу, як зазначалось вище, характерним є значна кількість гравців, що мають високі значення антропометричних ознак на відміну від представників видів, що розглядаються. При цьому, представники різних амплуа відрізняються довжиною тіла та окремих її частин (табл. 4). Так, найбільшу довжину тіла мають центральні блокуючі та діагональні нападники ( $200,10 \pm 1,10$  см і  $195,40 \pm 6,65$  см відповідно), дещо нижчі значення даного показника мають зв'язуючі гравці і крайні нападники ( $192,79 \pm 4,36$  см і  $189,63 \pm 8,08$  см відповідно) і найменші значення – ліберо ( $180,93 \pm 3,79$  см). Подібна тенденція, цілком закономірно, простежується і за довжиною верхніх та нижніх кінцівок, корпусу та тулуба, при цьому гравці лінії атаки (діагональні нападники, центральні блокуючі) відрізняються більшими значеннями вищезначених показників на відміну від гравців лінії оборони (крайні нападники, ліберо).

Дана закономірність відображає характер спеціалізації гравців в залежності від характеру діяльності. Так, для центральних блокуючих до ігрових «обов'язків» входить блокування ударів суперника та атака з третьої зони ігрового майданчика, які ефективніше здійснюються гравцями з більшою довжиною тіла. Подібні «функціональні обов'язки» виконуються діагональними нападниками, до завдань яких входить атака з задньої лінії ігрового майданчика.

До функцій гравців з найменшою довжиною тіла – ліберо, входить прийом подач і нападаючих ударів, страховка блокуючих і «доводка» передач з глибини майданчика для організації гри в нападі, забезпечення захисту задньої лінії ігрового майданчика [179].



Таблиця 4

### Соматометричні показники студентів, які займаються в групі СПУ з волейболу у відповідності до ігрового амплуа

Показник	Загальна група		Ліберо	Зв'язуючий равель	Централь- ний блоку- ючий	Діагональ- ний напад- ник	Крайній напад- ник
	M±m	σ	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
Довжина тіла, см	192,80 ±5,93	7,08	180,93 ±3,79	189,63 ±8,08	200,10 ±1,10	195,40 ±6,65	192,79 ±4,36
Довжина корпусу, см	89,83 ±3,11	3,81	86,90 ±2,71	88,46 ±4,57	93,59 ±3,12	88,53 ±4,29	89,99 ±3,13
Довжина тулуба, см	63,41 ±2,55	3,08	60,40 ±2,63	62,03 ±3,61	66,84 ±2,49	63,45 ±2,30	63,17 ±2,67
Маса тіла, кг	85,00 ±7,89	10,44	79,73 ±1,96	82,63 ±6,26	88,75 ±8,57	90,26 ±17,27	83,95 ±9,90
Довжина ноги, см	98,89 ±3,76	5,54	90,24 ±3,43	97,18 ±3,78	102,30 ±2,18	102,80 ±8,68	98,75 ±2,42
Довжина руки, см	82,55 ±3,04	3,82	75,67 ±2,08	80,38 ±2,06	85,50 ±1,92	85,70 ±3,53	82,41 ±2,27
Довжина руки × довжина ноги <sup>1</sup> , %	83,55 ±2,08	2,60	83,88 ±0,98	82,76 ±2,47	83,64 ±2,33	83,62 ±4,02	83,48 ±2,68
Довжина руки × довжина тулуба <sup>1</sup> , %	130,34 ±4,87	6,12	125,39 ±4,53	129,81 ±6,15	128,01 ±4,09	135,20 ±7,05	130,64 ±5,96
Довжина ноги × довжина тулуба <sup>1</sup> , %	156,12 ±6,74	8,47	149,52 ±6,49	156,83 ±4,95	153,21 ±8,53	162,15 ±14,13	156,51 ±5,84
Довжина ноги × довжина тіла <sup>1</sup> , %	51,28 ±1,15	1,64	49,87 ±1,36	51,26 ±0,76	51,12 ±1,33	52,54 ±3,00	51,23 ±0,94
Довжина руки × довжина тіла <sup>1</sup> , %	42,83 ±0,99	1,20	41,82 ±0,67	42,42 ±1,24	42,74 ±0,90	43,84 ±0,58	42,76 ±1,39
Максимальна сила кнсті F <sub>max</sub> (к), кг	50,13 ±5,66	6,62	47,00 ±2,65	46,00 ±6,48	52,28 ±7,40	55,22 ±6,08	49,38 ±6,61
Максимальна сила спини F <sub>max</sub> (с), кг	128,41 ±20,70	25,59	136,67 ±37,53	116,25 ±13,77	125,90 ±4,42	121,70 ±26,01	135,18 ±31,11
Життєва ємність ле- гень, мл	5366,67 ±587,04	748,04	4925,00 ±222,20	5412,50 ±436,61	5700,00 ±178,00	5940,00 ±908,40	5177,50 ±877,85
ОГК у спокої, см	98,89 ±4,24	5,16	95,67 ±2,89	97,38 ±6,18	100,50 ±3,87	102,10 ±7,15	98,36 ±4,55
ОГК у фазі вдиху, см	102,52 ±3,63	4,7	99,50 ±2,29	101,88 ±5,54	103,90 ±2,66	104,90 ±7,34	102,09 ±4,09
ОГК у фазі видиху, см	95,86 ±4,06	4,21	91,83 ±2,75	95,00 ±4,18	96,75 ±3,30	98,90 ±8,69	95,55 ±4,27
Експурсія грудної клітки, см	6,66 ±1,57	1,93	7,67 ±0,76	6,88 ±2,17	7,13 ±1,65	6,00 ±2,35	6,55 ±2,13

Цілком закономірно, що високорослим гравцям складніше здійснювати прийом «низьких» подач та нападаючих ударів і виконання ліберо даних обов'язків є більш раціональним, що забезпечує успішність професійної діяльності.

Крім того, розрахунок антропометричних індексів вказує на особливості статури гравців різних амплуа, а саме: індекс Кетле, який відображає тучність тілобудови і коливається в діапазоні 434,89-461,62 г·см<sup>-1</sup> у волейболістів може вказувати на певний надлишок маси тіла, що певним чином характеризує швидкісно-силовий вид спортивно-педагогічної діяльності (табл. 5). Звертають на себе увагу індекси відповідності маси тіла до сили розгиначі кисті та спини: так, для гравців лінії атаки на фоні високих значень індексу Кетле (461,62-443,53 г·см<sup>-1</sup>) характерні низькі значення станового індексу (129,71-142,49 ум. од). Для гравців лінії оборони, навпаки, на фоні відносно невисоких значень індексу Кетле (434,89-440,95 г·см<sup>-1</sup>) становий індекс знаходиться в діапазоні максимальних значень (163,94-171,01 ум. од.). При цьому, для зв'язуючих гравців, які виконують функції диспетчера в реалізації тактичного плану гри [179], характерні відносно низькі значення кистьового індексу (55,63±5,89 ум. од) і середні значення станового (141,05±17,41 ум. од.) [208, 211].

За індексом Ерісмана, який відображає пропорційність розвитку грудної клітки, найменші значення показника притаманні центральним блокуючим (0,48±0,06 см) та крайнім нападникам (1,97±0,09 см), найбільші – ліберо (5,20±0,53 см) та діагональним нападникам (4,38±1,28 см), що може свідчити про відносну вузькогрудість гравців з відносно низькими значеннями показника та широкогрудість з високими і вказувати на те, що для гравців передньої лінії атаки (центрально-блокуючих, крайніх нападників) характерна вузька грудна клітка на відміну від задньої лінії атаки (діагональних нападників) та лінії оборони (ліберо), для яких специфічним є широка грудна клітка. При цьому, індекс Ліві, який відображає співвідношення ОГК до довжини тіла і дозволяє характеризувати пропорції тіла за шкалою «вузькогрудість – широкогрудість» підтверджує дане припущення: так у центрально-блокуючих та крайніх нападників показник індексу найнижчий (50,23±1,81% та 51,02±2,15% відповідно) на відміну від ліберо і діагональних нападників (52,91±2,57% та 52,27±3,70% відповідно).

**Соматометричні індекси студентів,  
які відвідують групу СПУ з волейболу у відповідності  
до ігрового амплуа**

Показник	Загальна група		Ліберо	Зв'язуючі гравці	Центральні блокуючі	Діагональні нападники	Крайні нападники
	M±m	σ	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
Індекс Кетле, г·см <sup>-1</sup>	441,92 ±34,19	48,22	440,95 ±19,88	435,76 ±27,73	443,53 ±41,22	461,62 ±85,55	434,89 ±45,09
Індекс Ерісмана, см	2,64 ±0,19	5,41	5,20 ±0,53	2,56 ±1,03	0,48 ±0,06	4,38 ±1,28	1,97 ±0,09
Індекс Пин'є, ум. од.	8,48 ±1,62	13,52	5,53 ±1,27	9,63 ±2,36	10,80 ±1,70	3,08 ±0,69	10,47 ±0,23
Коефіцієнт пропорційності тіла, %	97,09 ±5,48	6,66	91,54 ±4,91	96,73 ±2,95	96,25 ±5,05	102,40 ±12,52	96,63 ±3,69
Індекс розвитку грудної клітки (за Ліві), %	51,41 ±2,16	2,84	52,91 ±2,57	51,48 ±4,75	50,23 ±1,81	52,27 ±3,70	51,02 ±2,15
Індекс стенії, ум. од.	0,72 ±0,04	0,06	0,71 ±0,03	0,72 ±0,04	0,72 ±0,05	0,70 ±0,10	0,73 ±0,06
Життєвий індекс, мл·кг <sup>-1</sup>	63,72 ±5,71	7,75	61,76 ±2,14	65,85 ±8,24	64,76 ±7,71	66,22 ±3,67	61,78 ±10,29
Сила м'язів кисті, кг × маса тіла, кг <sup>-1</sup> × 100, %	59,04 ±7,94	7,06	58,93 ±2,26	55,63 ±5,89	58,82 ±4,37	61,32 ±8,86	59,68 ±9,15
Сила м'язів спини, кг × маса тіла, кг <sup>-1</sup> × 100	151,20 ±27,99	28,41	171,01 ±44,12	141,05 ±17,41	142,49 ±9,52	129,71 ±32,01	163,94 ±25,55
Індекс скелії (за Манувріє), %	110,30 ±5,28	7,67	108,31 ±5,80	114,46 ±3,50	113,90 ±5,99	121,27 ±15,00	114,35 ±4,39
Кормічний індекс	46,70 ±1,48	2,21	48,03 ±1,36	46,64 ±0,76	46,78 ±1,33	45,36 ±3,00	46,67 ±0,94

Подібну тенденцію підтверджує розрахунок індексу Пін'є, яких характеризує тип тілобудови (за В. Н. Шевкуненко, А. М. Геселевичем): для гравців задньої лінії атаки та лінії оборони характерна нормостенічна (мезоморфна) тілобудова на відміну від гравців передньої лінії атаки, для яких специфічним є гіперстенічність (брахіморфія).

Характерним для волейболістів, як зазначалось вище, є високі значення індексу пропорційності тіла, який відображає розташування центру тяжіння тіла, що дає їм перевагу при виконанні швидкісно-силових вправ, і особливо, у вертикальній площині, оскільки високе розташування ЦТ не вимагає точного контролю стато-кінетичної стійкості у просторі, що є специфічним для складно-координативних видів спорту (гімнастика, гірськолижний спорт тощо) [268]. У волейболі ж високе розташування ЦТ максимально швидко здійснити розгинання нижніх кінцівок для реалізації програми дій, що забезпечується більшою силою м'язів-розгиначів. При цьому, у гравців передньої та задньої лінії атаки даний індекс має достатньо високі значення і коливається в діапазоні 96,25-102,40%. Максимальні значення показника ( $102,40 \pm 12,52\%$ ) притаманні діагональним нападникам, до функціональних обов'язків входить реалізація атакуючих дій з бокової лінії ігрового майданчика (1 та 2 зони), що вимагає від гравців максимальної реалізації швидкісно-силового компоненту організму гравця. Мінімальні значення ЦТ ( $91,54 \pm 4,91\%$ ) притаманні гравцям лінії оборони, для яких важливим є збереження стато-кінетичної рівноваги у просторі при прийомі та передачі м'яча з «нижніх» положень.

Цілком закономірно, що високий/низький ЦТ визначається більшою/меншою довжиною нижніх кінцівок і їх співвідношення до довжини тіла і може свідчити про рівень скелії гравців різних амплуа, а саме: коливання ознаки знаходиться в межах 108,31-121,27%, що свідчить про відносну «довгоногість» волейболістів, що дозволяє спортсменам проявити силу на більшому шляху та більшу швидкість руху, знижуючи ефективність захисних дій супротивника з меншими абсолютними розмірами тіла, зокрема нижніх кінцівок [212, 283] та свідчить про схильність діагональних нападників, у яких спостерігаються максимальні значення показника ( $121,27 \pm 15,00\%$ ) до брахіморфних пропор-

цій тіла, у ліберо – до доліморфії ( $108,31 \pm 5,80\%$ ) [96]. При цьому, максимальні значення, як і ЦТ тіла виявлені у діагональних нападників ( $121,27 \pm 15,00\%$ ), мінімальне – у ліберо ( $108,31 \pm 5,80\%$ ), проміжні значення – у центральних блокуючих, крайніх нападників та зв'язуючих гравців ( $113,90-114,46\%$ ).

Крім того, як зазначалось вище, індекс Пінґ'є, який знаходиться в діапазоні 3,08-5,53 ум. од. і відображає тип тілобудови (за В. Н. Шевкуненко, А. М. Геселевичем), вказує на гіперстенічність тілобудови у діагональних нападників та ліберо. При цьому, у діагональних нападників дана ознака формується за рахунок більшої маси тіла (за індексом Кетле), у ліберо – за рахунок більших значень ОГК (за індексом Ерісмана), що може бути пов'язано з більшим розвитком м'язів верхнього пояса у діагональних нападників (кистьовий індекс =  $61,32 \pm 8,86$  ум. од.), а у ліберо – м'язів нижнього пояса (становий індекс =  $171,01 \pm 44,12$  ум. од.) (табл. 5).

Подібну тенденцію підтверджує розрахунок співвідношення довжини верхньої кінцівки до довжини тіла і тулуба – для діагональних нападників притаманні подовжені верхні кінцівки на відміну від ліберо, у яких спостерігається менший рівень макроскелії. Так, співвідношення довжини руки до довжини тіла у діагональних нападників становить  $43,84 \pm 0,58\%$ , у ліберо –  $41,82 \pm 0,67\%$ ; довжини руки до довжини тулуба –  $135,20 \pm 7,05\%$  та  $125,39 \pm 4,35\%$  відповідно, що вказує на доцільність припущення щодо реалізації програми дії гравців окремих амплуа при здійсненні змагальної діяльності.

### **5.2.2. Соматологічні особливості тілобудови студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу**

Заняття різними видами спортивних єдиноборств, як форма спортивно-педагогічної діяльності, певною мірою детермінує тілобудову людини, морфофункціональну і психофізіологічну досконалість, формуючи особливості техніко-тактичного потенціалу та, в кінцевому результаті, – успішність самої діяльності. Практика показує, що особливість статури впливає на техніку, стиль і манеру ведення двобою спортсмена, зокрема високорослі спортсмени віддають перевагу ве-

дення бою на дальній дистанції, низькорослі ж, зазвичай, – на ближній і середній дистанціях. Спортсмени відрізняються також пріоритетом ведення поєдинку в атакуючій або контратакуючій формах, при цьому характер техніко-тактичного арсеналу, який ними застосовується, різний [293].

Науковці вказують, що у процесі вдосконалення техніки індивідуальні морфологічні і функціональні особливості спортсмена певним чином впливають на «деталі» техніки (другорядні особливості рухів), не порушуючи основу техніки рухів і її основні ланки [120, 187]. Особливо актуальними вищезрозглянуті положення є при реалізації техніко-тактичного потенціалу спортсменів, що мають спеціалізованість і диференціюються за ігровим амплуа (ігрові види спорту), ваговими категоріями (єдиноборства, важка атлетика), характером легкоатлетичних вправ (спринтери, стайери) тощо. Зокрема, анатомо-морфологічні особливості організму боксерів впливають на характер ведення двобою, вибір тактичного плану гри у захисті і нападі, на визначення методики тренування, що забезпечує надійність і ефективність техніко-тактичних дій впродовж всієї змагальної діяльності [187, 212, 293].

У відповідності до вагових категорій, що мають місце як в аматорському, так і професійному боксі, 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).

Аналіз антропометричних показників студентів-боксерів вагових категорій, що розглядаються, вказує на загальнобіологічні закономірності функціонування організму людини, характеризуючись високим рівнем взаємозв'язку між окремими параметрами тіла, формуючи соматотип у відповідності до генотипічних та фенотипічних детермінацій. Ці зміни є прямо пропорційними і відображають особливості професійної спортивно-педагогічної діяльності у відповідності до окремих її характеристик.

Так, цілком прогнозовано, що зі збільшенням маси тіла у боксерів спостерігається відповідна зміна і інших тотальних параметрів – довжини тіла, тулуба, корпусу, кінцівок тощо. Разом з тим, ці відмінності мають певні закономірності, що можуть відображати характер діяльності контингенту студентів, а саме: при візуальному аналізі параме-

трів тіла, боксери диференціюються на дві окремі групи, які мають подібні морфологічні особливості тілобудови – «легковаговиків», яка об'єднує легшу, напівлегку і напівсередню вагові категорії, охоплюючи контингент студентів з масою тіла у діапазоні 46-69 кг та «важковаговиків», яка формується зі спортсменів середньої, півсередньої та важкої вагової категорій в межах 69,1-91 кг [210]. При цьому, достовірної залежності від спортивного стажу і кваліфікації не спостерігається.

Найбільші відмінності за абсолютними значеннями показників виявлені за довжиною тіла, корпусу, тулуба, верхньої кінцівки, ОГК як у стані спокою, так і на вдосі, видосі, які знаходяться в межах 3,72-9,84% при незначних відмінностях за довжиною нижньої кінцівки та екскурсії грудної клітки (1,07-1,92%) (табл. 6).

Розрахунок відносних значень показників, які дозволяють виявити особливості статури та пропорцій окремих частин тіла, вказує на переважування у спортсменів легких категорій певної «довгоногості», що наочно представлена співвідношенням довжини верхніх кінцівок до довжини нижніх. Так, у легковаговиків дане співвідношення знаходиться в діапазоні 84,01-86,29%, на відміну від спортсменів важких категорій, у яких діапазон значень відносно вищий (85,52-88,84%). Подібну тенденцію підтверджує і розрахунок співвідношення довжини нижніх кінцівок до довжини тулуба, а саме: у боксерів легких категорій дане співвідношення знаходиться в діапазоні 156,38-159,44%, у важковаговиків – 151,45-154,56% (табл. 6).

Подібна тенденція спостерігається і за коефіцієнтом пропорційності тіла, який у легковаговиків відносно вищий (93,66–97,79%), на відміну від важковаговиків (91,97-94,91%), що свідчить про вище розташування ЦТ тіла у легковаговиків за рахунок більшої довжини нижніх кінцівок. На даний факт вказує і індекс скелії (за Манувріє), який у важковаговиків менший на 2,89%, що свідчить про певну подовженість нижніх кінцівок у боксерів легких категорій (табл. 7). При цьому, відносні значення довжини верхніх кінцівок знаходяться на однаковому рівні, за якими подібних закономірностей не спостерігається (табл. 6).

Таблиця 6

**Соматометричні показники студентів, які займаються  
в групі СПУ з боксу у відповідності до вагових категорій**

Показник	Δ М, %	М 46-69 кг	Вагові категорії						М 69,1-91 кг	
			Легковаговики			Важковаговики				
			легша	напів- легка	напівсе- редня	середня	напів- важка	важка		
			46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69,1-75кг	75-81кг	81-91 кг		
Маса тіла, кг	-20,75	61,01	53,88 ±3,63	62,08 ±0,70	67,07 ±1,71	70,70 ±1,03	76,75 ±0,25	83,50 ±0,50	76,98	
Довжина тіла, см	-3,72	174,88	170,79 ±6,84	174,44 ±2,47	179,40 ±6,80	181,00 ±3,50	177,75 ±6,25	186,15 ±3,35	181,63	
Довжина корпусу, см	-4,61	82,07	80,41 ±2,20	82,68 ±1,73	83,13 ±1,33	85,67 ±1,70	84,78 ±1,49	87,68 ±0,86	86,04	
Довжина тулуба, см	-4,84	56,55	55,70 ±1,72	56,00 ±3,55	57,96 ±1,05	58,23 ±1,64	58,88 ±1,59	61,18 ±0,16	59,43	
Довжина ноги, см	-1,92	89,13	87,03 ±4,78	87,86 ±3,16	92,50 ±5,63	88,84 ±3,18	89,23 ±4,63	94,56 ±2,42	90,88	
Довжина руки, см	-5,36	75,03	72,31 ±1,94	75,10 ±1,32	77,67 ±4,22	77,58 ±2,92	76,25 ±2,75	84,00 ±2,00	79,28	
Довжина руки × довжина ноги <sup>1</sup> , %	-2,60	84,90	84,40 ±3,39	86,29 ±1,71	84,01 ±1,98	87,13 ±3,37	85,52 ±1,36	88,84 ±0,16	87,16	
Довжина руки × довжина тулуба <sup>1</sup> , %	0,70	134,14	131,77 ±6,45	136,77 ±12,26	133,89 ±5,46	132,88 ±5,42	129,47 ±1,18	137,30 ±2,91	133,22	
Довжина ноги × довжина тулуба <sup>1</sup> , %	3,44	158,12	156,38 ±8,76	158,55 ±15,84	159,44 ±6,92	152,57 ±3,55	151,45 ±3,78	154,56 ±3,55	152,86	
Довжина ноги × довжина тіла <sup>1</sup> , %	1,43	50,92	50,84 ±1,35	50,42 ±1,39	51,51 ±1,22	49,65 ±0,82	50,17 ±0,84	50,79 ±0,39	50,20	
Довжина руки × довжина тіла <sup>1</sup> , %	-1,25	43,20	42,87 ±1,26	43,48 ±0,73	43,26 ±1,03	43,23 ±1,10	42,90 ±0,04	45,12 ±0,26	43,75	
ЖСЛ, мл	-20,36	3963,76	3838,89 ±493,21	4010,71 ±247,62	4041,67 ±411,11	4631,25 ±318,75	4850,00 ±650,00	5450,00 ±150,00	4977,08	
ОГК	у стані спокою, см	-9,84	88,78	84,25 ±3,31	89,6 ±2,48	92,50 ±2,33	94,92 ±2,25	100,00 ±1,00	100,50 ±1,50	98,47
	у стані вдиху, см	-8,82	92,16	88,56 ±3,19	92,60 ±2,08	95,33 ±2,89	98,00 ±2,50	102,75 ±1,25	102,50 ±1,50	101,08
	у стані видиху, см	-8,96	86,89	82,81 ±3,23	87,70 ±2,68	90,17 ±2,22	91,33 ±1,83	98,50 ±0,50	96,50 ±0,50	95,44
Експерсія грудної клетки	-1,07	5,55	5,89 ±0,88	5,58 ±1,61	5,17 ±1,22	6,57 ±0,82	4,25 ±0,75	6,00 ±1,00	5,61	
F <sub>max(O2)</sub> кг <sup>2</sup>	-24,21	38,18	32,11 ±4,15	39,10 ±4,08	43,33 ±4,44	46,13 ±6,63	47,50 ±7,50	57,50 ±5,50	50,38	
F <sub>max(CO2)</sub> кг <sup>2</sup>	-32,27	105,19	81,56 ±10,62	124,00 ±19,20	110,00 ±26,67	146,88 ±26,88	125,00 ±25,00	194,00 ±1,00	155,29	



Можна припустити, що «коротконогість» важковаговиків пов'язана з характером ведення поединку, для яких притаманним є силовий або «нокаутчий» [81, 317] стиль з мобілізацією можливостей організму на точних, концентрованих ударах і забезпеченні максимального захисту в обороні, що дозволяє, певною мірою, довжина нижніх кінцівок, як фактор збереження рівноваги при ефективних атакуючих діях супротивника. Захисні дії полягають у захисті тулуба шляхом приведення верхніх кінцівок до корпусу, оптимальним згинанням нижніх кінцівок з відведенням штовхаючої ноги назад для забезпечення більшої стійкості тіла. Цілком логічно, що відносно короткі нижні кінцівки детермінують нижче розташування ЦТ тіла і надають певну перевагу у збереженні рівноваги у двобої.

Таблиця 7

**Соматометричні індекси студентів, які займаються в групі СПУ з боксу, у відповідності до вагових категорій**

Показник	ΔМ, %	М 46-69 кг	Вагові категорії						М 69,1-91кг
			«Легковаговики»			«Важковаговики»			
			легша 46-56 кг	напів- легка 60-64 кг	напів- середня 64-69 кг	середня 69,1-75 г	напів- важка 75-81 кг	важка 81-91 кг	
Індекс Кетле, г·см <sup>-1</sup>	-18,05	348,88	315,50 ±13,75	356,44 ±7,21	374,69 ±20,89	395,98 ±9,31	432,37 ±16,61	448,76 ±10,76	425,70
Індекс Ерісмана, ум. од.	-86,01	1,12	-1,18 ±2,54	1,73 ±3,23	2,80 ±2,03	5,38 ±2,59	11,13 ±2,13	7,43 ±3,18	7,98
Індекс Пін'є, ум. од.	223,80	27,12	33,98 ±4,15	25,22 ±4,82	22,17 ±5,78	16,48 ±4,64	2,50 ±6,00	6,15 ±4,35	8,38
Коефіцієнт пропорційності тіла, %	2,58	95,57	95,27 ±5,04	93,66 ±5,23	97,79 ±4,69	91,97 ±3,02	92,62 ±3,12	94,91 ±1,47	93,17
Індекс Ліві, %	-6,98	50,65	49,34 ±1,47	51,02 ±1,88	51,60 ±1,16	53,04 ±1,47	56,31 ±1,42	54,02 ±1,78	54,46
Індекс стегні, ум.од.	15,74	0,83	0,89 ±0,03	0,82 ±0,02	0,79 ±0,03	0,76 ±0,02	0,70 ±0,02	0,70 ±0,02	0,72
Життєвий індекс, мл кг <sup>-1</sup>	0,94	65,27	70,85 ±8,10	64,60 ±3,86	60,36 ±7,00	65,48 ±4,50	63,22 ±8,67	65,28 ±2,19	64,66
(F <sub>max(K)</sub> , кг × маса тіла, кг <sup>-1</sup> ) × 100, %	-9,97	58,81	59,51 ±7,22	52,31 ±17,44	64,62 ±5,94	65,24 ±9,42	61,92 ±9,97	68,83 ±6,17	65,33
(F <sub>max(C)</sub> , кг × маса тіла, кг <sup>-1</sup> ) × 100, %	-20,38	160,14	150,58 ±18,85	165,81 ±58,97	164,03 ±37,71	208,09 ±38,87	162,97 ±33,10	232,34 ±0,19	201,13
Індекс скелії, ум. од.	2,89	108,63	108,28 ±5,85	106,41 ±6,07	111,20 ±5,45	103,72 ±2,97	105,19 ±3,62	107,83 ±1,70	105,58
Кормічний індекс (КІ), ум. од.	-1,28	46,98	47,06 ±1,35	47,48 ±1,39	46,39 ±1,22	47,92 ±0,82	47,73 ±0,84	47,11 ±0,39	47,59

Для легковаговиків техніко-тактичні дії, більшою мірою, обумовлені активним пересуванням по рингу з нанесенням значної кількості ударів, але меншої сили і ефективності, що підтверджують деякі дослідники, які вивчали особливості змагальної діяльності боксерів легких та важких вагових категорій [192]. Автори вказують, що легковаговики, достатньою мірою, рухливі на рингу, мають високу маневреність і ведуть бій у високому темпі. Маневрування супроводжується швидкими різкими довгими ударами [192]. При цьому, перевага в бою надається саме кількості ударів, а не сильнішому акцентованому удару, який може принести дострокову перемогу. Боксери не затримуються поблизу супротивника, а відходять після кожної атаки або контратаки на дальню дистанцію. Розвиток атаки і контратаки здійснюється, головним чином, на середній дистанції швидкими багатоударними серіями, що супроводжується захистом частіше «підставками» рук, іноді – «ухилами» і, дуже рідко, – «нирками». Після ударів негайно відходять на дальню дистанцію, щоб не дати можливості супротивнику «закріпитись» на зручній дистанції [192].

Боксерам «важкої» групи, як правило, непритаманна висока швидкість на рингу. Вони ведуть бій, де здебільшого застосовуються захисти тулубом – «ухили» і «нирки». Враховуючи силу їх ударів, вони акцентують увагу саме на них, а не на швидкості технічних дій роботи рук, ніг і тулуба. Ведуть бій, переважно, на дальній і середній дистанціях, різкими одиночними ударами, або короткими серіями. В ближній дистанції після результативних ударів часто клінчуються. Головна увага приділяється сильним і влучним ударам, що може принести дострокову перемогу [192]. При цьому, значної різниці в ефективності атаки та захисту у боксерів різних вагових категорій не спостерігається [192].

Розрахунок антропометричних індексів, які дозволяють визначити співвідношення окремих параметрів тіла спортсменів і встановити тип тілобудови, підтверджує наше припущення щодо відокремлення двох полярних груп спортсменів – «легковаговиків» та «важковаговиків» (табл. 7). Так, для «важковаговиків» притаманна висока відносна маса тіла, яка, за індексом Кетле, знаходиться в ді-

апазоні 395,98-448,76 г·см<sup>-1</sup>, на відміну від «легковаговиків», у яких даний індекс знаходиться в межах 315,50-374,69 г·см<sup>-1</sup>. При цьому, в міру зміни вагової категорії від найлегшої до важкої, співвідношення закономірно збільшується, що може свідчити про те, що у відповідності до вагової категорії посилюється необхідність мобілізації значних м'язових груп, і активного м'язового компоненту, що забезпечує потужний сильний удар та/або серію ударів, на відміну від легковаговиків, для м'язового апарату яких актуальною є точна координація ударів у незахищену ділянку тіла супротивника. Подібний стиль ведення поединку забезпечує важковаговикам саме силове, «нокаутуюче» ведення поединку, на відміну від легковаговиків, для яких притаманним є швидкісна манера ведення бою з мобілізацією відносно невисокого силового компоненту впливу на супротивника.

На фоні цих відмінностей, значення індексу Ерісмана, який дозволяє диференціювати спортсменів за пропорційністю розвитку грудної клітки, свідчить про превалювання у спортсменів легких вагових категорій відносної вузькогрудості (-1,18 – +2,80 ум. од.) та широкогрудості у важких (+5,38 – +11,13 ум. од.), що у відповідності з індексом Пін'є, свідчить про нормостенічність тілобудови легковаговиків зі схильністю до астенії (доліморфії), на відміну від важковаговиків, які, в більшості випадків мають гіперстенічний (брахіморфічний) тип тілобудови. Подібну тенденцію мають значення індексу стенії, який вказує на виражену брахіморфію (0,70-0,76 ум. од.) у важковаговиків і помірну брахіморфію (зі схильністю до доліморфії) у легковаговиків (0,79-0,89 ум. од.) (табл. 7).

Підтвердженням припущення щодо більшого активного м'язового компоненту у важковаговиків є відносні значення сили м'язів кисті та спини, що особливо виявляється за становою силою, і відрізняється від аналогічного у легковаговиків, в середньому, на 20,38%.

Зважаючи на вищевказане, можна припустити, що широка грудна клітка і відмінність за силою м'язів кисті, і особливо, спини є компенсуючим фактором, який обумовлює однорідність розташування ЦГ тіла студентів-боксерів за рахунок активної м'язової маси у верхній частині тулуба важковаговиків.

При цьому, морфофункціональні параметри, які відображають дихальну функцію, зокрема екскурсія грудної клітки та відносні значення ЖЄЛ ( $\text{мл}\cdot\text{кг}^{-1}$ ), тенденції до залежності від вагової категорії не мають і знаходяться в межах 5,17-5,89% у легковаговиків та 5,25-6,57% у важковаговиків за екскурсією грудної клітки, на фоні відповідності до пропорцій тіла, 60,36-70,85  $\text{мл}\cdot\text{кг}^{-1}$  і 63,22-65,48% у легко- і важковаговиків відповідно за значеннями співвідношення ЖЄЛ до маси тіла (табл. 7).

Даний факт свідчить про подібність морфофункціональних ознак у студентів-боксерів різних вагових категорій, що у відповідності до відмінностей за відносними значеннями, які відображають тип та пропорційність тілобудови, підтверджує наше припущення щодо концентрації потужних м'язових груп у важковаговиків у верхній частині тулуба. Пояснення цієї тенденції базується на постулаті, що підвищенні навантаження потребують потовщення м'язових волокон, збільшення їх кількості шляхом подовжнього розщеплення, що призводить до збільшення м'язового волокна [181] і, відповідно збільшення загальної та відносної м'язової сили.

### **5.2.3. Соматологічні особливості тілобудови студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з біатлону**

Аналіз особливостей антропометричного статусу студентів обох статей, що відвідують групу спортивно-педагогічного удосконалення з біатлону, вказує на відсутність достовірної залежності складових ознак, які вивчаються, від кваліфікації та незначний кореляційний зв'язок ( $p \leq 0,05$ ) зі стажем занять. Вибірки, при цьому, є достатньо однорідними і відображають міжстатеві відмінності в межах однієї спеціалізації. Так, найбільші відмінності між чоловіками та жінками спостерігаються за абсолютними показниками довжини тіла, корпусу, тулуба та маси тіла, які коливаються в межах 6,87-11,89%, найменші – за довжиною верхніх та нижніх кінцівок (5,00-5,14%) з перевалюванням даних ознак у чоловіків (табл. 8).

**Соматологічні показники студентів,  
які займаються в групі СПУ з біатлону у залежності від статі**

Показник		Чоловіки (M±m)	Жінки (M±m)	Δ, %
Вік, міс		231,24±21,16	223,10±14,48	-3,52
Поверхня тіла, м <sup>2</sup>		1,83±0,09	1,63±0,04	-10,93
Довжина тіла, см		176,64±4,88	164,50±3,30	-6,87
Довжина корпусу, см		84,50±2,51	77,04±4,00	-8,83
Довжина тулуба, см		59,26±2,68	55,12±1,16	-6,99
Маса тіла, кг		66,84±4,70	58,89±1,95	-11,89
Довжина ноги, см		88,43±3,89	84,01±3,86	-5,00
Довжина руки, см		73,00±3,47	69,25±3,70	-5,14
F <sub>max (к)</sub> , кг		46,65±4,57	33,10±4,70	-29,05
F <sub>max (с)</sub> , кг		123,82±12,56	91,50±13,10	-26,10
ЖЄЛ, мл		4623,24±600,69	3366,00±323,20	-27,19
ОГК	у стані спокою, см	93,59±3,73	90,75±3,35	-3,03
	у стані вдиху, см	97,56±3,42	94,80±3,46	-2,83
	у стані видиху, см	90,50±3,18	87,70±3,50	-3,09
Експерсія грудної клітки, см		7,06±1,78	7,10±1,50	0,57
Маса тіла × поверхня тіла, кг·м <sup>-1</sup>		36,37±1,06	36,05±1,27	-0,88
Довжина руки × довжина ноги <sup>-1</sup> , %		82,63±3,12	82,86±5,30	0,28
Довжина руки, см × довжина тулуба, см <sup>-1</sup> , %		123,42±5,56	125,85±8,03	1,97
Довжина ноги, см × довжина тулуба, см <sup>-1</sup> , %		149,64±7,62	152,59±8,75	1,97
Довжина ноги, см × довжина тіла, см <sup>-1</sup> , %		50,05±1,42	51,05±2,04	2,00
Довжина руки, см × довжина тіла, см <sup>-1</sup> , %		41,32±1,54	42,10±1,89	1,89
Довжина ноги, см × довжина корпусу, см <sup>-1</sup> , %		74,33±1,68	75,73±1,43	1,88

При цьому, показник життєвої ємності легень відрізняється найбільше і знаходиться в межах 27,19% при незначних відмінностях ОГК як в положенні відносного спокою, так і на вдиху та видиху (2,83-3,09%), екскурсії грудної клітки (0,57%) (табл. 8). Цілком логічно, що ОГК не може бути критерієм для міжстатевго порівняння, оскільки у жінок, на відміну від чоловіків, формується, певним чином, за рахунок розвитку молочних залоз. Більш вірогідним і доказовим, в даному випадку, є показник екскурсії грудної клітки, який відображає, зокрема дихальну функцію індивіда і характеризує морфоструктурний розвиток грудної клітки, її рухливість, тип дихання. Певним чином, екскурсія грудної клітки залежить від її форми та розвитку м'язів плечового пояса, яка обмежується слабкістю дихальної мускулатури [75]. Незначна відмінність даної описової ознаки у студентів обох статей, що спеціалізуються у біатлоні, вказує на подібність форми грудної клітки, і, соматотипу зокрема, характеризуючи, певним чином, вид спортивно-педагогічної діяльності, що здійснюється в аеробних умовах при відсутності необхідності високого рівня мобілізації форсованих дихальних рухів, які є притаманними для силових та швидко-силових видів спортивно-ї діяльності.

Цілком зрозуміло, що циклічні види вправ формують високий рівень ритмічності функціонування систем організму, зокрема дихальних рухів у комбінації з м'язовими зусиллями верхніх та нижніх кінцівок при аеробному типі енергозабезпечення діяльності з метою максимального швидкого усунення кисневого боргу при виконанні специфічних фізичних вправ, які домінують у біатлоні, регуляцію дихальних рухів на вогневих рубежах при здійсненні прицілювання і пострілі, що вимагає від спортсмена максимального контролю за дихальними рухами.

Звертає на себе увагу факт значної відмінності (27,19%) ЖЄЛ у чоловіків на відміну від жінок, з перевагою даного показника у перших, у поєднанні з незначною різницею за співвідношенням поверхні тіла до його маси (0,88%) (табл. 9). На нашу думку, – це може свідчити про істотну реалізацію діафрагмального дихання у жінок, яке дозволяє збільшувати альвеолярну поверхню за рахунок розтягнення легень у подовжньому напрямку без істотної зміни екскурсії грудної клітки.

Розглядаючи ознаки, які характеризують тип тілобудови за відносними показниками, можна стверджувати, що жінки, на відміну від чоловіків, відрізняються меншими значеннями масо-ростового індексу за

Кетле (на 5,21%) при відносно більших значеннях індексу пропорційності грудної клітки за Ерісманом (на 61,29%), що вказує на відносну широкогрудість, яка превалює у жінок (табл. 9).

Таблиця 9

**Соматометричні індекси студентів,  
які займаються в групі СПУ з біатлону у залежності від стагі**

Показник		Чоловіки (M±m)	Жінки (M±m)	Δ. %
Індекс Кетле, г см <sup>-1</sup>		377,92±19,16	358,22±16,26	-5,21
Індекс Ерісмана, ум. од.		5,27±3,63	8,50±4,50	61,29
Індекс Пін'є, ум. од.		19,30±5,20	17,91±7,11	-7,20
Коефіцієнт пропорційності тіла, ум. од.		92,30±5,22	96,87±8,92	4,95
Індекс Ліві, ум. од.		53,01±2,09	55,21±2,79	4,15
Індекс стени, ум. од.		0,78±0,03	0,79±0,04	1,28
Життєвий індекс, мл·кг <sup>-1</sup>		69,15±6,85	57,20±5,77	-17,28
Силовий індекс, ум. од.	$(F_{\max(K)} \cdot \text{кг} \times \text{маса тіла}^{-1}, \text{кг}) \times 100$	69,90±5,29	56,32±8,26	-19,43
	$(F_{\max(C)} \cdot \text{кг} \times \text{маса тіла}^{-1}, \text{кг}) \times 100$	185,90±21,89	155,78±22,58	-16,20
Індекс скелії (за Манувріє), ум. од.		104,83±6,04	110,24±10,53	5,16
Кормічний індекс, ум. од.		47,85±1,42	46,85±2,04	-2,09

На відміну від жінок у чоловіків спостерігаються більші значення відносної сили м'язів кисті та спини (19,43% та 16,20% відповідно), що певною мірою характеризує особливості фізичного розвитку чоловіків, які відрізняються досконалішим розвитком м'язової системи. Крім того, у чоловіків площа поверхні тіла значно перевищує дану ознаку у жінок (10,93%) при незначній (0,88%) відносній масі тіла, як співвідношення до його поверхні, що свідчить про подібність складу тіла у чоловіків та жінок, які спеціалізуються у біатлоні.

За індексом Пін'є, який дозволяє диференціювати індивідуумів за соматотипом (за класифікацією В. М. Шовкуненко та А. М. Геселевича), чоловіки та жінки мають подібні значення і знаходяться в діапазоні 19,30-17,91 ум. од. у чоловіків і жінок відповідно і за типом тілобудови мають нормостенічний тип (мезоморфія) [96]. Разом з тим, при подіб-

ності типу тілобудови жінки відрізняються більшими значеннями коефіцієнту пропорційності (на 4,95%), що може вказувати на вище розташування ЦТ тіла у порівнянні з чоловіками. Дане стверження підтверджують значення співвідношення довжини нижніх кінцівок до довжини тіла, тулуба, корпусу, які вказують на певну подовженість нижніх кінцівок у жінок. Разом з тим, широкогрудість, яка притаманна для тілобудови жінок, може бути компенсуючим чинником, що нівелює підвищений ЦТ у жінок за рахунок більшого розвитку грудної клітки [353].

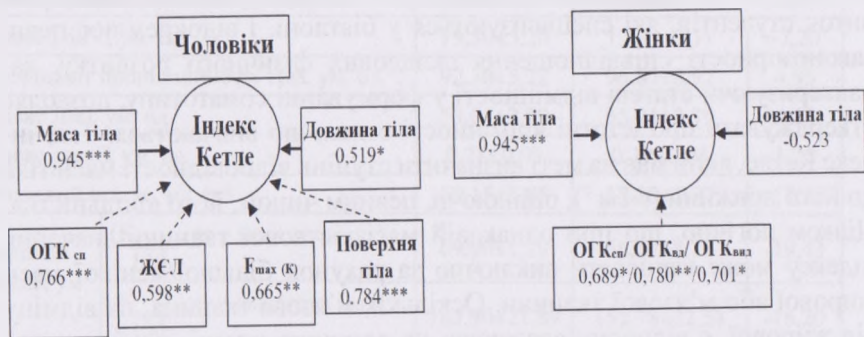
Аналіз взаємозв'язків соматологічних індексів з окремими показниками, що відображають тілобудову, морфофункціональний розвиток студентів, які спеціалізуються у біатлоні, і відокремлює певні закономірності співвідношення складових фізичного розвитку, характеризуючи статеві відмінності у формуванні соматотипу, дозволяє стверджувати про істотні відмінності ознак, що вивчаються. Так, індекс Кетле, який має на меті визначити ступінь відповідності маси тіла до його довжини ( $\text{г}\cdot\text{см}^{-3}$ ), оцінюючи, певним чином, його «щільність». Цілком логічно, що при однаковій масі кісткової тканини значення індексу може варіювати виключно за рахунок більшої/меншої маси жирової або м'язової тканини. Оскільки, м'язова тканина, на відміну від жирової, є відносно «важчою» на одиницю площі, можна стверджувати, що у спортсменів більші/менші значення індексу вказують на більший/менший рівень розвитку м'язів. Виходячи з цього, більші значення індексу (на 5,21%) можуть свідчити про більший рівень розвитку м'язової тканини у чоловіків на відміну від жінок. Подібний висновок підтверджує розрахунок індексів, які відображають відносну силу м'язів кисті та спини, згідно з якими чоловіки на 16,20% та 19,43% переважають жінок за значеннями станової і кистьової динамометрії відповідно (табл. 9).

Відмінності у формуванні індексу Кетле у чоловіків та жінок полягають у різноплановості впливу соматометричних показників, а саме: у чоловіків на величину індексу прямо пропорційно впливає як маса тіла, так і його довжина, на відміну від жінок, у яких значущий взаємозв'язок є, виключно, з масою тіла у поєднанні зі значущою прямою залежністю з ОГК у різних положеннях визначення (рис. 3).

Подібний факт підтверджує припущення щодо широкої грудної клітки та вказує на перевагу у жінок обхватних параметрів грудної кліт-



ки над поперечними у поєднанні з високим розташуванням ЦТ тіла. У чоловіків індекс напряму сформований як з довжини тіла, як складової індексу, і напряму взаємопов'язаний, як і у жінок з обхватними параметрами грудної клітки (ОГК в різних положеннях визначення), так і кистьовою динамометрією та ЖЄЛ. Подібний факт свідчить про розташування потужних м'язових груп у чоловіків в верхній частині тулуба, що обумовлює значний прояв м'язових зусиль верхніми кінцівками та мобілізацію грудного типу дихання, на відміну від жінок, у яких має місце певна мобілізація діафрагмального дихання.



**Рис. 3. Взаємозв'язок індексу Кетле з соматологічними показниками у студентів, які відвідують групу СПУ з біатлоном**

**Пояснення умовних позначень:**

—————> - показники, які складають індекс;

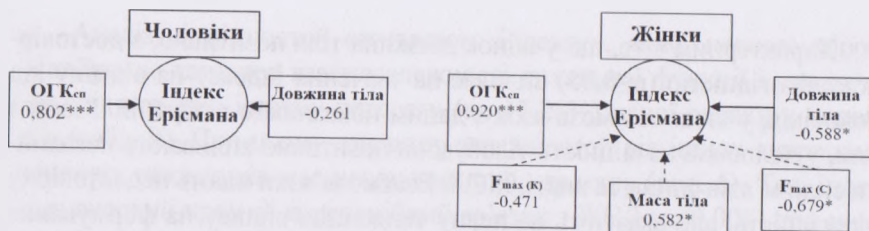
- - - - -> - показники, які впливають на індекс;

\* – статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p < 0,05$ ;

\*\* – статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p < 0,01$ ;

\*\*\* – статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p < 0,001$ .

Даний висновок підтверджує індекс Ерісмана, який є критерієм пропорційності грудної клітки і складається з параметрів ОГК у стані спокою та довжини тіла, а саме: у чоловіків, як і жінок, довжина тіла незначно впливає на значення індексу і формується, виключно, з обхватного параметру грудної клітки при значущому та незначущому негативному кореляційному зв'язку сили м'язів спини та кисті відповідно (рис. 4).



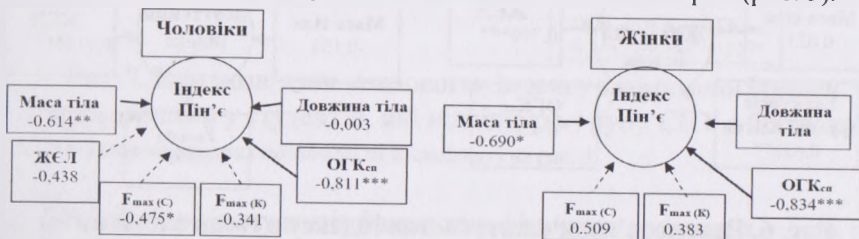
**Рис. 4.** Взаємозв'язок індексу Ерісмана з соматологічними показниками у студентів, які відвідують групу СПУ з біатлону

*Пояснення умовних позначень:* ті ж самі, що і на рис. 3

Подібний факт свідчить про те, що підвищення рівня фізичної підготовленості, зокрема силової, призводить до звуження грудної клітки, що є ознакою морфологічної маскулінізації студенток, які спеціалізуються у біатлоні, тобто, збільшення м'язової сили призводить до зменшення об'єму грудної клітки і наближення до чоловічої, ймовірно, за рахунок зменшення молочних залоз.

У чоловіків індекс формується, більшою мірою, за рахунок ОГК та, незначно, як і у жінок, з довжини тіла. Вірогідних взаємозв'язків індексу з силою м'язів кисті та спини не виявлено, що, на нашу думку, вказує на високий рівень сформованості грудної клітки і, на відміну від жінок, підвищення рівня фізичної підготовленості не призводить до істотних змін об'єму грудної клітки.

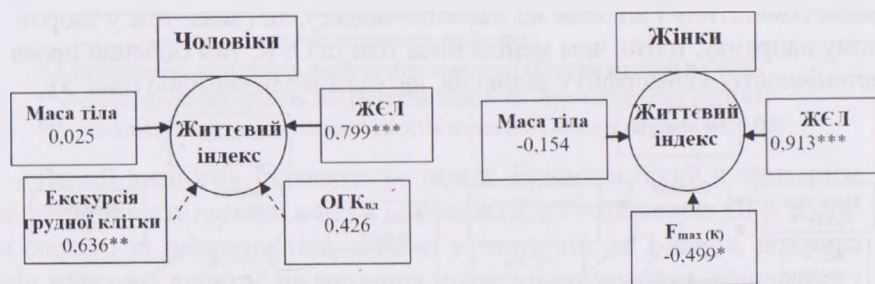
Аналіз ознак, які визначають тип тілобудови (за індексом Пін'є), вказує на те, що як у чоловіків, так і у жінок ОГК є визначальною у формуванні соматотипу і впливає на значення індексу, як і маса тіла у зворотному напрямку, тобто, чим менша маса тіла та ОГК, тим більший прояв астеничності (доліморфії) у індивідів, що цілком закономірно (рис. 5).



**Рис. 5.** Взаємозв'язок індексу Пін'є з соматологічними показниками у студентів, які відвідують групу СПУ з біатлону

*Пояснення умовних позначень:* ті ж самі, що і на рис. 3

Характерним є те, що у жінок довжина тіла позитивно, з достовірною вірогідністю ( $p \leq 0,05$ ) впливає на значення індексу на відміну від чоловіків, у яких взаємозв'язок з даним показником відсутній. Разом з тим, у чоловіків на міцність тілобудови позитивно впливають показники сили м'язів спини та кисті, ЖЄЛ. Взаємозв'язки мають недостовірну вірогідність, але вказують на певну тенденцію впливу на формування соматотипу і свідчать про відносно нижчі значення ЖЄЛ, сили м'язів спини та кисті у астеників на відміну від гіперстеників. У жінок дана тенденція має зворотний характер – астеничність тілобудови визначається відносно високими значеннями сили м'язів, що є підтвердженням припущення щодо маскулінізації тілобудови студенток, які мають перевагу за даним показником, а саме: відносно високий рівень фізичної підготовленості, зокрема силової, обумовлює астенізацію (доліморфію) та призводить до наближення форми грудної клітки до чоловічої, і навпаки нижчий рівень – до нормо- та гіперстеничності (брахі-, мезоморфії) з формуванням форми грудної клітки, притаманної для жінок. При цьому, у жінок довжина тіла є залежною перемінною, яка за рахунок більших значень характеризує астеничність тілобудови. У чоловіків повздовжні розміри тіла суттєво не впливають на астеничність/нормостеничність/гіперстеничність тілобудови і формування соматотипу здійснюється, більшою мірою, за рахунок обхватних розмірів грудної клітки (ОГК у різних положеннях визначення та її екскурсії), але напряму залежить від сили м'язів кисті та спини (рис. 6).

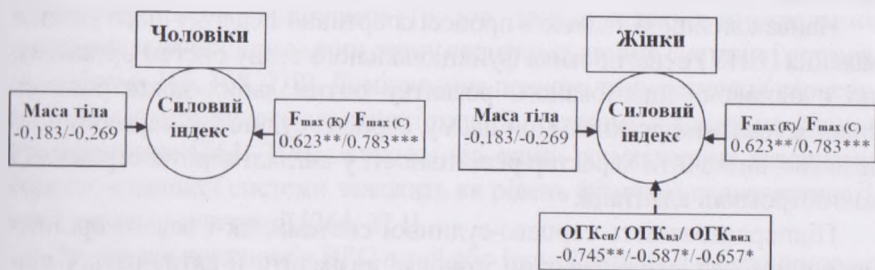


**Рис. 6.** Взаємозв'язок «життєвого» індексу з соматологічними показниками у студентів, які відвідують групу СПУ з біатлону

*Пояснення умовних позначень:* ті ж самі, що і на рис. 3

Аналіз відмінностей «життєвого індексу», який, певною мірою, відображає характер взаємозалежності дихальної функції і соматотипу свідчить про істотну перевагу (на 17,28%) даної ознаки у чоловіків (табл. 9). При цьому, характер залежностей від інших антропометричних показників має неоднозначний характер (рис. 6). Так, індекс має високий прямий кореляційний зв'язок з ЖЄЛ ( $p \leq 0,001$ ) при недостовірному взаємозв'язку з масою тіла як у чоловіків, так і у жінок. На відміну від жінок, у чоловіків значення індексу істотно ( $p \leq 0,01$ ) позитивно залежить від екскурсії грудної клітки при недостовірному взаємозв'язку з ОГК в положенні вдишу, що підтверджує припущення щодо переваги грудного дихання у чоловіків. У жінок дана тенденція відсутня і на зміну індексу негативно впливає, виключно, сила м'язів кисті (рис. 6).

Характер залежностей між індексами, які характеризують силові можливості контингенту, що вивчається, підтверджують вищезазначені тенденції, а саме: головним об'єднуючим параметром як у жінок, так і у чоловіків є сила м'язів кисті/спини при відсутності достовірної залежності від маси тіла, що може бути свідченням високого рівня фізичної підготовленості, детермінованої фенотипічно в результаті спортивно-педагогічної діяльності (рис. 7).



**Рис. 7. Взаємозв'язок «силового» індексу з соматологічними показниками у студентів, які відвідують групу СПУ з біатлону**

*Пояснення умовних позначень: ті ж самі, що і на рис. 3*

На відміну від студентів факультету фізичного виховання, у осіб, що не займаються певним видом спортивно-педагогічної, спортивно-масової або/та рекреаційної діяльності, яка має на меті удосконалення фізичного стану засобами фізичної культури, величина індексу має достовір-

ні залежності як від фізичної підготовленості, зокрема силової, так і від антропометричних ознак [235].

Характерною відмінністю силового індексу у жінок є високий негативний взаємозв'язок з ОГК в різних положеннях визначення, на відміну від чоловіків, у яких даний взаємозв'язок відсутній. Дана тенденція підтверджує наше припущення щодо формування у жінок, які спеціалізуються у біатлоні і мають високий рівень фізичної підготовленості, маскулінізації, що призводить, як вказувалось раніше, до мобілізації діафрагмального дихання.

### **5.3. Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів, які спеціалізуються у біатлоні, боксі та волейболі**

Систематичні фізичні навантаження призводять до характерних адаптаційних змін в апараті кровообігу, дихання, вегетативної регуляції серцевого ритму, які мають місце як під час м'язової роботи, так і в період відносного спокою [26, 97]. Ці зміни, до яких призводить спортивно-педагогічна діяльність, необхідно розглядати як комплекс фізіологічних реакцій організму, які формуються при тривалому багаторазовому впливі певних фізичних вправ, які розширюють функціональні резерви організму [97,187].

Найважливішою ланкою в процесі спортивно-педагогічного удосконалення (СПУ) є діагностика функціонального стану систем організму, що є основою спрямованого розвитку оптимальних довготривалих пристосувальних реакцій. При цьому, серцево-судинна є маркером, що дозволяє визначити характер реактивності у вигляді короткострокової і довгострокової адаптації.

Підпорядкованість серцево-судинної системи, як і всього організму, вищим нервовим центрам дозволяє визначити її активність у відповідності до можливостей всього організму. Оперативна роль, в даному випадку, відводиться вегетативній нервовій системі, впливовість якої визначається за допомогою реєстрації варіабельності ритму серця (ВРС) і дозволяє, з певною часткою точності, оцінити активність з боку регуляторних механізмів [318] та визначити показники, що лімітують рівень фізичної працездатності індивідууму [26]. Зрушення в роботі серцево-судинної системи, що відбуваються при впливі різнопланових чинників (клино- і ортостаз, психоемоційне або фізичне навантаження),

дозволяють найкраще розглянути механізми, що забезпечують стабільність трофіки тканин [145].

У студентському спорті до завдань викладачів і тренерів зі спортивно-педагогічного удосконалення (СПУ) входить успішна підготовка студента-спортсмена до змагань, збереження належної спортивної форми зі збереженням безпечного рівня здоров'я. Високий рівень функціонального стану – обов'язкова умова достатньої адаптації до фізичних навантажень і характеризується співвідношенням «міра функції/міра субстрату». Зі збільшенням цього співвідношення надійність функціонування організму як біосистеми зростає [187, 204, 235]. Серцево-судинна система, в даному випадку, виступає в ролі маркера адаптаційно-приспосувальних реакцій на фізичне навантаження, оскільки є такою, що лімітує розвиток приспосувальних реакцій організму [204, 235].

Інформацію про функціональний стан організму можна отримати, аналізуючи механізми регуляції ритму скорочень серця, як в базальних умовах, так і під дією фізичних навантажень різної спрямованості [229, 313].

При оцінці функціонального стану організму людини найбільш актуальним є аналіз варіабельності ритму серця (ВРС), у зв'язку зі своєю простотою, неінвазивністю і інформативністю методом дослідження вегетативної нервової системи [16, 336, 360], оскільки є інтегральним показником функціонального стану серцево-судинної системи і організму в цілому [16, 168, 239]. Домінування певного типу регуляції серцевого ритму детермінують адаптивні реакції організму людини на фізичні навантаження [264, 314], оскільки від стану регуляторних механізмів серцево-судинної системи залежить як рівень фізичної працездатності, так і характер адаптації [264, 314].

Зрушення показників ВРС в той або інший діапазон є передумовою гемодинамічних, метаболічних, енергетичних порушень і відображає характер діяльності індивідууму [16]. Фізіологічні показники, які відображають стан механізмів вегетативної регуляції серцевої діяльності, можуть використовуватися в якості надійних критеріїв оцінки поточного функціонального стану і фізичної підготовленості індивідуумів, що активно займаються фізичною культурою та спортом [336, 360]. Для адекватного аналізу ВРС фахівцю з фізичного виховання та спорту необхідно знати особливості діапазону гомеокінезу в залежності від ха-

рактеру діяльності та її енергетичного забезпечення, обумовленого чинниками зовнішнього та внутрішнього середовища [16, 360].

Серцево-судинна та дихальна системи є такими, що забезпечують оперативне реагування на вплив ендогенних та екзогенних подразників, що забезпечує оптимальну, енергонизьковартісну адаптацію до певної діяльності. Регуляція цих систем, у зв'язку зі своєю важливістю для організму, знаходиться у вищих відділах регуляторно-рефлекторних відділах нервових центрів в міжоточному мозочку, маючи представництво в моторній, премоторній та орбітальній зонах. Нижчий рівень, гіпоталамус, пов'язаний з корою головного мозку, вегетативними центрами стовбура головного та спинного мозку та контролює умовно-, безумовнорефлекторну регуляцію дихання, кровообігу, метаболізму тощо [318]. Серце інервується блукаючим нервом з різних відділів вегетативних центрів, безпосередньо, через симпатичну та парасимпатичну нервову систему. Симбіоз симпатичного та парасимпатичного відділів нервової системи, гуморальних впливів забезпечує досягнення оптимальних результатів в адаптації до умов внутрішнього та зовнішнього середовища що змінюється. Відхилення, що виникають в регулюючих системах, передують гемодинамічним, метаболічним, енергетичним змінам і є оперативними маркерами певного функціонального стану організму людини [168].

Стимуляція симпатичної нервової системи призводить до збільшення сили серцевого скорочення та ЧСС, швидкості проведення збудження по провідній системі серця, підвищення артеріального тиску, викликає вазодилатацію судин серця та вазокострикацію судин інших органів. Стимуляція парасимпатичної нервової системи проявляється у кардинально протилежних ефектах: пригнічення ЧСС, зниження тону судинної стінки, що спричиняє зниження АТ тощо. Оскільки ядра блукаючих нервів розташовані поряд з дихальними ядрами і тому знаходяться під їх впливом. Активізація дихальних ядер, наприклад, забезпечує метрономізацію частоти дихання, стимулюючи діє на ядра блукаючих нервів і активність ПСНС підвищується [318]. У людини діяльність серця знаходиться під впливом як симпатичних, так і парасимпатичних нервів, на відміну від судин, які знаходяться під прямим впливом симпатичної іннервації. ПСНС прямого впливу на них не має, але багаторівневі зв'язки обох підсистем вегетативної нервової системи забезпечують непрямий вплив ПСНС на артеріальний тиск та судинний тонус. Поточна актив-

ність ПСНС та СНС є результатом системної реакції механізмів складноструктурної та багаторівневої регуляції в залежності від умов. В стані спокою домінує тонус ПСНС і варіації серцевої періодики, більшою мірою, залежать від вагусної модуляції [318]. Під час фізичних навантажень або зміни гравітаційної складової, яка діє при перехідних процесах при зміні положення тіла в просторі (кліно-, ортопроби), активізується СНС, яка забезпечує пристосовні реакції організму з метою збереження гомеокінезу і, головним чином, спрямована на досягнення організмом корисного пристосовного ефекту в процесі багаторазового повторення подразнюючого чинника, підсумком чого є підвищення рівня тренованості з оптимізацією фізичного стану організму людини, удосконалення функцій організму і, в цілому, досягнення/підтримки безпечного рівня здоров'я індивідууму в залежності від мети та завдань діяльності.

Таким чином, варіабельність серцевого ритму – сукупність її властивостей від змінності миттєвого періоду серцевих скорочень до причин, що його обумовлюють, та визначаються нелінійністю симпатичної, парасимпатичної та гуморальної регуляції, їх розгалуженими зв'язками між собою, з підкорковими та корковими утвореннями, а також реакціями на психічний, фізичний та інші види стресу [318]. При цьому, заслуговує на увагу дихальна складова як предиктор парасимпатичного, і, судинного тону, підпорядкованого симпатичному впливу, як складових генетичної детермінованості індивідуальності людини [318].

#### **5.4. Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів, які спеціалізуються у волейболі, боксі та біатлоні в базальних умовах**

Вивчаючи функціональний стан серцево-судинної системи студентів, що займаються в групах спортивно-педагогічного удосконалення, нами були відокремлені як загальні, так і окремі відмінності регуляції серцево-судинної системи, обумовлені впливом ПСНС/СНС в залежності від стану, який вивчається (табл. 10).

Так, в стані спокою у студентів виявлені нормовані значення ЧСС, притаманні для даної вікової групи та рівня фізичної досконалості. Діапазон ЧСС, як об'єднуючий параметра діяльності серцево-судинної системи, знаходиться в межах 59,71-65,96 ск. хв<sup>-1</sup> з мінімальними значеннями даної ознаки у біатлоністів (59,71±8,82 ск. хв<sup>-1</sup>), на що вказу-



ють середні значення інтервалів R-R, які більш тривалішими є у біатлоністів ( $1,04 \pm 0,15$  с) на відміну від боксерів ( $0,95 \pm 0,12$  с) та волейболістів ( $0,92 \pm 0,09$  с). При цьому, якщо коливання відмінності за даною ознакою знаходиться у межах 8,86-11,49%, то за АМо, що відображає ступінь вегетативної рівноваги, знаходиться в більш широкому діапазоні (9,71-41,35%) (табл. 10, 11).

Таблиця 10

**Варіабельність серцевого ритму у студентів,  
які займаються в різних групах СПУ у базальних умовах**

Метод аналізу	Показник	Біатлон	Бокс	Волейбол	Біатлон – Бокс	Бокс – Волейбол	Біатлон – Волейбол
		M±m			Δ, %		
Часові параметри	SDNN, мс	116,03 ±37,87	83,55 ±21,52	64,89 ±18,53	-27,99	-22,33	-44,07
	RMSSD, мс	108,69 ±44,86	65,56 ±21,92	48,59 ±10,91	-39,68	-25,89	-55,30
	HRV triangular index, ум. од.	8,31 ±2,21	6,86 ±2,16	5,59 ±1,73	-17,41	-18,47	-32,66
	TINN, мс	207,94 ±83,95	243,80 ±74,17	223,10 ±55,76	17,26	-8,48	7,31
Спектральний аналіз	Total Power, мс <sup>2</sup>	13436,75 ±9152,64	6739,99 ±3766,99	4093,85 ±2142,12	-49,84	-39,26	-69,53
	VLF, %	35,49 ±11,92	38,56 ±10,79	35,63 ±11,39	8,65	-7,58	0,41
	LF, %	28,93 ±11,05	34,92 ±11,23	40,21 ±9,25	20,69	15,17	39,01
	HF, %	35,58 ±10,21	26,52 ±11,45	24,15 ±8,72	-25,45	-8,95	-32,12
Варіаційна пульсоμεтрія	ЧСС, ск. · хв <sup>-1</sup>	59,71 ±8,72	65,28 ±9,04	65,96 ±6,51	9,33	1,04	10,47
	M, с	1,04 ±0,16	0,95 ±0,12	0,93 ±0,09	-8,86	-2,89	-11,49
	АМо, %	14,41 ±3,38	18,57 ±6,93	20,37 ±6,86	28,83	9,71	41,35
	ΔX, с	0,58 ±0,24	0,39 ±0,09	0,33 ±0,09	-33,54	-15,85	-44,08
	Індекс напруги (за Р. М. Басвським), ум. од.	18,47 ±12,31	33,62 ±22,21	44,29 ±27,53	81,98	31,73	139,72

Характерним є те, що для студентів всіх груп притаманний вегетативний тип регуляції серцевого ритму (вплив парасимпатичної нервової системи) з коливанням в межах 14,41-20,37%. Найменша ступінь напруги спостерігається у біатлоністів (14,41%), максимальні значення – у боксерів (18,57%) та волейболістів (20,37%). При цьому, варіаційний розмах ( $\Delta X$ ), який характеризує ступінь централізації управління діяльністю серця, значно відрізняється у біатлоністів ( $0,58 \pm 0,24$  с) на відміну від боксерів ( $0,39 \pm 0,09$  с) та волейболістів ( $0,32 \pm 0,09$  с) і вказує на вищий рівень симпатичної регуляції серцевої діяльності у боксерів та волейболістів.

Таблиця 11

**Функціональний стан серцево-судинної системи у студентів, які займаються в різних групах СПУ у базальних умовах**

Показник	Біатлон	Бокс	Волейбол	Біатлон – Бокс	Бокс – Волейбол	Біатлон – Волейбол
	M±m			Δ, %		
$AT_{серц}$ , мм. рт. ст.	136,41 ±6,53	125,82 ±6,48	128,56 ±7,50	-7,76	2,17	-5,76
$AT_{серц}$ , мм. рт. ст.	83,35 ±5,04	79,21 ±6,69	81,63 ±5,99	-4,97	3,05	-2,07
ЧСС, ск. · хв <sup>-1</sup>	59,71 ±8,72	65,28 ±9,04	65,96 ±6,51	9,33	1,04	10,47
$AT_{п}$ , мм. рт. ст.	53,06 ±8,42	46,61 ±7,57	46,93 ±5,41	-12,16	0,68	-11,56
$AT_{сг}$ ум. од.	153,54 ±8,96	141,60 ±8,29	144,60 ±8,30	-7,78	2,12	-5,82
КЕЖ, ум. од.	3195,83 ±748,80	3005,88 ±572,15	3076,07 ±359,26	-5,94	2,33	-3,75
КВ, ум. од.	1571,07 ±291,96	1847,67 ±445,45	1845,09 ±306,45	17,61	-0,14	17,44
УОС, мл	64,96 ±6,65	64,70 ±7,52	61,83 ±5,44	-0,40	-4,42	-4,81
ХОК, мл	3904,98 ±763,98	4187,64 ±692,65	4074,51 ±534,43	7,24	-2,70	4,34
ВіК, ум. од.	-44,82 ±22,98	-24,44 ±15,98	-25,68 ±16,61	-45,47	5,08	-42,70
Індекс Робінсона, ум. од.	81,57 ±13,18	82,13 ±12,69	84,56 ±8,12	0,69	2,97	3,68
КВ, ум. од.	11,61 ±2,47	21,62 ±3,54	21,20 ±2,47	86,19	-1,95	82,57
Індекс Скибинського, ум. од.	106,35 ±27,59	66,59 ±17,87	79,85 ±17,38	-37,39	19,92	-24,92

Подібне припущення підтверджує індекс напруги (за Р. М. Баєвським), який у біатлоністів знаходиться в межах  $18,47 \pm 12,32$  ум. од., на відміну від боксерів та волейболістів, у яких дана ознака становить  $33,62 \pm 22,21$  ум. од. та  $44,29 \pm 27,53$  ум. од. відповідно. Діапазон значень у студентів всіх спеціалізацій знаходиться в межах вегетативної рівноваги, при підвищеному впливі на серцеву діяльність симпатичної складової у боксерів та волейболістів.

Дана особливість є такою, що відображає характер професійної діяльності видів спортивно-педагогічного удосконалення, що розглядаються, про що зазначалось вище, а саме: біатлон, як вид спорту, характеризується циклічністю виконання фізичних вправ, що обумовлює ритмічність дихальних рухів, яка, у свою чергу, сприяє метронізації дихання і посилення ваготонічних реакцій [318]. Вправи, здебільшого, виконуються в аеробному режимі, з включенням анаеробної складової на стартовій та фінішній дистанціях, при подоланні підйомів. Бокс та волейбол відносяться до видів спортивно-педагогічної діяльності, при яких стабільна ритмічність (циклічність) рухів не досягається у зв'язку з особливостями рухової структури ациклічних вправ, при виконанні яких домінуючим механізмом енергозабезпечення є гліколітичний з періодичним підключенням креатинфосфатного та аеробного.

Спектральний аналіз варіабельності серцевого ритму підтверджує вищевказані тенденції регуляції серцевої діяльності у залежності від спортивно-педагогічної спеціалізації. Зокрема, показники, що характеризують часові параметри серцевого ритму вказують на значну відмінність даної ознаки у біатлоністів у порівнянні з боксерами та волейболістами, що знаходяться в межах  $17,26-55,30\%$ . При цьому вираженість парасимпатичної регуляції серцевого ритму, більшою мірою, притаманна студентам-біатлоністам, – на що вказують показники SDNN, RMSSD, HRV triangular index, TiNN, значення яких відрізняються від аналогічних у боксерів та волейболістів (табл. 10). Характерно, що боксери мають, в переважній більшості, проміжні, схильні до врівноваженості парасимпатично-симпатичної регуляції, на відміну від волейболістів, – у яких спостерігається схильність до симпатичної складової регуляції серцевого ритму. Очевидно, дана тенденція може пояснюватись характером локомоційних навантажень у швидко-силових видах спортивно-педагогічного удосконалення, а саме: переміщення тіла у просторі у

боксерів здійснюється без активних стрибкових рухів з незначною амплітудою та тривалістю, на відміну від волейболу, де активно задіюється гравітаційна складова при виконанні стрибків за вертикальною віссю, що спричиняє активізацію швидкісно-силового компоненту та активну мобілізацію, здебільшого, гліколітичного механізму енергозабезпечення діяльності. Крім того, волейбол, як форма ігрового виду діяльності, характеризується високим рівнем емоційності, що є додатковим стресорним чинником, який обумовлює зрушення балансу в бік симпатичної регуляції серцевого ритму [234].

При цьому, у групи студентів, яка розглядається, СПУ існує чітка вираженість спектрів серцевого ритму у всіх трьох діапазонах частот, притаманна для здорових молодих людей, загальна потужність спектру (Total Power,  $\text{m}^2$ ) при цьому коливається в межах 4093,85-13436,75  $\text{m}^2$ . Найбільші значення спостерігаються у біатлоністів (13436,75  $\text{m}^2$ ) на відміну від волейболістів (4093,85  $\text{m}^2$ ) та боксерів (6739,99  $\text{m}^2$ ), у яких значення показника нижчі у 2-3 рази. Характерним для біатлоністів є домінування високочастотного (HF), на відміну від боксерів та волейболістів, що, у поєднанні з високими значеннями загальної потужності спектру, вказує на парасимпатичну складову регуляції ритму серця у біатлоністів та симпатичну і гуморальну (ерготропну) – у боксерів та волейболістів. Оскільки на потужність HF спектру істотним чином впливає дихальний центр, який модулює впливає на ядра блукаючих нервів, що посилює парасимпатичні регуляції серцевого ритму і, навпаки, LF розглядається як маркер симпатичної модуляції та барорефлекторного контролю, яка здійснюється за двома контурами – нервовому вегетативному симпатичному та гуморальному симпатичному (вивільнення катехоламінів наднирками) [318], що, у свою чергу, залежить від стану судинної стінки та впливу емоційної складової на регуляцію серцевого ритму. Симпатичний вплив на серцеву діяльність обумовлює вивільнення адреналіну та норадреналіну з активізацією  $\beta$ -адренергічних рецепторів, що призводить до повної діастолічної реполяризації. Стимуляція ж ПСНС проявляється зворотними ефектами, які опосередковані вивільненням ацетилхоліну. Оскільки, як зазначалось вище, ядра блукаючих нервів розташовані поряд з дихальними ядрами і, підпадаючи під їх вплив при метрономізації дихання, стимулюють діють на ядра блукаючих нервів, що й призводить до активності ПСНС [318].

Дана анатомо-фізіологічна закономірність регуляторного впливу на серцево-судинну діяльність пояснює характер домінуючого впливу пара-, симпатичної вегетативної нервової системи, який, у зв'язку з циклічністю виконання вправ у біатлоні сприяє закріпленню рефлексів ритмічного дихання на фоні відносного низького кисневого боргу при аеробному енергозабезпеченні самої діяльності. Подібний характер вправ сприяє зниженню ЧСС до брадікардічних значень ( $>50$  ск. · хв.<sup>-1</sup>), що, у свою чергу, підвищує загальну потужність спектру (Total Power, мс<sup>2</sup>) за рахунок високохвильової компоненти (HF, мс<sup>2</sup>), що і підтверджують результати наших досліджень. І, навпаки, зі зниженням ритмічності, що спричиняє усунення метрономізованості дихання, відбувається зниження загальної потужності спектру і посилення повільної (LF) та зверхповільної (VLF) складових вегетативної регуляції серцевого ритму. Доказом даних припущень є баланс гуморальних та нервових вегетативних, симпатичних і парасимпатичних ланок, які оцінюються за співвідношенням енергетичних потужностей відповідних діапазонів. Так, у біатлоністів баланс високохвильової (HF, %) та зверхнизохвильової (VLF, %) компонент ВСР, які відображають парасимпатичні і нервово-гуморальні ланки відповідно, впливають на серцеву діяльність в рівній мірі – 35,58% / 35,49%, тоді як у студентів інших груп СПУ дане співвідношення схиляється до низько- і зверхнизохвильових складових спектру, а саме: у боксерів співвідношення спектральних потужностей (HF, % / LF, % / VLF, %) становить 26,52% / 34,56% / 38,56%, у волейболістів дана пропорційність ще більша – 24,15% / 40,21% / 35,63%. Даний факт можна пояснити з точки зору тривалості, інтенсивності та, у цілому, об'ємом фізичних навантажень, що домінують в тому або іншому виді спортивної діяльності з точки зору її енергетичного забезпечення. Так, у біатлоні виконання фізичних вправ здійснюється протягом 15-20 хв, в залежності від кількості вогневих рубежів і дистанції, помірної та субмаксимальної потужності в аеробних умовах ресинтезу АТФ з встановленням стійкого стану енергозабезпечення при стабілізації діяльності кардіореспіраторної системи на певному рівні, що відповідає енергетичним запитам організму [26]. У боксі ж, тривалість двобою лімітовано 3 хв проміжком часу, здебільшого субмаксимальної потужності з наявністю певної частки циклічних вправ при пересуванні по рингу у поєд-

нанні з швидкісно-силовою компонентою при здійсненні атакуючих або захисних дій. Енергетичне забезпечення здійснюється за рахунок гліколізу, кисневий борг – 20-40% [270].

Волейбол, як вид спортивно-педагогічної діяльності, відноситься до ситуаційних видів спорту, в яких важко встановити домінуючий тип енергозабезпечення у зв'язку з відсутністю чітких меж енергозабезпечення. Здебільшого задіюється швидкісно-силова компонента при здійсненні атакуючих та захисних дій, стадо-динамічний характер вправ при очікуванні дій з боку супротивників та партнерів. Крім того, волейбол, як форма професійної діяльності, передбачає активне задіяння емоційної складової, що, у свою чергу впливає на психодинамічний статус гравців, обумовлюючи баланс пара-, симпатичного впливу вегетативної нервової системи на швидку, повільну і зверхповільну регуляцію серцевого ритму. Певним чином дане ствердження можна віднести і до єдиноборств, в яких концентрація уваги на ринг, на якому знаходяться боксери, трибуни з глядачами, рефери і тренерами впливає на психоемоційний стан спортсмена, що обумовлює аналогічні закономірності, як мають місце у волейболі.

Характер відмінностей в регуляції серцевого ритму у студентів різних груп СПУ знаходять відображення при аналізі часових і амплітудних параметрів пульсової хвилі, а саме: для біатлоністів характерним є більша загальна тривалість пульсової хвилі ( $1,01 \pm 0,19$  с) та її складових – дикротичної ( $0,28 \pm 0,05$  с) і анакротичної фаз, що, у свою чергу обумовлює тривалість систолічної ( $0,34 \pm 0,06$  с) та діастолічної ( $0,66 \pm 0,21$  с) фаз пульсової хвилі (табл. 12).

При цьому, амплітуди анакротичної та дикротичної фаз, інцизури, які відображають ударний об'єм крові, на 4,96-36,45% перевищують аналогічні у боксерів та волейболістів. Дані параметри є складовими індексів – дикротичної хвилі (ІДХ), відбиття (ІВ), жорсткості (ІЖ), висхідної хвилі (ВХ) і характеризують тонус судинної стінки, об'єм та силу серцевого викиду крові [241] у фазу систоли. За результатами розрахунків даних індексів можна оцінювати частоту і ритм серцевих скорочень, величину серцевого викиду крові, ступінь кровонаповнення артерій, еластичності судинної стінки та периферійний опір кровоносних судин [241].

**Параметри пульсової хвилі студентів,  
які займаються в різних групах СПУ у базальних умовах**

Показник		Біатлон	Бокс	Волейбол	Біатлон – Бокс	Бокс – Волейбол	Біатлон – Волейбол
		M±m			Δ, %		
Часові	T <sub>пх</sub> , с	1,01±0,19	0,89±0,12	0,89±0,08	-11,51	-0,08	-11,58
	T <sub>дф</sub> , с	0,73±0,20	0,58±0,12	0,55±0,08	-19,86	-5,90	-24,59
	T <sub>дф</sub> , с	0,28±0,05	0,31±0,02	0,34±0,04	10,08	10,96	22,15
	T <sub>фн</sub> , с	0,14±0,01	0,14±0,01	0,17±0,04	-0,75	22,01	21,09
	T <sub>снст</sub> , с	0,34±0,06	0,39±0,02	0,43±0,04	14,56	10,24	26,30
	T <sub>ласт</sub> , с	0,66±0,21	0,50±0,12	0,46±0,08	-24,95	-8,17	-31,08
	T <sub>в</sub> , с	0,21±0,05	0,26±0,02	0,27±0,02	24,82	3,99	29,80
Амплітудні	A <sub>пх</sub> , ум. од.	22,86±0,68	23,99±1,46	23,92±0,80	4,96	-0,32	4,62
	A <sub>дф</sub> , ум. од.	12,20±2,76	10,81±1,89	10,61±1,70	-11,37	-1,92	-13,07
	A <sub>г</sub> , ум. од.	11,52±2,70	8,74±2,54	7,32±2,24	-24,14	-16,22	-36,45
Індекси	ІДХ, ум. од.	50,57±12,39	36,11±9,63	30,55±9,24	-28,60	-15,38	-39,57
	ІВ, %	64,61±9,48	55,73±4,36	55,61±4,38	-13,74	-0,22	-13,93
	ІЖ, м с <sup>-1</sup>	9,48±2,76	7,00±0,61	7,38±0,63	26,15	5,42	22,15
	ІВХ, с	14,18±2,31	15,77±2,09	18,75±4,19	11,17	18,96	32,24

Оцінюючи значення індексів у студентів, можна стверджувати про більшу вираженість ригідності судин у біатлоністів на тлі більшої сили систолічного викиду. Про дану закономірність вказує підвищена (на 11,51-11,58%) швидкість руху пульсової хвилі по артеріальному руслу, значно менший час (на 19,86-24,59%) виник-

нення дикротичної хвилі, що, у свою чергу, призводить до підвищення індексу жорсткості судин (на 22,15-26,15%) у біатлоністів на відміну від студентів інших груп СПУ. Слід зазначити, що швидкість розповсюдження пульсової хвилі по артеріях залежить від величин кров'яного тиску та ЧСС, які забезпечують належний рівень трофічних процесів в організмі. Характерно, що у біатлоністів при відносно нижчих значеннях ЧСС (на 9,33-10,47%) та, відносно однаковому рівні діастолічного АТ (79,21-83,35 мм рт. ст.), спостерігається високий рівень систолічного АТ в межах  $136,41 \pm 6,53$  мм рт. ст., який, у свою чергу, обумовлює підвищення пульсового тиску (на 11,56-12,16%) у біатлоністів на відміну від студентів інших груп СПУ (табл. 11).

#### **5.4.1. Функціональний стан серцево-судинної системи студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з волейболу у базальних умовах**

Фізичні навантаження призводять до специфічних змін в системах, що забезпечують спортивно-педагогічну діяльність, зокрема серцево-судинній, дихальній, вегетативній регуляції серцевого ритму і проявляється як в стані відносного спокою, так і під час виконання м'язової роботи [97]. Ці зміни необхідно розглядати як комплекс фізіологічних реакцій організму, що формується при тривалому впливі фізичних навантажень різної спрямованості, розширюючи діапазон функціональних резервів [97] та забезпечуючи успішну реалізацію самої діяльності, підсумком якої є досягнення, як самого студента, так і його вихованців у майбутньому. Належне забезпечення спортивно-педагогічного удосконалення потребує діагностики функціонального стану систем організму, що дозволяє цілеспрямовано розвивати оптимальні довготривалі пристосовні реакції [97]. Ці адаптаційні реакції мають певну специфічність, відображаючи характер діяльності у відповідності до її мети, біомеханічних параметрів рухів, потужності та тривалості роботи, механізмів енергозабезпечення тощо [270]. При цьому, як зазначалось нами, у всіх видах спортивно-педагогічної діяльності існує певна диференціація функціональних обов'язків її учасників, детермінованих, певним чином, генетично та фенотипічно. Успішність реалізації генетичної



програми напряму залежить від фенотипічних навантажень, які посилююче діють у випадку раціонально обраного методичного забезпечення підготовки і, навпаки, пригнічуюче – у випадках нехтування індивідуальних особливостей організму студентів-спортсменів. Недооцінка індивідуалізації підготовки, у кращому випадку, призводить до зміни спеціалізації, а у гіршому – як до закінчення кар'єри спортсмена, вчителя, тренера, інструктора з фізичної культури, так і до виникнення патологічних станів у індивідуума. Зокрема, неввірно обране ігрове амплуа в ігрових видах спортивно-педагогічної діяльності може призвести до втрати спортивної кондиції, неспроможності виконувати окремі і загальні ігрові обов'язки, психофізіологічної несумісності в команді.

Так, у стані відносного спокою у студентів-волейболістів рівень систолічного АТ коливається в діапазоні 120,50-137,00 мм рт. ст., діастолічного – 78,25-87,50 мм рт. ст., що, у свою чергу, обумовлює пульсовий АТ в межах 42,25-50,67 мм рт. ст. в залежності від ігрового амплуа. Характерно, що у гравців лінії атаки (центральні блокуючі, діагональні нападники) спостерігається підвищений систолічний (135,25-137,00 мм рт. ст.), діастолічний (86,60-87,50 мм рт. ст.) та, відповідно, пульсовий АТ (47,75-50,40 мм рт. ст.). При цьому, у них відмічається відносно низькі значення ЧСС в межах 63,23-61,88 ск. хв<sup>-1</sup> і свідчить про те, що забезпечення трофіки тканин відбувається, більшою мірою, за рахунок систолічного викиду серця (УОС). При цьому, середньодинамічний АТ є підвищеним і вказує на високий рівень постійного тиску в аорті, який забезпечує належний гемодинамічний ефект (табл. 13).

На нашу думку, це може бути пов'язано з гравітаційною складовою функціонування організму гравців лінії атаки, які мають найбільшу довжину тіла (195,40-200,10 см). У даному випадку забезпечення трофіки тканин потребує підвищених значень гемодинамічних показників, зокрема АТ, на тлі економічності скорочень серця і забезпечується, певним чином, впливом парасимпатичної складової регуляції на тонус судин ( $ВіК = -39,12-41,78$  ум. од.), що і підтверджують амплітудно-часові характеристики пульсової хвилі (табл. 14).

**Функціональний стан кардіореспіраторної системи у студентів,  
які займаються в групі СПУ з волейболу у базальних умовах**

Показник	Ліберо	Центральні блокуючі	Зв'язуючі гравці	Крайні нападники	Діагональні нападники
АГ <sub>серц</sub> , мм. рт. ст.	130.67 ±5.69	124.64 ±7.61	120.50 ±5.20	135.25 ±2.06	137.00 ±11.64
АГ <sub>ласт</sub> , мм. рт. ст.	80.00 ±6.93	78.91 ±5.74	78.25 ±8.30	87.50 ±9.29	86.60 ±6.19
ЧСС, ск. хв <sup>-1</sup>	61.57 ±11.24	68.21 ±7.02	70.90 ±6.90	63.23 ±4.19	61.88 ±9.77
АГ <sub>пг</sub> , мм. рт. ст.	50.67 ±4.93	45.73 ±6.57	42.25 ±3.95	47.75 ±7.68	50.40 ±9.13
АГ <sub>сг</sub> , ум. од.	147.42 ±5.57	140.56 ±8.83	135.71 ±4.67	151.30 ±1.83	153.57 ±14.42
УОС, мл	65.10 ±8.48	63.15 ±5.88	59.03 ±10.70	60.00 ±9.80	60.70 ±5.42
ХОК, мл	4067.64 ±1261.56	4286.78 ±428.74	4196.19 ±893.29	3804.00 ±754.44	3730.70 ±495.22
ВіК, ум. од.	-33.91 ±32.62	-16.60 ±12.95	-10.91 ±14.26	-39.12 ±19.88	-41.78 ±15.90
ЧД, дих. циклів хв. <sup>-1</sup>	12.67 ±4.04	12.50 ±1.29	12.00 ±1.83	13.45 ±1.86	14.00 ±2.55
ДО, мл	826.67 ±40.41	1262.50 ±137.69	1375.00 ±550.00	1195.46 ±279.69	1115.00 ±231.57
ХОД, мл	10370.00 ±2808.86	15800.00 ±2557.30	15925.00 ±4897.19	16104.55 ±4443.90	15270.00 ±2469.20

Так, для центральних блокуючих та діагональних нападників притаманним є достатньо високий рівень тривалості пульсової хвилі (0,91-0,92 с), обумовлений, більшою мірою, дикротичною фазою ПХ (0,58-0,60 с), яка відображає тривалість викиду крові у кровноносне русло, характеризуючи відносно низький тонус судин верхньої кінцівки. Підтвердженням цього є менший час, необхідний для наповнення порожнин серця (0,14-0,15 с) та систолічної фази ПХ (0,41 с). Діастолічна фаза, при цьому, є найбільшою (0,50-0,51 с) (табл. 14). Амплітудні параметри істотно не відрізняються від студентів-волейболістів інших ігрових амплуа і підтверджують наше припущення щодо високої еластичності судин у гравців передньої лінії оборони при домінуванні парасимпатичної регуляції тону для забезпечення належної трофіки тканин.

### Амплітудно-часові параметри пульсової хвилі у студентів, які займаються в групі СПУ з волейболу у базальних умовах

Показники		Ліберо	Центральні блокуючі	Зв'язуючі гравці	Крайні нападники	Діагональні нападники
Часові	$T_{пх}$ , с	0,97 ±0,13	0,87 ±0,06	0,85 ±0,08	0,92 ±0,04	0,91 ±0,09
	$T_{ДФ}$ , с	0,64 ±0,10	0,51 ±0,07	0,48 ±0,09	0,60 ±0,04	0,58 ±0,07
	$T_{АФ}$ , с	0,33 ±0,03	0,35 ±0,06	0,37 ±0,03	0,31 ±0,02	0,33 ±0,03
	$T_{ФН}$ , с	0,18 ±0,06	0,17 ±0,06	0,19 ±0,03	0,14 ±0,01	0,15 ±0,01
	$T_{світ}$ , с	0,41 ±0,01	0,45 ±0,07	0,47 ±0,04	0,41 ±0,01	0,41 ±0,02
	$T_{двст}$ , с	0,56 ±0,12	0,42 ±0,06	0,38 ±0,11	0,51 ±0,03	0,50 ±0,07
	$T_B$ , с	0,22 ±0,05	0,27 ±0,02	0,28 ±0,02	0,27 ±0,01	0,26 ±0,02
Амплітудні	$A_{пх}$ , ум. од.	24,04 ±0,70	23,72 ±0,89	23,88 ±1,04	24,29 ±0,48	24,00 ±0,60
	$A_{дх}$ , ум. од.	13,84 ±2,83	10,07 ±1,44	9,83 ±1,00	10,92 ±2,08	10,20 ±0,57
	$A_I$ , ум. од.	11,14 ±4,46	6,21 ±1,63	5,33 ±1,75	7,25 ±1,38	9,10 ±1,19
Індекси	$I_{ДХ}$ , ум. од.	45,94 ±18,18	26,31 ±7,13	22,43 ±7,87	29,68 ±5,19	37,87 ±4,98
	$IB$ , %	65,09 ±7,42	54,48 ±3,80	53,58 ±2,07	55,80 ±5,53	53,86 ±1,37
	$ДЖ$ , м·с <sup>-1</sup>	8,86 ±2,43	7,08 ±0,44	6,85 ±0,37	7,39 ±0,19	7,58 ±0,51
	$IBX$ , с	18,50 ±3,34	19,85 ±5,41	22,62 ±5,62	14,82 ±0,75	16,54 ±1,13
<b>Вегетативна регуляція серцевого ритму</b>						
Total Power (TP), мс <sup>2</sup>	4919,45 ±1857,70	3794,51 ±2017,30	2912,66 ±1943,92	4589,96 ±423,20	4805,09 ±3832,34	
Very Low Frequency (VLF), %	31,29 ±10,13	35,22 ±9,41	25,28 ±5,01	45,21 ±6,67	39,78 ±16,37	
Low Frequency (LF), %	39,95 ±3,64	40,30 ±7,52	42,83 ±11,80	40,17 ±10,92	38,12 ±11,60	
High Frequency (HF), %	28,76 ±6,49	24,48 ±6,96	31,89 ±11,31	14,62 ±5,37	22,10 ±9,36	
$LF HF^{-1}$ , ум. од.	1,46 ±0,24	3,51 ±1,69	1,69 ±0,71	1,89 ±0,66	2,13 ±0,97	

Разом з тим, для них притаманним є симпатична регуляції серцевого ритму за рахунок низькочастотного (38,12-40,17%) та зверх-низькочастотного (39,78-45,21%) діапазонів, і вказує на перевагу центральної та гуморальної складових в регуляції серцевого ритму, що і підтверджується співвідношенням домінування судинної до дихальної аритмії серця (відповідність активності симпатичної регуляції до вагусу), який у гравців лінії атаки найбільший (2,13-3,51 ум. од.) (табл. 14). На фоні цих відмінностей у них відзначається достатньо високий рівень сумарної потужності спектру ВСР, який відображає абсолютний рівень активності регуляторних систем (4589,96-4805,09 мс<sup>2</sup>), що вказує на належне забезпечення трофіки тканин при реалізації діяльності (табл. 14).

На нашу думку, дана особливість забезпечення серцево-судинної регуляції гравців лінії оборони пов'язана з характером домінування вправ при здійсненні функціональних обов'язків на ігровому майданчику. Так, як зазначалось вище, для даних гравців притаманним є виконання швидкісно-силових вправ при здійсненні нападаючих ударів, захисних дій в першій та другій лініях оборони, які реалізуються в безопорному положенні, що ускладнюються точними, технічно досконалими маніпуляціями з м'ячем в гліколітичному режимі енергозабезпечення. Подібний характер дій, на наш погляд, обумовлений симпатичною та гуморальною (ерготропною) регуляцією серцевого ритму при високому рівні парасимпатичного впливу на судинний тонус. Дана взаємозалежність дозволяє підтримувати достатньо високий рівень активності регуляторних систем і є компенсуючим чинником для забезпечення належного функціонування організму при реалізації специфічної діяльності.

На відміну від гравців лінії атаки, для гравців, до обов'язків яких є, більшою мірою, реалізація захисних дій (ліберо, діагональних нападників) та універсальних гравців (зв'язуючих), характерним є, відносно, нижчі значення АТ, що у свою чергу знижує АТ<sub>п</sub>, АТ<sub>сг</sub>. Для гравців даних амплуа притаманні високі значення ударного об'єму крові (59,03-65,10 мл) і, відповідно, ХОК (4067,64-4286,78 мл) при вищих значеннях ЧСС (61,57-68,21 ск.хв<sup>-1</sup>), що свідчить про відносно нижчу скоротливість серця на тлі більшої частоти скорочень. Хви-

линний об'єм циркулюючої крові обумовлений, більшою мірою, за рахунок ударного об'єму. Вегетативний індекс Кердо, при цьому, вказує схильність до ейтонії (врівноваженості до вегетативної регуляції). Тонус периферичних судин характеризується більшою вираженістю, що проявляється у подовжених фазах наповнення (0,17-0,18 с) та систолічній (0,41-0,47 с). Амплітудні параметри пульсової хвилі є різнорідними, більшою мірою, залежать від рівня артеріального тиску і, на нашу думку, відображають рівень аеробно-анаеробних можливостей студентів (табл. 14). Так, для високих значень АТ притаманним є більша швидкість нагнітання серцем крові у магістральні судини ( $T_{\text{АВВ}}$ ,  $T_{\text{Н}}$ ,  $T_{\text{СНСГ}}$ ), тобто рівень ударного об'єму крові формується за рахунок систолічного АТ. При цьому, час діастолічної фази напряму пов'язаний з величинами систолічного АТ і вказує на те, що більша швидкість руху крові в фазу діастолі характеризується зниженням АТ<sub>СНСГ</sub> і збільшенням ЧСС за рахунок скорочення м'язів судин, обумовленого симпатичною регуляцією тону та діяльності серця (табл. 15). Даний факт підтверджується феноменом гістерзису для залежності діаметру судин від АТ під час серцевого циклу, вираженість якого залежить від величини пульсового тиску [330]. Феноменологія гістерзису діаметрів для фаз навантаження-розвантаження судин за рахунок АТ обумовлюється зміною пружних властивостей судинної стінки, які, у свою чергу, детермінуються активністю комплексу компонентів стінки судини – гладкої мускулатури, еластину та колагену [108]. Оскільки еластин і колаген є пасивними компонентами стінки, їх діяльність з обмеження розтягнення артерії лімітується і має постійний однотипний характер, не забезпечуючи розглянутих особливостей перебудови властивостей стінки судини. Швидка перебудова механічних властивостей артеріальної стінки за період серцевого циклу може бути пов'язана з роботою функціонально-лабільного компоненту стінки – гладкої мускулатури. Відомо, що гладка мускулатура, за рахунок зміни своєї активності, здатна значно впливати на процес, що протидіє розтягненню, і реалізується за рахунок зміни біомеханічних характеристик судин [101].

**Взаємозв'язок кардіогемодинамічних показників у студентів, які займаються в групі СПУ з волейболу у базальних умовах**

Показник		Довжина тіла	AT <sub>сист.</sub>	AT <sub>ласт.</sub>	ЧСС
<b>Амплітудно-часові параметри пульсової хвилі</b>					
Часові	T <sub>пх</sub> , с	-0,129	0,051	-0,050	-0,793***
	T <sub>лф</sub> , с	-0,152	0,391*	0,252	-0,688***
	T <sub>аф</sub> , с	0,043	-0,538	-0,474**	-0,123
	T <sub>фн</sub> , с	-0,083	-0,439*	-0,346	-0,110
	T <sub>сист.</sub> , с	0,158	-0,550	-0,483***	-0,027
	T <sub>ласт.</sub> , с	-0,214	0,393*	0,262	-0,682***
	T <sub>в.п.</sub> , с	0,493**	-0,379*	-0,406*	0,143
Амплітудні	A <sub>пх</sub> , ум. од.	0,287	0,112	0,219	-0,011
	A <sub>дх</sub> , ум. од.	-0,265	0,304	0,418*	-0,360
	AI, ум. од.	-0,452*	0,328	0,329	-0,549**
Індекси	IDX, ум. од.	-0,481**	0,318	0,310	-0,551**
	IB, %	-0,404*	0,315	0,359	-0,434**
	IЖ, м·с <sup>-1</sup>	-0,318	0,323	0,362	-0,232
	IBX, с	-0,018	-0,494**	-0,340	0,178
<b>Варіабельність серцевого ритму</b>					
Very Low Frequency (VLF), %		0,450*	0,200	0,120	-0,400*
Low Frequency (LF), %		-0,132	0,183	0,130	0,171
High Frequency (HF), %		-0,426*	-0,435*	-0,281	0,325
Low Frequency (LF), n. u.		0,289	0,459*	0,296	-0,157
High Frequency (HF), n. u.		-0,289	-0,459*	-0,296	0,157
LF/HF <sup>-1</sup> , ум. од.		0,392*	0,486**	0,467*	-0,110

**Пояснення умовних позначень:** статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні \*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001

Крім того, це може бути пояснено перерозподілом впливу пара-симпатичної ланки нервової системи в різні фази серцевого скорочення, а саме: в фазу систоли серцевий м'яз, магістральні і периферичні судини перебувають під впливом парасимпатичної, яка дає можливість задіяти внутрішньосерцеві механізми регуляції ритму і знизити м'язовий тонус судин для більш швидкого наповнення кров'яного русла. І, навпаки, в фазу діастолі відбувається посилення дії симпатичної ланки регуляції, що обумовлюється збільшенням ЧСС і посиленням м'язового тону судин для забезпечення належного руху крові по кровоносній системі [217].

На нашу думку, в фазу діастолі відбувається перерозподіл тону «судини/серце», детермінованого відповідністю трофіки тканин: діастола характеризується підтримкою належного трофічного забезпечення за рахунок активізації симпатичної складової ЦНС, у фазу систоли ж вплив центрального контуру знижується за рахунок автономного контуру регуляції (синусного вузла) та парасимпатичної нервової системи (блукаючих нервів та їх ядер у довгастому мозку) [217]. Доказом даного положення є те, що діяльність шлуночків серця знаходиться під контролем симпатичних, а передсердь та синусового вузла – симпатичних та парасимпатичних нервів. Судини підпорядковуються виключно симпатичній регуляції при опосередкованому впливі парасимпатичної [318].

Тривалість систолічної фази та її складових (тривалість фази наповнення та анакрати), що характеризують параметри швидкого нагнітання крові з лівого шлуночка серця в аорту, має вірогідний зворотній кореляційний взаємозв'язок з величиною АТ і вказує на те, що швидкість серцевого викиду крові в аорту реалізується виключно за рахунок величини об'ємного викиду крові. При цьому, взаємозв'язок між часовими параметрами систолічної фази ПХ відсутній. І, навпаки, в діастолічну фазу ( $T_{ДФ}$ ,  $T_{пас}$ ) підтримання належного трофічного забезпечення організму реалізується за рахунок частоти серцевих скорочень при поступовому зниженні рівня систолічного АТ. Індекс жорсткості, який характеризує еластичність/ригідність судинної стінки напряму взаємопов'язаний з рівнем АТ, що і підтверджує вищевказані тенденції щодо детермінованості функціональних можливостей від гравітаційної складової гідростатичного «пасивного» тиску крові, що залежить від довжини тіла (табл. 15) [217, 270, 292].

На подібний факт вказують і науковці, які вивчали особливості фізичної підготовленості спортсменів та її відповідність до морфофункціональних можливостей серцево-судинної системи, а саме: у тренуваних осіб відзначається істотне збільшення абсолютних величин лівих відділів серця, передсердя, порожнини та маси міокарда, діаметра гирла аорти. Структурні особливості серця у спортсменів, що мають більшу довжину тіла, створюють морфологічну основу для збільшення показників гемодинаміки в умовах спокою і під час м'язової роботи, завдяки чому забезпечується адекватне кровопостачання збільшеної біологічно активної маси тіла. Для забезпечення енергетичних потреб спортсменів з більшою довжиною та поверхнею тіла, які мають більший об'єм біологічно активних тканин, є необхідність перерозподілу більшого об'єму крові, чому і сприяє інтенсивніше функціонування апарату кровообігу. Вираженість збільшення гемодинаміки і розмірів внутрішніх структур лівих відділів серця може бути пояснено з особливостями спортивної діяльності (відносні величини морфологічних показників серця і серцевого викиду, розраховані на одиницю маси тіла), що нівелюють антропометричні особливості спортсменів) [26].

Дана тенденція вказує на те, що для гравців лінії атаки притаманний відносно високий рівень ригідності судин, парасимпатична регуляція судинного тонусу. При цьому, потужність спектру зверхньзкочастотного компоненту варіабельності СР знаходиться у прямій взаємозалежності від довжини тіла,  $AT_{\text{снг}}$  і, у зворотній з високочастотною складовою, що свідчить про детермінованість у гравців лінії оборони та атаки різноспрямованої регуляції серцево-судинної діяльності в базальних умовах (табл. 15). Так, для гравців лінії оборони судинний тонус, головним чином, формується за рахунок парасимпатичної регуляції у поєднанні з центральним (симпатичними) та гуморальним впливом на ВСР. Для гравців лінії оборони та універсальних гравців, навпаки, тонус судин, більшою мірою обумовлений впливом центральних (симпатичних) і гуморальних механізмів регуляції на тлі високого рівня активності парасимпатичної ланки регуляції СР. Ці особливості дозволяють забезпечити належний сумарний абсолютний рівень активності регуляторних систем (Total Power) в діапазоні 2912,66-4919,45  $\text{mc}^2$  функціонування організму в умовах відносного спокою (табл. 14).



На наш погляд, підвищення церебральних ерготропних впливів та тенденція до посилення централізації управління ритмом серця у гравців окремих ігрових амплуа може бути обумовлене особливостями психоемоційної складової особистості як детермінанти темпераменту людини [132, 133, 209].

Відомо, що високий спортивний результат може бути досягнутий лише при оптимальному функціонуванні організму в екстремальних умовах змагальної діяльності. У цьому випадку, навпаки – вимагається виражена централізація управління організмом. В процесі змагального періоду можна простежити перехід від вираженої інверсії автономної до центральної регуляції [63]. Однією з перших даних факт відзначила Д. І. Жемайтите, яка при вивченні ритмокардіограми спортсменів, які тренуються в циклічних видах спорту, виявила у значної їх частини, при наближенні до піку спортивної «форми», зниження щільності дихальних хвиль на фоні уповільнення ритму [86]. Це своєрідне відображення узгодженості, гармонічності суміжності всіх ритмічних процесів, які забезпечують успішність реалізації діяльності. Схожа динаміка ВРС була відзначена при підготовці військовослужбовців у США [349, 362]. При проходженні інтенсивного курсу підготовки бійців у більш успішних спостерігався найнижчий рівень варіабельності ритму. На думку авторів, при наближенні часу випробувань у найкращих бійців відзначається найсильніша симпатична реакція. З іншого боку, бійці з самою високою варіабельністю серцевого ритму під час підготовки виявили найнижчі результати в бойовій підготовці. Дослідники зробили висновок, що ці учасники мали найнижчий потенціал для успішного ведення бойових дій [63].

Респіраторна функція залежить, головним чином, від тотальних розмірів тіла, зокрема ЖЄЛ. Так, при частоті дихальних рухів (ЧД) 12-14 за 1 хв, дихальний об'єм знаходиться в діапазоні 826,67-1375,00 мл, що детермінує належний ХОД на рівні 10370,00-16104,55 мл в залежності від амплуа. При цьому, найбільші значення ХОД притаманні гравцям, які мають більші тотальні розміри тіла (довжина, маса тіла, ЖЄЛ), а саме: для ліберо при відповідних значеннях довжини (180,93 см), маси тіла (79,73 кг) та ЖЄЛ (4925,00 мл) даний показник становить 10370,00 мл, для інших гравців при значно вищих значеннях ознак – 15270,00-16104,55 мл (табл.4, 13).

#### 5.4.2. Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу в базальних умовах

Визначення функціонального стану систем організму студентів-боксерів 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. Кардіореспіраторна система, в даному випадку є, моделюючою у відповідності до генеруючих факторів зовнішнього середовища, зокрема, фізичних навантажень різної спрямованості і тривалості.

Необхідно зазначити, що 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, напівсередньої та важкої вагової категорій в межах 69,1-91 кг [210].

Так, в базальних умовах у студентів-боксерів ЧСС та АТ коливається в діапазоні 55,72-69,56 ск·хв<sup>-1</sup> і 118,00-144,50 мм рт. ст. (АТ<sub>сис</sub>), 76,89-81,38 мм рт. ст. (АТ<sub>діаст</sub>) відповідно, в залежності від вагової категорії (табл. 16).

Кардіогемодинамічні показники суттєво не відрізняються за підгрупами («легковаговики», «важковаговики») на відміну від окремих вагових категорій. Зокрема, для боксерів найважкої категорії (81-91 кг) притаманним є відносно високі значення АТ<sub>сис</sub> (144,50±0,50 мм рт. ст.) при найнижчих значеннях ЧСС (55,72±1,67 ск·хв<sup>-1</sup>), що, у свою чергу, обумовлює підвищені значення пульсового АТ (64,00±1,00 мм рт. ст.), середньодинамічного АТ (112,50±1,50 мм рт. ст.) коефіцієнту ефективності кровообігу (3549,29±44,99 ум. од.), ударного об'єму крові (72,18±1,68 ум. од.) (табл. 16).

Таблиця 16

**Функціональний стан кардіореспіраторної системи у студентів,  
які займаються в групі СПУ з боксу у базальних умовах**

Показник	Δ, %	M <sub>46-60 кг</sub>	Вагова категорія						M <sub>80-91 кг</sub>
			«Легковаговики»			«Важковаговики»			
			46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	
AT <sub>світ.</sub> , мм рт. ст.	-2,22	125,60	125,22 ±2,86	128,26 ±2,83	123,33 ±1,56	122,88 ±1,88	118,00 ±1,00	144,50 ±0,50	128,46
AT <sub>двост.</sub> , мм рт. ст.	-1,44	78,48	76,89 ±2,65	80,89 ±2,08	77,67 ±1,22	81,38 ±1,03	77,00 ±1,00	80,50 ±1,50	79,63
ЧСС, ск·хв <sup>-1</sup>	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
AT <sub>гг.</sub> , мм рт. ст.	-3,49	47,13	48,33 ±1,85	47,38 ±1,96	45,67 ±1,78	41,50 ±1,25	41,00 ±1,00	64,00 ±1,00	48,83
AT <sub>ст.</sub> , мм рт. ст.	-1,92	102,04	101,06 ±2,85	104,57 ±1,14	100,50 ±1,67	102,13 ±1,13	97,50 ±1,50	112,50 ±1,50	104,04
КЕК, ум. од.	-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
УОС, мл	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
ХОК, мл	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
ВіК, ум. од.	-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
ЧД, дих. ци- клов хв <sup>-1</sup>	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
ДО, мл	-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
ХОД, мл	-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

При цьому вегетативний індекс Кердо, який характеризує співвідношення пара-, симпатичної регуляції серцево-судинної діяльності, має достатньо високу схильність до ваготонії (-44,04±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 «легковаговики» на відміну від студентів-боксерів важких категорій (60,46-61,38 ум. од.) (табл. 16). Виключенням є найважча (81-91 кг) та найлегша (46-56 кг) вагові категорії, в яких зафіксовані найвищі значення УОС в межах 68,13-72,18 ум. од. Дану тенденцію можна пояснити характером за-

безпечення 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). Даний факт підтверджується співвідношенням високо- до низькохвильової складових варіабельності серцевого ритму (LF/HF, %) (табл. 17).

Таблиця 17

**Вегетативна регуляція серцевого ритму у студентів,  
які займаються в групі СПУ з боксу у базальних умовах**

Показник	Δ, %	М 46-69 кг	Вагова категорія						М 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, мс <sup>2</sup>	-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
VLF, %	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
LF, %	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
HF, %	-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
LF/HF <sup>1</sup> , ум. од.	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

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. При цьому студенти різних вагових категорій відрізняються різноплановістю домінування пара-, симпатичної складової ВСР і обумовлюється, на нашу думку, характером спортивно-педагогічної діяльності, яка є, певним чином, генетично детермінованою у відповідності до темпераментальних особливостей особистості [125, 126].

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 па-

раметри 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 ( $T_{ДФ}$ ,  $T_{АФ}$ ,  $T_{ІСТ}$ ,  $T_{ДІСТ}$ ,  $T_{В}$ ). При цьому тривалість фази наповнення не залежить від вагової категорії і у всіх студентів знаходиться в діапазоні 0,13–0,14 с (табл. 18).

Таблиця 18

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

Показник	$\Delta, \%$	М 46-64 кг	Вагова категорія						М 69-91 кг	
			«Легковаговики»			«Важковаговики»				
			46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг		
Часові	$T_{ПХ}, c$	-5,92	0,900	0,880 ±0,12	0,84 ±0,13	0,98 ±0,03	0,86 ±0,14	0,91 ±0,08	1,10 ±0,02	0,957
	$T_{ДФ}, c$	-6,07	0,592	0,585 ±0,12	0,53 ±0,13	0,66 ±0,03	0,55 ±0,13	0,57 ±0,03	0,77 ±0,02	0,630
	$T_{АФ}, c$	-5,84	0,308	0,293 ±0,02	0,31 ±0,01	0,32 ±0,01	0,32 ±0,03	0,34 ±0,05	0,32 ±0,04	0,327
	$T_{ІСТ}, c$	-3,64	0,135	0,135 ±0,00	0,13 ±0,01	0,14 ±0,00	0,14 ±0,01	0,14 ±0,01	0,14 ±0,00	0,140
	$T_{ДІСТ}, c$	-5,30	0,391	0,384 ±0,01	0,39 ±0,01	0,40 ±0,01	0,39 ±0,03	0,41 ±0,02	0,44 ±0,02	0,413
	$T_{ДІСТ}, c$	-6,52	0,508	0,494 ±0,11	0,45 ±0,13	0,58 ±0,02	0,48 ±0,14	0,50 ±0,07	0,65 ±0,01	0,543
	$T_{В}, c$	-7,37	0,253	0,250 ±0,01	0,26 ±0,02	0,25 ±0,01	0,25 ±0,03	0,27 ±0,01	0,30 ±0,02	0,273
Амплітудні	$A_{ПХ}, \text{ум. од.}$	6,14	24,437	25,152 ±0,83	22,83 ±0,72	25,33 ±2,11	23,71 ±1,72	22,08 ±0,92	23,28 ±1,12	23,023
	$A_{ДФ}, \text{ум. од.}$	25,49	11,817	12,170 ±0,56	10,17 ±1,61	13,11 ±2,15	9,67 ±2,17	7,50 ±1,17	11,08 ±0,92	9,417
	$A_{Г}, \text{ум. од.}$	25,50	9,521	10,233 ±2,05	7,44 ±1,89	10,89 ±3,96	7,86 ±2,42	5,25 ±1,08	9,65 ±3,15	7,587
Індекси	$ІДХ, \text{ум. од.}$	17,36	38,40	40,88 ±8,69	32,25 ±8,19	42,06 ±11,42	33,21 ±9,70	24,05 ±5,87	40,89 ±11,84	32,72
	$ІВ, \%$	7,03	57,65	57,01 ±3,21	56,24 ±2,94	59,71 ±2,67	53,17 ±5,62	50,14 ±1,53	58,29 ±0,16	53,87
	$ІЖ, \text{м с}^{-1}$	2,71	6,96	6,91 ±0,37	6,86 ±0,46	7,11 ±0,55	7,47 ±1,03	6,64 ±0,35	6,22 ±0,36	6,78
	$ІВХ, c$	3,73	15,60	15,69 ±2,09	16,31 ±2,23	14,79 ±0,62	16,55 ±2,66	15,76 ±0,18	12,80 ±0,62	15,04

За амплітудними ж параметрами ( $T_{\text{ПХ}}$ ,  $T_{\text{ДХ}}$ , AI) простежується чітка диференціація за ваговою категорією, а саме: «легковаговики», на відміну від «важковаговиків», мають більшу амплітуду пульсової хвилі та її складових в 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 на тлі більшої амплітуди, характерним є переважність анаеробної складової функціонального забезпечення діяльності; у «важковаговиків» повільніше розповсюдження ПХ з її меншою амплітудою характеризує домінування аеробної складової енергозабезпечення.

Подібний висновок підтверджується і характером респіраторної функції студентів-боксерів у відповідності до вагової категорії, а саме: хвилинний об'єм дихання у «легковаговиків» забезпечується, більшою мірою, за рахунок частоти дихання (ЧД) на відміну від «важковаговиків», у яких домінує глибина дихання (ДО) на тлі нижчої частоти (ЧД) (табл. 16). Дана закономірність обумовлює метрономізацію дихання, що, у свою чергу, підвищує загальну потужність спектру ВСР (Total Power) у «важковаговиків» в діапазоні 6571,14-10265,06  $\text{мс}^2$  на відміну від «легковаговиків», у яких даний параметр нижчий на 30,44% (табл. 17).

Підтвердженням нашого припущення є співвідношення домінування низько-, високохвильової складових ВСР (LF/HF, %). Так, у «легковаговиків» дане співвідношення становить 35,29% / 23,63%, тоді як у «важковаговиків» спостерігається схильність до вираженості високохвильової складової ВСР (31,52% / 30,85%) (табл. 17). Подібна закономірність підтверджується і співвідношенням домінування судинної до дихальної синусової аритмії серця (співвідношення активності симпатичного нерва до вагусу): у «легковаговиків» значення індексу на 34,19% вище ніж у «важковаговиків», що вказує на 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 судинної стінки, яка є детермінантою тонічного впливу вегетативної нервової системи, зокрема її симпатичної ланки.

Дана тенденція підтверджується розрахунком індексів, які відображають тонічну функцію судин, їх еластичність/ригідність, реактивність судин при викиді крові у фазу систоли. Так, для «важковаговиків», на відміну від студентів-боксерів легких категорій значення індексів ВіК та КЕК вказує на виражену впливовість симпатичної ланки регуляції серцевого тону (табл. 16).

Подібна закономірність регуляції серцево-судинної діяльності спостерігалась нами у студентів-волейболістів атакуючих ігрових амплуа на відміну від гравців лінії захисту [204]. Так, для гравців лінії оборони, у яких домінують пересування, стрибки з незначною амплітудою, аеробний характер енергозабезпечення діяльності, притаманною є парасимпатична складова регуляції ВСР на тлі високого тонічного впливу симпатичної нервової системи на функцію судин. У атакуючих гравців, діяльність яких пов'язана зі стрибками за вертикальною віссю, швидко-кісно-силовим режимом виконання вправ, алактатним режимом енергозабезпечення, навпаки, спостерігається домінування симпатичної складової ВСР при рецесії тонічної дії нервової системи (парасимпатична регуляція) на судинний тонус [204].

На нашу думку, дане ствердження можна пояснити характером ведення двобою, який відрізняється інтенсивністю в групах студентів-боксерів. Так, «легковаговики» проводять двобій з високою інтенсивністю і намагаються досягти перемоги за рахунок більшої кількості та сили ударів, що обумовлює значне превалювання алактатної гліколітичної (анаеробної) складової енергозабезпечення. Для «важковаговиків» притаманним є менш інтенсивна манера ведення двобою, більшою мірою, за рахунок захисних дій з нанесенням цілеспрямованого, потужного удару, що призведе до перемоги над супротивником. Це стає можливим на пізніх раундах і залежить, більшою мірою, від психофізіологічних детермінант особистості (темпераменту), що і спонукає боксера тривалий час активно спостерігати за роботою супротивника, вивчати особливості техніко-тактичних дій, виснажуючи його за рахунок клінчів та пересувань, і у вирішальний момент завершити двобій на свою користь. Очевидно, дана закономірність може бути як результатом спортивного досвіду, так і відбором у відповідності до генетично детермінованих особливостей осо-

бистості, соматотипу, функціонального стану систем організму [125, 126, 219].

Таким чином, належне функціонування кардіореспіраторної системи у студентів-боксерів легких категорій забезпечується симпатичним впливом на регуляцію серцевої діяльності при домінуванні парасимпатичного впливу на судинно-тонічну функцію. Забезпечення киснем відбувається за рахунок дихальних рухів (симпатичний вплив на дихальний центр у довгастому мозку). 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 вказує на впливовість парасимпатичної вегетативної нервової системи в регуляцію системи забезпечення організму киснем.

#### **5.4.3. Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з біатлону в базальних умовах**

У стані відносного спокою студентів-біатлоністів обох статей спостерігаються як однорідні, так і різнопланові ознаки функціонування організму, які характеризують мінімальну межу функціональних резервів в залежності від статі. Зокрема, у чоловіків та жінок спостерігаються відносно високі значення систолічного тиску в межах 136,41-132,70 мм. рт. ст. відповідно, що, у свою чергу, обумовлює високі значення пульсового ( $AT_p$ ) та середньодинамічного тиску ( $AT_{ср}$ ), ударного об'єму серця (УОС). Значення даних показників є достатньо однорідними і відрізняються не суттєво (в межах 1,06-3,93%) у студентів-біатлоністів обох статей (табл. 19). При цьому у жінок спостерігається схильність до тахікардії, що проявляється у підвищеній ЧСС на рівні  $71,66 \pm 6,66$  ск. $^{-1}$ хв $^{-1}$ , детермінуючи при цьому підвищений ХОК, КЕК, індекс Робінсона, що вказує на відносно знижені адаптаційні можливості серцево-судинної системи у жінок (табл. 19).



**Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів,  
які займаються у групі СПУ з біатлону в базальних умовах**

Показник	$\Delta$ , %	Чоловіки	Жінки
ЧСС, ск. · хв <sup>-1</sup>	-16,67	59,71 ± 8,72	71,66 ± 6,66
AT <sub>сисг</sub> , мм рт. ст.	2,80	136,41 ± 6,53	132,70 ± 14,38
AT <sub>дикт</sub> , мм рт. ст.	3,93	83,35 ± 5,04	80,20 ± 6,28
AT <sub>п</sub> , мм рт. ст.	1,06	53,06 ± 8,42	52,50 ± 10,60
AT <sub>сг</sub> , мм рт. ст.	3,22	109,88 ± 4,30	106,45 ± 9,62
УОС, мл	-3,01	64,96 ± 6,65	66,98 ± 6,14
ХОК, мл	-18,55	3904,98 ± 763,98	4794,41 ± 653,88
КЭЖ, ум. од.	-15,19	3195,83 ± 748,80	3768,07 ± 822,87
ВіК, ум. од.	251,01	-44,82 ± 22,98	-12,77 ± 10,97
Індекс Робінсона, ум. од.	-14,46	81,57 ± 13,18	95,36 ± 14,82
Індекс Скибинського, ум. од.	96,06	106,35 ± 27,59	54,24 ± 14,64
VO <sub>2</sub> , мл хв <sup>-1</sup>	11,36	441,00 ± 35,47	396,00 ± 36,80
VO <sub>2</sub> · кг <sup>-1</sup> , мл хв <sup>-1</sup> · кг <sup>-1</sup>	-1,87	6,598 ± 0,67	6,724 ± 0,74
SpO <sub>2</sub> , %	0,07	97,79 ± 0,45	97,73 ± 0,55

Даний висновок підтверджується і більш щільним діапазоном варіабельності серцевого ритму, зокрема варіаційного розмаху ( $\Delta X$ ), який характеризує вплив церебральної управляючої ланки на ритм серця у жінок, який знаходиться в діапазоні  $0,42 \pm 0,15$  с (у чоловіків –  $0,58 \pm 0,24$  с) (табл. 20). Тенденцію до більшої централізації мають і показники АМо, схильної до симпатикотонії, зі збереженням вагусної рівноваги. Дані чинники обумовлюють більший вплив симпатичної складової в регуляцію серцевого ритму у жінок, на відміну від чоловіків, у яких парасимпатична регуляція є домінуючою, що і підтверджує індекс напруги (за Р. М. Баєвським), який вказує на схильність до більшого впливу центральних (церебральних) механізмів на регуляцію серцевої діяльності у жінок (табл. 20). Це підтверджує і вегетативний індекс Кердо, який

знаходячись в діапазоні парасимпатичної регуляції серцево-судинної системи, у жінок наблизений до ейтонії ( $-12,77 \pm 10,97$  ум. од.), на відміну від чоловіків, у яких парасимпатична складова має більші значення ознаки ( $-44,82 \pm 22,28$  ум. од.) (табл. 20).

Таблиця 20

**Варіабельність ритму серця у студентів,  
які займаються в групі СПУ з біатлону у базальних умовах**

Метод аналізу	Показник	$\Delta$ , %	Чоловіки	Жінки
Часові параметри	SDNN, мс	20,86	116,03 $\pm$ 37,87	91,83 $\pm$ 20,36
	RMSSD, мс	25,60	108,69 $\pm$ 44,86	80,86 $\pm$ 29,75
	HRV triangular index, ум. од.	10,23	8,31 $\pm$ 2,21	7,46 $\pm$ 1,41
Спектральний аналіз	Very Low Frequency (VLF), мс <sup>2</sup>	38,02	4910,23 $\pm$ 3948,48	3043,59 $\pm$ 1971,06
	Low Frequency (LF), мс <sup>2</sup>	43,81	3488,57 $\pm$ 2462,78	1960,29 $\pm$ 631,47
	High Frequency (HF), мс <sup>2</sup>	36,52	5037,95 $\pm$ 4024,67	3198,24 $\pm$ 2328,68
	Total Power (TP), мс <sup>2</sup>	38,96	13436,75 $\pm$ 9152,64	8202,12 $\pm$ 4357,81
	Very Low Frequency (VLF), %	-2,62	35,49 $\pm$ 11,92	36,42 $\pm$ 12,25
	Low Frequency (LF), %	0,59	28,93 $\pm$ 11,05	28,76 $\pm$ 8,48
	High Frequency (HF), %	2,14	35,58 $\pm$ 10,21	34,82 $\pm$ 11,41
	LF, п. у.	-5,08	43,91 $\pm$ 14,53	46,14 $\pm$ 11,02
	HF, п. у.	3,98	56,09 $\pm$ 14,53	53,86 $\pm$ 11,02
	LF-HF <sup>-1</sup> , ум. од.	7,62	1,05 $\pm$ 0,72	0,97 $\pm$ 0,43
Варіаційна пульсометрія	M, с	18,27	1,04 $\pm$ 0,15	0,85 $\pm$ 0,08
	Mo, с	20,00	1,05 $\pm$ 0,15	0,84 $\pm$ 0,08
	$\Delta$ Mo, %	-13,81	14,41 $\pm$ 3,38	16,40 $\pm$ 3,60
	$X_{\min}$ , с	9,59	0,73 $\pm$ 0,14	0,66 $\pm$ 0,04
	$X_{\max}$ , с	17,56	1,31 $\pm$ 0,24	1,08 $\pm$ 0,19
	$\Delta X$ , с	27,59	0,58 $\pm$ 0,24	0,42 $\pm$ 0,15
	ПН, ум. од.	-37,87	18,47 $\pm$ 12,32	29,73 $\pm$ 14,90

Дана тенденція може вказувати на особливості функціонального стану у жінок в базальних умовах, які детермінують зміщення балансу регуляції серцевого ритму в бік симпатичної, знаходячись в діапазоні впливу парасимпатичної нервової системи. Даний висновок підтверджує спектральний аналіз варіабельності ритму серця, який дозволяє деталізувати співвідношення внеску складових ритмічних скорочень серця та його функціональні резерви. Зокрема, при незначних відмінностях співвідношення внеску високо-, низько- та зверхньохвильової складових у чоловіків та жінок (35,58%/ 28,93%/ 35,49% і 34,82%/ 28,76%/ 36,42% відповідно) загальна потужність спектру (Total power,  $\text{mc}^2$ ) та його складові (HF,  $\text{mc}^2$ ; LF,  $\text{mc}^2$ ; VLF,  $\text{mc}^2$ ) мають істотні відмінності (57,52-77,96%) в залежності від показника (табл. 20). Найбільші відмінності внеску в частотний діапазон має низькохвильова компонента варіабельності серцевого ритму (LF,  $\text{mc}^2$ ), яка відрізняється від аналогічного у чоловіків на 77,96% що, істотно зменшує загальну потужність спектру до 8202,12  $\text{mc}^2$  (табл. 20).

На відміну від жінок, у чоловіків спостерігається відносно високий внесок всіх складових спектру (HF,  $\text{mc}^2$ ; LF,  $\text{mc}^2$ ; VLF,  $\text{mc}^2$ ), що, у свою чергу, обумовлює відповідний рівень потужності спектру (Total Power,  $\text{mc}^2$ ). При цьому коефіцієнт вазосимпатичного балансу ( $\text{LF} \cdot \text{HF}^{-1}$ , ум. од.) знаходиться в межах 0,97-1,05 ум. од. у жінок та чоловіків відповідно, і свідчить про гармонійне співвідношення низько- до високохвильових складових ВСР, притаманного для фізично тренованої людини (табл. 20).

Характерною ознакою жіночого організму є певне зміщення потужності в діапазоні низьких частот (LF, п. у.), і вказує на більшу впливовість симпатичної ланки ВСР ніж у чоловіків. У них спостерігається менша загальна потужність спектру (Total Power,  $\text{mc}^2$ ) при збереженні співвідношення балансу симпатичних та парасимпатичних впливів з домінуванням останніх, не відрізняючись, при цьому, від чоловіків (табл. 20). Слід зазначити, що як у чоловіків, так і жінок при домінуванні парасимпатичної регуляції ВСР спостерігається достатньо висока загальна потужність спектру (13436,75-8202,12  $\text{mc}^2$  відповідно), що може свідчити про домінування вагусної регуляції серцевого ритму, характерного для осіб, що займаються циклічними видами спортивно-педагогічної діяльності, зокрема легкою атлетикою (стайерські види програм), лижні перегони, велоспорт тощо. Так, для даних осіб співвідношення ви-

падкових впливів на пейсмейкерну активність синусового вузла зменшується. При цьому, синоатріальний вузол стає відносно незалежним від морфо- та гемодинамічного впливів. Збільшення ступенів свободи призводить до досягнення функціонального оптимуму при виконанні роботи помірної та великої потужності [168]. І, навпаки, у спортсменів ациклічних видів спорту, для яких є притаманним ситуативний та швидкісно-силовий характер виконання вправ, спостерігається більш істотний взаємозв'язок між показниками варіабельності ритму серця, морфометрією і гемодинамікою [168]. Для даних осіб означена взаємозалежність дозволяє серцю, як функціональній системі, максимально швидко включатись в роботу при реалізації діяльності.

Дана закономірність, обумовлена спрямованістю спортивно-педагогічної діяльності, безпосередньо впливає на характер адаптаційних процесів, забезпечуючи максимальний пристосовний ефект для розширення функціональних резервів організму та досягнення високого рівня успішності самої діяльності.

Виходячи з цього, спрямованість спортивно-педагогічної діяльності є одним з головних факторів, що визначає організацію функції апарату кровообігу, який полягає у принципі пріоритетного структурного забезпечення систем, які домінують в процесі адаптації [16, 168]. Даний принцип передбачає формування специфічних функціональних систем, що забезпечують успішне виконання фізичного навантаження певної спрямованості з рецесивністю можливостей організму при виконанні роботи іншої спрямованості. Аналіз ВРС та взаємозалежностей між показниками ритму серця, респіраторної системи, темпераментальними особливостями особистості в базальних умовах та при проведенні функціональних проб дозволяє надати оцінку фізичного стану студентів-спортсменів, динаміці спортивно-педагогічного процесу і удосконалювати засоби та методи для його оптимізації.

Дослідники, які вивчали закономірності забезпечення тренувального процесу у спортсменів різних кваліфікацій та спеціалізацій, відзначають, що в процесі тренувань загальна потужність спектру (TP) зростає переважно за рахунок збільшення потужності дихальних хвиль (HF компонента). Значні фізичні навантаження за 1-3 тижні до погіршення спортивних результатів призводять до зниження потужності HF і відносного зростання потужності повільних і надповільних коливань (LF і VLF) при ЧСС, що знаходиться в межах брадикардичних значень [5].

При вивченні ритмограми спортсменів циклічних видів спорту аеробної спрямованості було визначено, що наближення до найвищого рівня спортивної форми призводить до зниження амплітуди дихальних хвиль з уповільненням ритму. При тривалих фізичних навантаженнях і при зниженні рівня адаптованості організму спортсменів відзначається зміна типу ритмограми з міграцією від парасимпатичного типу регуляції (домінування HF – компоненти) до гуморального (ерготропного) та симпатичного (домінування LF і VLF-компонент) [168, 169, 171, 172].

Додатковим компонентом впливу на особливості вегетативної регуляції може бути генетично детерміновані чинники, зокрема темпераментальні особливості особистості, які, впливаючи на церебральні структури організму, обумовлюють певні зрушення в регуляції серцевої діяльності [168, 169, 171, 172]. Зокрема, показники як часової, так і частотної області мають схильність до генетичного впливу [329]. З них найбільш сильно пов'язані з генетичним фактором – RMSSD і SDNN [329, 356, 357], які є інтегральними параметрами варіабельності серцевого ритму, величина яких залежить від всіх механізмів його регуляції. На них істотно впливає поліморфізм гену ангіотензин-перетворюючого ферменту (АПФ) [329]. Під генетичним контролем знаходиться також середнє значення RR-інтервалу у спокої [182, 308] і, особливо, стан брадикардії [93]. На параметри частотної області варіабельності серцевого ритму впливає поліморфізм генів, що кодують білки клітинних рецепторів та іонних каналів. Крім того, існує спільний ефект поліморфізму генів адренорецепторів і білка UCP1 на потужність VLF у спокої у гомозигот за UCP1 [355]. Поліморфізм генів кальцієвих каналів впливає на потужність високочастотних компонент VCP [335].

Оскільки нейродинамічні особливості відносяться до «жорстких», генетично детермінованих чинників, які не змінюються під дією чинників зовнішнього та внутрішнього середовища, можна припустити про обумовлюючий вплив темпераменту на особливості варіабельності ритму серця. Зокрема, особливості вищої нервової діяльності, в залежності від фізичної роботи, що виконується, коригуюче діють на характер реактивності та швидкість відновлення кардіореспіраторної системи [222, 224]. Ця передумова дозволяє прогнозувати результат спортивно-педагогічної діяльності на підставі окремих інтегральних показників ВРС та типу темпераменту і, характер зміни показників ВРС від темпераментальних особливостей особистості.

Відмінності у вегетативній регуляції у студентів-біатлоністів обох статей можуть бути пов'язані з характером виконання тренувальних навантажень, зокрема, більшою часткою швидкісно-силових компонентів в спортивно-педагогічній діяльності, що у свою чергу, призводить до зниження загальної потужності спектру при збереженні співвідношення повільно- до швидкохвильової компоненти варіабельності серцевого ритму (HF / LF / VLF, %). Очевидно, це може бути пов'язано з першакним розвитком аеробних можливостей у чоловіків та більшої частки анаеробних вправ у жінок, обумовлених меншою довжиною змагальної дистанції, що детермінує вищезначене співвідношення внеску у ВСР студентів-біатлоністів обох статей.

Зокрема, у жінок, у порівнянні з чоловіками, довжина змагальної дистанції менша в межах 25%, що у свою чергу, скорочуючи стартову та фінальну її складові, обумовлює більшу відносну швидкість пересування. Даний чинник, на нашу думку, детермінує переважність анаеробної складової енергозабезпечення реалізації діяльності при виконанні змагальних і тренувальних вправ у жінок.

Даний висновок підтверджує рівень споживання кисню у жінок та чоловіків, який, при відносно однакових величинах ( $6,598-6,724 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), вказує на більшу фізіологічну «ціну» функціонування організму в базальних умовах (табл. 19). Очевидно, у чоловіків більша економічність діяльності пов'язана з досконалістю тканинної трофіки на відміну від жінок, у яких швидкісно-силовий компонент підсилююче діє на скоротливу функцію серця. Дане ствердження, у свою чергу, підтверджує ударний об'єм крові, який обумовлює підвищений хвилинний об'єм у достатньо високому діапазоні (18,55%). При цьому, коефіцієнт ефективності кровообігу, який характеризує економізацію функцій серцево-судинної діяльності, у жінок значно більший (на 15,19%) ніж у чоловіків (табл. 19).

Наявність домінування дихальних хвиль у чоловіків вказує і індексе Скибинського, який характеризує стійкість організму до гіпоксії. Оскільки при розрахунку індексу, до уваги приймається час затримки дихання на вдосі, який, більшою мірою пов'язаний з мотивацією та здатністю індивіда до прояву вольових зусиль [234] ніж до гіпоксичної стійкості, для розрахунку індексу нами застосовувався результат виконання проби Генчи (затримка дихання на видосі), який найбільш точно відображає стійкість організму до дефіциту кисню. Так, при достатньо

високих значеннях індексу як у жінок, так і у чоловіків (54,24-106,35 ум. од.) останні домінують за трофічним забезпеченням організму в стані відносного спокою (табл. 19). Даний факт вказує на достатньо високий потенціал кардіореспіраторної системи та більшу досконалість у жінок гліколітичних механізмів енергозабезпечення. І, навпаки, у чоловіків досконалість аеробних механізмів енергозабезпечення діяльності значно розширює трофічну функцію організму.

Характер розповсюдження пульсової хвилі незначно відрізняється у студентів обох статей за виключенням її загальної тривалості, яка у жінок менша на 18,17% (табл. 21). При цьому, дане зменшення відбувається за рахунок коротшої дикротичної фази, яка, у свою чергу, детермінує час діастолі серцевого м'яза, оскільки анакротична фаза (систола) відрізняється у студентів обох статей несуттєво (5,64%). Зазначена закономірність може бути пов'язана з характером впливу ЦНС на ритмічні скорочення серця.

Таблиця 21

**Амплітудно-часові параметри пульсової хвилі у студентів, які займаються в групі СПУ з біатлону у базальних умовах**

Показник		Δ, %	Чоловіки	Жінки
Часові	$T_{\text{ДХ}}, \text{с}$	18.17	1.008 ±0.192	0.853 ±0.087
	$T_{\text{ДФ}}, \text{с}$	23.85	0.727 ±0.203	0.587 ±0.120
	$T_{\text{ДФ}}, \text{с}$	5.64	0.281 ±0.049	0.266 ±0.037
	$T_{\text{ДТ}}, \text{с}$	3.76	0.138 ±0.013	0.133 ±0.011
	$T_{\text{ДТ}}, \text{с}$	3.31	0.343 ±0.056	0.332 ±0.054
	$T_{\text{ДТ}}, \text{с}$	27.64	0.665 ±0.207	0.521 ±0.136
	$T_{\text{ДТ}}, \text{с}$	3.02	0.205 ±0.053	0.199 ±0.058
Амплітудні	$A_{\text{ДХ}}, \text{ум. од.}$	-2,65	22,860 ±0,677	23,483 ±1,280
	$A_{\text{ДХ}}, \text{ум. од.}$	-2,89	12,200 ±2,761	12,563 ±4,097
	$A_{\text{ДХ}}, \text{ум. од.}$	-1,71	11,517 ±2,700	11,717 ±4,530
Індекси	ІДХ, ум. од.	1,53	50,566 ±12,386	49,805 ±19,041
	ІВ, %	1,38	64,606 ±9,483	63,726 ±12,368
	ІЖ, м · с <sup>-1</sup>	0,75	9,485 ±2,755	9,414 ±3,283
	ІВХ, с	-10,10	14,182 ±2,307	15,776 ±1,303

Даний висновок дозволяє зробити більш детальний розгляд взаємовпливу параметрів співвідношення центральної і автономної регуляції серцевого ритму з характером реактивності периферичних судин (табл. 22, 23).

Зокрема, загальна потужність спектру (Total Power,  $\text{mc}^2$ ) та його дихальна компонента (HF,  $\text{mc}^2$ ) з високою вірогідністю ( $p \leq 0,01$ ,  $p \leq 0,001$  в залежності від показника) напряду взаємопов'язана з тривалістю дикротичної фази і, в цілому, часом діастолі, що, у свою чергу, обумовлює період вигнання крові з лівого шлуночка в аорту, з правого – в легеневу артерію. При цьому часові параметри анакротичної фази не мають вірогідних взаємозв'язків з показниками варіабельності серцевого ритму (табл. 22, 23).

Подібна тенденція може вказувати на те, що подовжена фаза діастолі обумовлює підвищення загальної потужності спектру (Total power,  $\text{mc}^2$ ) і, зокрема, її дихальної складової (HF,  $\text{mc}^2$ ). Доказом цього є те, що частота імпульсації барорецепторів стінки артерій збільшується при підвищенні середнього артеріального тиску в каротидних синусах і дузі аорти, що призводить до зменшення активності в еферентних симпатичних волокнах і збільшує активність в еферентних парасимпатичних [168].

Таблиця 22

**Взаємозв'язок кардіогемодинамічних показників студентів, які займаються в групі СПУ з біатлону у базальних умовах**

Показник	HF, ум. од.	PWC170, Вт	Часові параметри пульсової хвилі						Амплітудні параметри пульсової хвилі	
			$T_{\text{пр}^{\text{с}}}$	$T_{\text{др}^{\text{с}}}$	$T_{\text{пр}^{\text{с}}}$	$T_{\text{др}^{\text{с}}}$	$T_{\text{др}^{\text{с}}}$	$T_{\text{др}^{\text{с}}}$	$A_{\text{др}^{\text{с}}}$	$A_{\text{др}^{\text{с}}}$
VI I, I ц	-0,064	-0,301	-0,303	-0,240	-0,249	-0,087	-0,267	-0,223	-0,004	0,246
II I, I ц	0,185	-0,294	-0,236	-0,195	-0,160	-0,263	-0,265	-0,159	-0,005	0,172
III I, I ц	-0,304	0,100	0,504*	0,475*	0,091	0,189	0,146	0,451	0,105	-0,064
VI I, $\text{mc}^2$	-0,540*	0,758***	0,671**	0,649**	0,052	0,472*	0,050	0,641**	-0,502*	0,154
II I, $\text{mc}^2$	-0,517*	0,576**	0,429	0,373	0,209	0,308	0,216	0,360	-0,368	-0,132
III I, $\text{mc}^2$	-0,587**	0,619**	0,629**	0,571*	0,206	0,582**	0,191	0,562*	-0,266	0,076
Total Power, $\text{mc}^2$	-0,615**	0,737***	0,669**	0,621**	0,163	0,533*	0,158	0,609**	-0,422	0,068
VI I, $\text{cm}^2$	-0,022	0,113	0,237	0,311	-0,330	-0,142	-0,256	0,300	-0,076	0,316
II I, $\text{cm}^2$	0,089	-0,127	-0,311	-0,322	0,067	-0,324	0,086	-0,326	-0,035	-0,300
III I, $\text{cm}^2$	-0,083	0,023	0,105	0,033	0,299	0,556*	0,190	0,051	0,130	0,001
II II, II ц	0,154	-0,109	-0,318	-0,298	-0,066	-0,504*	0,017	-0,314	0,039	-0,213
III II, II ц	-0,154	0,109	0,318	0,298	0,066	0,504*	-0,017	0,314	-0,039	0,213
II III, III ц	0,146	-0,121	-0,316	-0,320	0,037	-0,460*	0,112	-0,338	-0,029	-0,383
III ум. од.	-	-0,301	-0,572*	-0,625**	0,258	-0,308	0,283	-0,633**	0,736***	-0,354

**Пояснення умовних позначень:**

\* - статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p \leq 0,05$ ;

\*\* - на рівні  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* - на рівні  $p \leq 0,001$ .



Зниження симпатичної активності, у свою чергу, зменшує вазомоторний тонус в резистивних і емісних судинах, сприяє зниженню ЧСС, збільшує час атріовентрикулярної провідності і зменшує скоротливість міокарда [168]. Підвищення активності блукаючого нерва викликає ті ж ефекти, що і зниження симпатичної активності.

Таблиця 23

**Взаємозв'язок кардіогемодинамічних показників студенток, які займаються в групі СПУ з біатлону у базальних умовах**

Показник	ІН, ум. од.	PWC <sub>170</sub> , Вт	Часові параметри пульсової хвилі						Амплітудні параметри пульсової хвилі	
			T <sub>пх</sub> , с	T <sub>фр</sub> , с	T <sub>вп</sub> , с	T <sub>об</sub> , с	T <sub>акст</sub> , с	T <sub>акст'</sub> , с	A <sub>пх</sub> , ум. од.	A <sub>акст</sub> , ум. од.
VLF, Гц	-0,568	0,293	-0,035	-0,023	-0,012	0,333	-0,063	0,000	0,127	0,141
LF, Гц	0,275	-0,234	-0,423	-0,411	0,254	-0,616*	0,330	-0,422	0,104	-0,481
HF, Гц	-0,200	0,343	0,278	0,343	-0,396	-0,086	-0,288	0,305	0,828***	0,645*
VLF, мс <sup>2</sup>	0,244	0,166	0,607*	0,573	-0,312	-0,021	-0,337	0,554	-0,110	0,273
LF, мс <sup>2</sup>	0,071	0,062	0,174	0,008	0,407	0,297	0,315	0,003	0,045	-0,030
HF, мс <sup>2</sup>	0,056	0,192	0,187	0,067	0,253	0,321	0,211	0,051	0,092	0,106
Total Power, мс <sup>2</sup>	0,146	0,187	0,389	0,284	0,068	0,214	0,020	0,266	0,012	0,172
VLF, %	0,383	-0,084	0,326	0,470	-0,681*	-0,460	-0,629*	0,468	-0,235	0,220
LF, %	-0,337	-0,002	-0,402	-0,424	0,344	-0,101	0,379	-0,427	0,377	-0,259
HF, %	-0,173	0,098	-0,055	-0,204	0,512	0,611*	0,423	-0,199	-0,029	-0,047
LFn, п. у.	-0,067	-0,053	-0,135	-0,029	-0,244	-0,500	-0,173	-0,030	0,181	-0,072
HFn, п. у.	0,067	0,053	0,135	0,029	0,244	0,500	0,173	0,030	-0,181	0,072
LF-HF <sup>-1</sup> , ум. од.	-0,102	0,039	-0,073	0,033	-0,288	-0,495	-0,203	0,025	0,317	0,020
ІН, ум. од.	-	-0,698*	-0,547	-0,432	0,009	-0,443	0,11	-0,427	0,223	-0,187

**Пояснення умовних позначень:**

\*- статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p \leq 0,05$ ;

\*\* - на рівні  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* - на рівні  $p \leq 0,001$ .

Протилежні зміни еферентної симпатичної і парасимпатичної активності на зміну артеріального тиску спостерігаються тільки тоді, коли він знаходиться в межах нормального діапазону. У випадку, якщо

артеріальний тиск різко знижується, тонус блукаючого нерва практично зникає. В даному випадку рефлекторна регуляція здійснюється, виключно, за рахунок змін еферентної симпатичної активності. І навпаки, якщо артеріальний тиск різко підвищується, симпатичний тонус повністю пригнічується, а градація рефлекторної регуляції здійснюється тільки за рахунок змін еферентної регуляції вагусу [168].

Вищезазначені закономірності взаємозв'язків ВСР та параметрів пульсової хвилі у жінок мають менший рівень вірогідної значущості ( $p < 0,05$ ), що вказує на відносно меншу впливовість пара-, симпатичної складових регуляції на тонус периферичних судин (табл. 23). Дана закономірність підтверджує наше припущення щодо домінування у чоловіків аеробної складової функціонального забезпечення діяльності на відміну від жінок, у яких дана тенденція проявляється меншою мірою, що, у свою чергу, детермінує схильність до більшої гуморальної (ерготропної) та симпатичної регуляції серцево-судинної діяльності.

У чоловіків, на відміну від жінок, спостерігається достатньо суттєва автономія регуляції трофічної функції, яка зменшує внесок церебральної складової ВСР за рахунок домінування потужності дихальних хвиль (HF,  $\text{mc}^2$ ) (табл. 22). Це підтверджується взаємовпливовістю індексу напруги (за Р. М. Баєвським) та загальною потужністю спектра, який при розгляді значень вказує на те, що підвищена централізація регуляції у студентів знижує внесок, як загальної потужності, так і дихальної складової спектру, зокрема Total Power ( $\text{mc}^2$ ) та HF ( $\text{mc}^2$ ) (табл. 22). При цьому, індекс напруги у студентів обох статей, знаходиться в діапазоні ейтонічних значень (18,47-29,73 ум. од.), у жінок має більшу схильність до симпатикотонії ніж у чоловіків (18,47 ум. од.) (табл. 20).

### **5.5. Фізична працездатність студентів, які спеціалізуються у волейболі, боксі та біатлоні**

Функціонування організму осіб, які займаються фізичною культурою та спортом, прямо залежить від стану серцево-судинної системи, що пов'язано з пристосовними реакціями до великих фізичних навантажень, які полягають у посиленні скоротливої функції серця і протистоянням впливу вагусу на регуляцію серцевого ритму (СР) в стані

спокою [112, 216]. Це призводить до зменшення частоти СР, до збільшення амплітуди і швидкості реакції, а також до зміни періодичної структури ритму [112]. При цьому зниження фізичної працездатності через перевантаження призводить до зворотних змін характеристик СР та тону су периферичних судин, що зменшує надійність організму, яка визначається її резервними потужностями, і характеризується співвідношенням «міра функції/міра субстрату». Зі збільшенням цього співвідношення надійність функціонування організму як біосистеми зростає [9, 216, 235]. Економічність функціонування систем організму, і в першу чергу, кардіо-респіраторної, пов'язана з підвищеними резервними можливостями індивіду при його адаптації до виробничих, природних і соціальних факторів середовища, в тому числі і до спортивно-педагогічної діяльності. При цьому, вегетативні функції виступають в якості виконавчих ланок функціональної системи забезпечення цієї діяльності [216, 235]. У зв'язку з цим, метою даного дослідження, яка базується на гіпотезі, що у випадках максимального впливу вагусу і симпатикусу можливе досягнення стабілізації варіабельності серцевого ритму на тлі вираженої бради- і тахікардії, є вивчення взаємозв'язку фізичної працездатності студентів, які спеціалізуються у біатлоні, боксі, волейболі з характеристиками СР та тону су периферичних судин при навантаженні і періоди реституції.

Аналізуючи результати виконання субмаксимальної проби  $PWC_{170}$  в цілому, можна стверджувати: у студентів-біатлоністів спостерігається значне превалювання відносних значень ( $22,29 \pm 2,76$  ум. од.), розрахованих на 1 кг маси тіла ( $PWC_{170} \cdot \text{кг}^{-1}$ ,  $\text{кг} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), на відміну від студентів інших спеціалізацій, у яких значення показника становить  $17,48 \pm 2,78$  ум. од. і  $18,10 \pm 2,83$  ум. од. у боксерів і волейболістів відповідно (табл. 24).

При цьому відносно високий рівень фізичної працездатності у студентів-біатлоністів забезпечується розширеними киснево-транспортними можливостями організму. Так, у біатлоністів,  $\text{ХОД} = 68960,0$  мл,  $\text{VO}_2 = 7275,0$  мл і складає 11% від об'єму повітря, що вдихав спортсмен протягом 1 хв, тоді як у боксерів та волейболістів даний показник становить 16,6% та 16,2% відповідно, що свідчить про відносно високий рівень аеробних можливостей циклічного виду спортивно-педагогічної діяльності (дод. 15).

**Результати виконання проби PWC<sub>170</sub> студентами,  
які займаються в різних групах СПУ**

Показник	Біатлон	Бокс	Волейбол	Δ, %			
				Біатлон – Бокс	Біатлон – Волейбол	Бокс – Волейбол	
Маса тіла, кг	67,30 ±5,65	64,90 ±7,90	85,00 ±7,89	-3,57	26,30	30,97	
N <sub>I</sub>	Вт	98,55 ±5,37	76,54 ±21,21	126,07 ±13,16	-22,33	27,93	64,71
	кГ·м·хв <sup>-1</sup>	602,53 ±32,83	467,97 ±129,66	770,82 ±80,43			
N <sub>II</sub>	Вт	195,40 ±11,76	157,17 ±18,39	202,56 ±25,43	-19,56	3,66	28,87
	кГ·м·хв <sup>-1</sup>	1194,68 ±71,90	960,96 ±112,41	1238,42 ±155,49			
Γ <sub>0</sub> , ск·хв <sup>-1</sup>	59,71 ±8,72	65,28 ±9,04	65,96 ±6,51	9,33	10,47	1,04	
Γ <sub>1</sub> , ск·хв <sup>-1</sup>	108,80 ±9,24	114,32 ±11,91	120,30 ±10,35	5,07	10,57	5,24	
Γ <sub>2</sub> , ск·хв <sup>-1</sup>	150,14 ±14,40	157,12 ±7,11	153,79 ±10,04	4,65	2,43	-2,12	
PWC <sub>170</sub> , кГ·м·хв <sup>-1</sup>	1507,65 ±211,62	1130,40 ±194,50	1543,76 ±300,71	-25,02	2,39	36,57	
PWC <sub>170</sub> , кГ·м·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	22,29 ±2,76	17,48 ±2,87	18,10 ±2,83	-21,58	-18,81	3,52	
Варт <sub>10с</sub> /пульс, Вт(сек·хв <sup>-1</sup> ) <sup>-1</sup>	1,302 ±0,061	1,001 ±0,152	1,318 ±0,084	-23,14	1,20	31,67	
Варт <sub>мін</sub> , Втхв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	2,903 ±0,125	2,422 ±0,116	2,383 ±0,132	-16,59	-17,92	-1,60	
Варт <sub>мін</sub> /пульс, Вт(сек·хв <sup>-1</sup> ) <sup>-1</sup>	0,019 ±0,003	0,015 ±0,004	0,015 ±0,004	-20,29	-19,87	0,53	
Ппульсова вартість роботи, ск·хв <sup>-1</sup>	90,43 ±1,65	91,84 ±2,31	87,83 ±4,68	1,56	-2,88	-4,37	

**Пояснення умовних позначень:**

N<sub>I</sub> – потужність I-го навантаження;

N<sub>II</sub> – потужність II-го навантаження;

Γ<sub>0</sub> – ЧСС в базальних умовах;

Γ<sub>1</sub> – ЧСС в останні 30 с I-го навантаження;

Γ<sub>2</sub> – ЧСС в останні 30 с II-го навантаження.

Визначення відносних значень  $VO_2$ , розрахованих на 1 кг маси, (дод. 15) підтверджують дану тенденцію, що свідчить про відносно високий рівень аеробних можливостей та економізації функцій забезпечення діяльності циклічного виду спортивно-педагогічної діяльності. При цьому, об'єм повітря, що вдихається, у біатлоністів та волейболістів забезпечується, більшою мірою дихальним об'ємом, тоді як у боксерів – за рахунок частоти дихання (дод. 15).

При незначних відмінностях показників, що характеризують серцевий ритм (дод. 15), а саме М, АМо, варіаційний розмах ( $\Delta X$ ) у біатлоністів спостерігаються нижчі значення індексу напруги ( $668,98 \pm 98,07$  ум. од.) на відміну від боксерів ( $804,20 \pm 84,10$  ум. од.) і волейболістів ( $943,78 \pm 67,36$  ум. од.), при незначному кисневому борзі у боксерів та волейболістів, на що вказує показник сатурації крові киснем ( $SpO_2$ ). При цьому звертає на себе факт високого пульсового тиску у біатлоністів, на відміну від студентів інших груп СПУ, що обумовлено відносно високими значеннями  $AT_{max}$ , і в свою чергу, детермінує високі значення УОС, ХОК,  $AT_{CT}$ , КЕК та індексу Робінсона. Характерно, що дана тенденція простежується як, безпосередньо, після навантаження, так і в періоди реституції після I-го та II-го навантажень, зокрема, після I-го навантаження  $AT_{II}$  становив  $71,2 \pm 16,92$  мм рт. ст. ( $66,59 \pm 12,76$  і  $70,0 \pm 12,56$  мм рт. ст. у боксерів та волейболістів відповідно), через 2,5 хв відновлення –  $56,8 \pm 10,4$  мм рт. ст. ( $50,36 \pm 7,67$  і  $51,15 \pm 8,56$  мм рт. ст.), після II-го навантаження –  $104,5 \pm 24,70$  мм рт. ст. ( $76,67 \pm 16,32$  і  $85,73 \pm 20,37$  мм рт. ст.), через 7 хв відновлення після виконання проби  $PWC_{170}$  –  $57,0 \pm 10,10$  мм рт. ст. ( $51,71 \pm 9,54$  і  $57,11 \pm 11,67$  мм рт. ст.) і обумовлено, перш за все, високим  $AT_{сисг}$  –  $159,7$  і  $187,0$  мм. рт. ст. після I-го та II-го навантажень;  $144,4$  і  $145,0$  мм рт. ст. в періоди реституції (дод. 14, 15).

При цьому індекси, що характеризують діяльність серцево-судинної системи ( $AT_{CT}$ , КЕК, індекс Робінсона) у студентів досліджуваних груп СПУ відрізняються несуттєво, на відміну від вегетативного індексу Кердо, який характеризує баланс пара-, симпатичної регуляції серцево-судинної діяльності. Так, після I навантаження значення індексу вказують на симпатичну регуляцію серцево-судинної діяльності у студентів досліджуваних груп СПУ. При цьому, цей показник у біатлоністів менший від боксерів (на 36,8%) і від волейболістів (на 26,9%) (дод. 14).

Через 3 хв після I-го навантаження і 7-12 хв після закінчення вико-

нання проби баланс зміщується у бік парасимпатичної регуляції, що особливо чітко проявляється в період реституції після I-го навантаження. Парасимпатична регуляція серцево-судинної діяльності зберігається у біатлоністів і через 7 хв після II-го навантаження, тоді як у боксерів та волейболістів домінує симпатична. Про даний факт свідчить і вегетативна регуляція серцевого ритму, зокрема часові складові, та спектральний аналіз ВСР. Так, показники SDNN (мс), RMSSD (мс),  $NN_{50}$  (ум. од.),  $PNN_{50}$  (%), HRV triangular index (ум. од.) демонструють відносно вищий рівень домінування парасимпатичної регуляції у діапазоні 21,74-63,82% в залежності від показника (табл. 25).

Таблиця 25

**Варіабельність ритму серця у студентів, які займаються в різних групах СПУ у фазу реституції після виконання  $PWC_{170}$**

Показники		Біатлон	Бокс	Волейбол
		M±m	M±m	M±m
Часові параметри	STD RR, мс	56,26±26,09	46,73±21,14	35,31±14,52
	RMSSD, мс	61,54±26,54	44,86±18,21	36,46±9,99
	$NN_{50}$ , ум. од.	57,20±29,60	31,33±23,26	22,37±18,08
	$pNN_{50}$ , %	28,22±15,57	16,34±12,85	11,59±9,33
Спектральний аналіз	HRV triangular index, ум. од.	10,60±4,58	7,36±2,36	6,32±2,27
	Total Power (TP), мс <sup>2</sup>	3816,43±3909,72	2588,74±2311,71	1351,03±1181,92
	Very Low Frequency (VLF), %	18,44±7,06	23,95±11,03	25,00±12,68
	Low Frequency (LF), %	32,16±9,45	42,28±13,59	30,78±10,24
	High Frequency (HF), %	49,40±11,35	33,76±14,73	44,22±15,97
	$LF \cdot HF^{-1}$ , ум. од.	0,76±0,04	1,25±0,03	0,70±0,04

При цьому високохвильова компонента регуляції є домінуючою, тоді як у боксерів і волейболістів – низько- та зверхнизькі діапазони представлені більшими значеннями співвідношень. Абсолютні значення співвідношення середніх величин низькочастотного та високочастотного компонент ВСР ( $LF \cdot HF^{-1}$ , ум. од.), що характеризує вираженість судинної до дихальної синусової аритмії серця, при цьому знаходяться в межах 0,736±0,04 – у біатлоністів, 1,04±0,04 – у волейболістів і 1,25±0,03 – у боксерів, і вказує на більший баланс парасимпатичної регуляції у біатлоністів і волейболістів на відміну від боксерів, у яких баланс ВСР має симпатичну вираженість (табл. 25)

Аналіз кореляційних взаємозалежностей між показниками, що вивчаються, вказує на вірогідну пряму залежність між показником споживання кисню та тривалістю анакротичної фази пульсової хвилі ( $p \geq 0,01$ ), тривалістю систолічної фази серцевого циклу ( $p \geq 0,05$ ) та між індексом жорсткості судин ( $p \geq 0,05$ ), тобто, чим еластичніші судини, тим більше споживання кисню ( $VO_2$ , мл), і, навпаки, ригідність судин обумовлює знижений рівень споживання  $O_2$  (табл. 27). Оскільки показник  $VO_2$  обумовлює і максимльне споживання кисню (МСК), можна стверджувати про можливість прогнозування МСК, як критерія функціональних можливостей організму (за показником  $VO_2$ ).

Підтвердженням даного припущення є аналіз кореляційних взаємозв'язків між довжиною тіла, параметрами регуляції серцевого ритму, амплітудними і часовими параметрами пульсової хвилі, які відображають ударний об'єм крові при серцевому викиді (анакротична фаза), тонусі судин (дикротична фаза), тривалість серцевого циклу (табл. 26). Характер пульсової хвилі залежить від еластичності судинної стінки, ЧСС, ширини просвіту судин. При цьому, частота та тривалість пульсових хвиль залежить від особливостей роботи серця, а їх величина – від стану судинної стінки [183].

Так, у волейболістів, на відміну від студентів інших груп СПУ, спостерігається досить високий кореляційний взаємозв'язок ( $p \geq 0,05-0,01$ ) довжини тіла з часом відбиття пульсової хвилі ( $r=0,493$ ,  $p \geq 0,01$ ), амплітудою інцизури ( $r=-0,452$ ,  $p \geq 0,01$ ), індексом дикротичної хвилі ( $r=-0,481$ ,  $p \geq 0,01$ ) та індексом відбиття ( $r=-0,404$ ,  $p \geq 0,05$ ), тобто чим більша довжина тіла – тим менші амплітудні значення індексів і, відповідно, еластичніша судинна стінка (табл. 26). Це вказує на те, що для високорослих студентів-волейболістів характерним є більший інтервал проходження пульсової хвилі, менша амплітуда інцизури, менші індекси дикротичної хвилі та відбиття і, в цілому, свідчить про наявність високого ударного об'єму серця при порівняно нижчих значеннях ригідності судин. При цьому, для них характерним є високий рівень зверхницькоритмічної (VLF, %), низький рівень високоритмічної регуляції ВСР (HF, %), співвідношення LF/HF ( $LF \cdot HF^{-1}$ , ум. од.) (табл. 25).

**Взаємозалежність довжини тіла з кардіогемодинамічними показниками студентів, які займаються в різних групах СПУ**

Показник	Біатлон	Бокс	Волейбол
$T_{\text{ДХ}}$ , с	0,208	0,162	0,493**
$A_r$ , ум. од.	-0,092	-0,198	-0,452*
$A_{\text{ЛХ}}$ , ум. од.	-0,073	-0,220	-0,481**
IB, %	-0,109	-0,062	-0,404*
Very Low Frequency (VLF), Гц	-0,464**	-0,190	-0,397*
Very Low Frequency (VLF), мс <sup>2</sup>	-0,107	-0,016	0,385*
Very Low Frequency (VLF), %	0,160	-0,024	0,450*
Low Frequency (LF), %	-0,060	0,264	-0,132
High Frequency (HF), %	-0,111	-0,243	-0,426*
LF HF <sup>-1</sup> , ум. од.	0,023	0,361*	0,392*

**Пояснення умовних позначень:**

\*- статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p < 0,05$ ;

\*\* - на рівні  $p < 0,01$ ; \*\*\* - на рівні  $p < 0,001$ .

Зрозуміло, що для волейболістів при виконанні технічного прийому є необхідність максимально швидкого скорочення м'язів в ускладнених умовах діяльності (при виконанні техніко-тактичних прийомів з м'ячем в опорному та безопорному положенні за вертикальною віссю) і вимагає від судин максимально швидкого коливання тонусу, що може бути забезпечено максимальною вихідною еластичністю їх стінки. У біатлоністів та боксерів подібні взаємозв'язки є незначимими, що вказує на відсутність впливу гравітаційної складової на судинний тонус [74, 205, 207].

Крім того, у волейболістів спостерігається високозначущий прямий взаємозв'язок довжини тіла з зверхниськохвильовою ( $p < 0,05$ ) та зворотній з високохвильовою ( $p < 0,05$ ) компонентами регуляції серцевого ритму, зареєстрованого у базальних умовах, що в даному випадку свідчить про наявність у студентів-волейболістів з більшою довжиною тіла зверхниськоамплітудної регуляції (VLF) і, навпаки,



з меншою довжиною – високохвильової (дихальної) (HF) (табл. 26). Подібний факт може свідчити про превалювання у низькорослих волейболістів, в переважній більшості гравців лінії оборони, аеробної складової, яка сприяє метрономізації дихання і, в свою чергу, збільшує високохвильову компоненту регуляції діяльності серця. На відміну від низькорослих, високорослі гравці виконують вправи з домінуванням анаеробного режиму енергозабезпечення, у переважній більшості при виконанні стрибків за вертикальною віссю, що стимулює організм до мобілізації зверхнизькоамплітудної складової серцевої регуляції.

Низький рівень ригідності судин, у поєднанні з симпатичним типом вегетативної регуляції, є компенсаторним механізмом здійснення професійної діяльності і характеризує, на наш погляд, оптимальний пристосовний ефект організму до фізичних навантажень, відображаючи характер адаптаційних змін серцево-судинної системи до специфічних навантажень різноспрямованої дії та модальності. На відміну від даного висновку поєднання парасимпатичної регуляції з високою еластичністю може свідчити про несприятливий характер реакції серцево-судинної системи, зокрема, високий рівень еластичності судин у поєднанні з парасимпатичним типом вегетативної регуляції є ознакою виникнення серцево-судинної недостатності при стресовому фізичному навантаженні [286].

Дана передумова передбачає тезу щодо розробки діапазонів норми, зокрема у волейболі – для гравців різних амплуа, у боксі – у відповідності до вагової категорії, біатлоні – стилю, характеру виконання техніко-тактичних дій.

Цілком природньо, що зі збільшенням довжини кінцівки збільшується час проходження пульсової хвилі по судинах, зокрема верхніх кінцівок, що і обумовлює відносно високий рівень ригідності судин для підтримання належного АТ. При цьому симпатична та парасимпатична ланки вегетативної нервової системи повинні забезпечити оптимальний баланс регуляції серцевої діяльності. Очевидно, що забезпечення оптимального пристосовного ефекту у студентів досягається відносно низькою ригідністю судин при незначній централізації регуляції серцевої діяльності (схильність балансу до симпатичної регуляції ВСР). Подібну

тенденцію підтверджує відсутність взаємозв'язку індексу напруги (за Р. М. Басвським) з параметрами пульсової хвилі, а саме: у волейболістів спостерігаються незначущі кореляційні взаємозв'язки ІН з амплітудними та часовими параметрами пульсової хвилі, на відміну від студентів інших груп СПУ (табл. 27).

В більшості випадків у студентів-біатлоністів та боксерів ІН негативно пов'язаний з часовими параметрами пульсової хвилі, що вказує на парасимпатичну регуляцію ВСР, який, в свою чергу обумовлює зниження ригідності судин у боксерів і біатлоністів на відміну від волейболістів, у яких регуляція тонуусу здійснюється на нижчому, рецепторному рівні регуляції судинного тонуусу – баро-, хеморефлекторному [318].

Подібна тенденція, як зазначалось раніше, може вказувати на характер забезпечення виконання швидко-силових вправ, які є домінуючими у волейболі, а саме: швидке скорочення м'язових груп при виконанні стрибків за вертикальною віссю реалізується за максимально короткий проміжок часу, що вимагає належної трофіки тканин в складних умовах діяльності при статодинамічному характері виконання вправ. При цьому, централізація регуляції тонуусу судин стає другорядною і починає домінувати периферична, зокрема підсистема м'язи-судини («м'язовий насос») на рівні спинномозкових сегментів (баро- та хеморефлекторна складові). Подібний висновок підтверджує факт незначної кількості значущих взаємозв'язків між амплітудно-часовими параметрами пульсової хвилі і часовими показниками ВСР у волейболістів на відміну від біатлоністів та боксерів. Так, кількість значущих взаємозв'язків у біатлоністів та боксерів коливається в межах 32-38%, тоді як у волейболістів взаємопов'язаними є 15% показників (дод. 16). Подібне припущення підтверджує і характер взаємозв'язків абсолютної величини  $PWC_{170}$  ( $\text{кгм}\cdot\text{хв}^{-1}$ ) з серцево-судинною регуляцією виконання проби (дод. 16).

**Взаємозалежність кардіогемодинамічних показників з результатами виконання проби PWC<sub>170</sub> студентами, які займаються в різних групах СПУ**

Показники	Біатлон			Бокс			Волейбол		
	ІН, ум. од.	SpO <sub>2</sub> , %	VO <sub>2</sub> , мл	ІН, ум. од.	SpO <sub>2</sub> , %	VO <sub>2</sub> , мл	ІН, ум. од.	SpO <sub>2</sub> , %	VO <sub>2</sub> , мл
VO <sub>2</sub> , мл	0,196	0,316	-	0,112	0,469**	-	0,098	0,520**	-
PWC <sub>170</sub> , кгМ хв <sup>-1</sup>	-0,252	-0,546*	-0,081	-0,576***	0,337	-0,481**	-0,122	-0,240	-0,503**
PWC <sub>170</sub> , кгМ хв <sup>-1</sup> · кг <sup>-1</sup>	-0,301	-0,506*	-0,056	-0,476**	0,082	-0,469**	-0,036	-0,110	-0,521**
T <sub>11х</sub> , с	-0,572**	-0,133	-0,026	-0,503**	0,410*	-0,045	-0,188	0,181	-0,101
T <sub>12х</sub> , с	-0,625***	-0,104	-0,151	-0,426*	0,364*	-0,236	-0,290	0,068	-0,128
T <sub>20х</sub> , с	0,258	-0,116	0,540*	-0,387*	0,240	0,119	0,171	0,168	0,136
T <sub>21х</sub> , с	-0,308	-0,479*	0,094	-0,287	-0,145	0,136	0,256	0,043	0,124
T <sub>30х</sub> , с	0,283	-0,070	0,468*	-0,375*	0,244	0,126	0,201	0,169	0,169
T <sub>31х</sub> , с	-0,633***	-0,111	-0,149	-0,451**	0,379*	-0,123	-0,293	0,053	-0,222
T <sub>11х</sub> , с	0,407	0,065	0,509*	-0,296	0,318	0,412*	-0,038	0,285	0,398*
A <sub>11х</sub> , ум. од.	0,736***	0,039	0,281	0,403*	-0,537**	0,369*	0,151	0,056	0,408*
A <sub>12х</sub> , ум. од.	-0,354	-0,097	-0,625**	0,221	-0,439**	-0,463**	0,064	0,018	-0,445**
A <sub>1</sub> , ум. од.	-0,428*	-0,122	-0,513*	-0,018	-0,166	-0,419*	-0,069	0,017	-0,436*
ЦДХ, ум. од.	-0,494**	-0,116	-0,518*	-0,070	-0,073	-0,444*	-0,074	0,012	-0,465*
ІВ, %	-0,551**	-0,055	-0,591*	-0,194	0,010	-0,403*	-0,004	-0,043	-0,388*
ДЖ, м·с <sup>-1</sup>	-0,437*	-0,078	-0,455*	0,129	-0,154	-0,388*	0,027	-0,269	-0,399*
ІВХ, с	0,461*	-0,156	0,083	0,499**	-0,469**	0,112	0,371	0,007	0,087

**Пояснення умовних позначень:** \* - статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p \leq 0,05$ ; \*\* - на рівні  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* - на рівні  $p \leq 0,001$ .

Так, у волейболістів відсутні значущі взаємозв'язки між результатом виконання проби та параметрами, що відображають ВСР та судинний тонус, на відміну від боксерів та біатлоністів, у яких результат виконання проби напряму пов'язаний з мобілізацією регуляції серцево-судинної діяльності, при чому у боксерів дана залежність проявляється в більшій мірі ніж у біатлоністів (дод. 16). На нашу думку, подібний характер взаємозв'язків вказує на те, що серцево-судинна система у студентів-волейболістів в стані спокою не відображає характер готовності

до виконання функціональної проби, на відміну від боксерів та біатлоністів, у яких, за результатами визначення даних ознак, дозволяє рівень фізичної працездатності. Це, насамперед, пов'язано зі значним розвитком м'язових груп нижніх кінцівок у волейболістів, які здатні виконувати фізичні навантаження без активної мобілізації серцево-судинної системи, тоді як у біатлоністів та боксерів існує пряма регуляція реалізації трофічної функції з боку серцево-судинної системи [206, 207]. На наш погляд, дана тенденція пов'язана з характером мобілізації регуляторних механізмів організму в певних умовах діяльності і може оцінюватись як механізми забезпечення специфічної діяльності в певних умовах її реалізації.

### **5.5.1. Фізична працездатність студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з волейболу**

В результаті виконання двоступеневої велоергометричної проби  $PWC_{170}$ , у студентів-волейболістів спостерігаються особливості функціонального забезпечення діяльності, характерного для спортсменів ігрових видів спорту. Так, абсолютні значення виконання проби коливаються в межах  $1287,25-1700 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{хв}^{-1}$  в залежності від ігрового амплуа. При цьому найбільші значення зафіксовані у зв'язуючих та центральних блокуючих гравців ( $1680,33-1700,70 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{хв}^{-1}$ ), найменші – у ліберо та діагональних ( $1287,25-1419,20 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{хв}^{-1}$ ) (табл. 28).

Враховуючи вплив антропометричних показників на результативність виконання проби, нами були розраховані відносні значення даної ознаки у відповідності до маси тіла досліджуваних ( $PWC_{170}\cdot\text{кг}^{-1}$ ), які відокремлюють особливості ігрового амплуа, обумовлених, певним чином, рівнем фізичного стану та характером ігрової діяльності. Відповідно, найбільші значення як абсолютних, так і відносних показників даної ознаки мають і зв'язуючі ( $20,20\pm 3,57 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ ), центральні блокуючі ( $19,11\pm 2,10 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ ) і крайні нападники ( $18,56\pm 4,83 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ ), що вказує на достатньо високий рівень фізичної працездатності, який забезпечує ігрову діяльність, характерний для осіб, які мають високий рівень аеробних можливостей. І, навпаки, найнижчий рівень цих можливостей притаманний для діагональних гравців та ліберо ( $15,76-16,12 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$  відповідно) (табл. 28).

**Результати виконання проби PWC<sub>170</sub> студентами,  
які займаються в групі СПУ з волейболу**

Показник		Ліберо	Центральні блокуючі	Зв'язуючі гравці	Крайні нападники	Діагональні нападники
N <sub>1</sub>	Вт	125,33 ±9,81	133,25 ±4,50	124,75 ±12,95	122,18 ±22,89	130,40 ±23,34
	кГМ·хв <sup>-1</sup>	766,29 ±60,01	814,69 ±27,51	762,72 ±79,15	747,02 ±139,95	797,27 ±142,71
N <sub>2</sub>	Вт	177,00 ±20,66	207,00 ±15,79	207,50 ±34,66	196,73 ±31,98	223,20 ±47,19
	кГМ·хв <sup>-1</sup>	1082,18 ±126,34	1265,60 ±96,54	1268,66 ±211,88	1202,79 ±195,52	1364,60 ±288,54
f <sub>1</sub> , ск·хв <sup>-1</sup>		131,58 ±11,91	114,63 ±13,81	119,05 ±8,44	121,97 ±12,92	115,42 ±13,08
f <sub>2</sub> , ск·хв <sup>-1</sup>		158,14 ±14,02	145,16 ±12,50	147,71 ±10,94	152,68 ±13,29	165,38 ±9,47
PWC <sub>170</sub>	кГМ·хв <sup>-1</sup>	1287,25 ±302,54	1700,70 ±296,43	1680,33 ±391,80	1563,61 ±468,07	1419,20 ±277,63
	Вт	210,54 ±49,48	278,17 ±48,48	274,83 ±64,08	255,74 ±76,56	232,12 ±45,41
PWC <sub>170</sub> <sup>0</sup> кГМ·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		16,12 ±3,65	19,11 ±2,10	20,20 ±3,57	18,56 ±4,83	15,76 ±1,22
Ватт/пульс, Вт·ск·хв <sup>-1</sup>		1,112 ±0,12	0,918 ±0,03	1,405 ±0,11	0,800 ±0,04	0,789 ±0,06
Пульсова вартість роботи, ск·хв <sup>-1</sup>		96,57 ±4,68	81,93 ±3,11	76,81 ±1,24	84,47 ±1,16	103,50 ±0,98

*Пояснення умовних позначень:*

N<sub>1</sub> – потужність I-го навантаження;

N<sub>2</sub> – потужність II-го навантаження;

f<sub>1</sub> – ЧСС після I-го навантаження;

f<sub>2</sub> – ЧСС після II-го навантаження

Очевидно, дана закономірність може бути обумовлена характером ігрових дій, притаманних гравцям того або іншого ігрового амплуа, які розглядалися вище. Незважаючи на превалювання швидкісно-силового компоненту забезпечення діяльності центральних блокуючих та зв'язуючих, гравці даних амплуа мають найвищий рівень PWC<sub>170</sub>·кг<sup>-1</sup>, що пояснюється субмаксимальним характером виконання проби на рівні ПАНО.

**Функціональний стан серцево-судинної системи у студентів,  
які займаються в групі СПУ з волейболу**

Показники	Стан визначення	Ліберо	Центральні блокуючі	Зв'язуючі гравці	Крайні нападники	Діагональні нападники
ЧСС, ск. · хв. <sup>-1</sup>	Базальні умови	61,57 ±11,24	63,23 ±4,19	70,90 ±6,90	68,21 ±7,02	61,88 ±9,77
АТ <sub>серед.</sub> , мм рт. ст.	Базальні умови	130,67 ±5,69	135,25 ±2,06	120,50 ±5,20	124,64 ±7,61	137,00 ±11,64
	Після II-го навантаження	178,67 ±18,88	196,50 ±24,20	160,50 ±4,36	180,55 ±31,27	169,50 ±33,91
	Через 7 хв після II-го навантаження	136,33 ±10,79	159,00 ±22,26	138,50 ±7,14	146,64 ±17,09	145,00 ±21,46
АТ <sub>нижн.</sub> , мм рт. ст.	Базальні умови	80,00 ±6,93	87,50 ±9,29	78,25 ±8,30	78,91 ±5,74	86,60 ±6,19
	Після II-го навантаження	88,33 ±2,52	97,75 ±16,88	88,75 ±14,52	94,64 ±7,94	86,75 ±10,21
	Через 7 хв після II-го навантаження	84,67 ±3,79	93,50 ±8,06	86,00 ±3,74	89,82 ±9,91	87,00 ±10,72
АТ <sub>горт.</sub> , мм рт. ст.	Базальні умови	50,67 ±4,93	47,75 ±7,68	42,25 ±3,95	45,73 ±6,57	50,40 ±9,13
	Через 7 хв після II-го навантаження	90,33 ±17,56	98,75 ±17,58	71,75 ±15,20	85,91 ±27,88	82,75 ±39,83
	Після II-го навантаження	51,67 ±10,50	65,50 ±20,95	52,50 ±9,68	56,82 ±10,77	58,00 ±21,60
АТ <sub>суг.</sub> , мм рт. ст.	Базальні умови	105,33 ±5,84	111,38 ±5,53	99,38 ±6,64	101,77 ±5,88	111,80 ±8,13
	Після II-го навантаження	133,50 ±10,21	147,13 ±18,92	124,63 ±7,56	137,59 ±18,06	128,13 ±15,18
	Через 7 хв після II-го навантаження	110,50 ±6,14	126,25 ±13,05	112,25 ±3,01	118,23 ±12,89	116,00 ±13,08
УОС, мл	Базальні умови	65,33 ±5,95	59,38 ±9,39	62,18 ±6,78	63,52 ±5,30	61,24 ±5,52
	Після II-го навантаження	79,93 ±8,72	79,35 ±14,28	67,48 ±15,30	73,80 ±13,33	76,85 ±23,48
	Через 7 хв після II-го навантаження	62,80 ±3,04	65,28 ±11,89	59,50 ±11,38	62,15 ±6,51	64,26 ±13,43
ХОК, мл	Базальні умови	4066,46 ±1125,80	3763,90 ±723,96	4397,43 ±508,31	4310,92 ±367,51	3763,70 ±502,59
	Після II-го навантаження	12504,24 ±470,52	11195,00 ±2305,70	9745,12 ±1487,59	11049,00 ±2296,66	12662,00 ±4445,00
	Через 7 хв після II-го навантаження	5850,06 ±1084,80	5465,50 ±860,05	5723,75 ±1007,84	5814,36 ±1151,52	6509,50 ±1677,70
ВіК, ум. од.	Базальні умови	-33,91 ±32,62	-39,12 ±19,88	-10,91 ±14,26	-16,60 ±12,95	-41,78 ±15,90
	Після II-го навантаження	43,53 ±5,81	30,75 ±10,20	39,60 ±5,28	36,13 ±8,86	46,84 ±7,08
	Через 7 хв після II-го навантаження	6,72 ±19,80	-11,59 ±14,33	10,50 ±11,97	0,95 ±24,62	12,92 ±13,86

Результативність виконання проби і характер економізації функцій при її здійсненні детермінується, на нашу думку, швидкісно-силовими можливостями м'язових груп нижніх кінцівок та функціональними можливостями серцево-судинної системи, що їх забезпечують, оскільки висока працездатність м'язів нижніх кінцівок не свідчить про аналогічність для верхніх, м'язів тулуба та навпаки [144, 264, 266, 267].

Підставою для даного висновку є відповідність ЧСС у процесі виконання  $PWC_{170}$  потужності роботи (Вт), яка характеризує економічність серцево-судинної системи під час навантаження, а саме: для вищевизначених гравців (зв'язуючих, центральних блокуючих, ліберо) характерним є найвищі значення даної ознаки ( $0,918-1,405 \text{ Вт}\cdot\text{ск}\cdot\text{хв}^{-1}$ ) на відміну від крайніх нападників та діагональних, у яких коливання показника знаходиться в діапазоні  $0,789-0,800 \text{ Вт}\cdot\text{ск}\cdot\text{хв}^{-1}$  (табл. 28, 29).

Очевидно, робота у статичних положеннях не призводить до істотної позитивної динаміки в підвищенні фізичної працездатності у крайніх нападників та діагональних, що проявляється у меншій економізації функцій організму при виконанні фізичних навантажень субмаксимальної потужності.

При цьому показник ХОК, який детермінує трофічне забезпечення виконання проби  $PWC_{170}$ , не залежить від ігрового амплуа і знаходиться в діапазоні  $9745,12-12662,00 \text{ мл}$  (табл. 29). Крім того, ліберо, зв'язуючі і центральні блокуючі гравці мають різну довжину тіла ( $180,93 \text{ см}$ ,  $189,63 \text{ см}$ ,  $200,10 \text{ см}$  відповідно), нівелюючи тим самим її вплив як детермінанти його поверхні і вказує на відсутність залежності між функціональними можливостями серцево-судинної системи і тотальними розмірами тіла.

У фазу реституції після закінчення проби  $PWC_{170}$  відбувається різнопланове зміщення регуляції СР. Так, в стані відносного спокою у студентів-волейболістів переважає вплив центрального контуру за рахунок активності вазомоторного центру (LF, %) та гуморальної ланки (VLF, %) ВСР, які є домінуючими при рецесії парасимпатичної ланки регуляції (табл. 30).

Через 7 хв після проби відбувається інверсія спектральних потужностей за рахунок збільшення високохвильової компоненти (HF, %) (табл. 30). При цьому найбільші зміни спостерігаються у гравців всіх амплуа за виключенням ліберо, у яких у фазу реституції параметри ВСР відновлюється до вихідного стану (табл. 30). Подібна тенденція підтверджується і співвідношенням домінування активності симпатичного

нерва до вагусу, а саме: у ліберо недовідновлення даної ознаки становить 11,6%, тоді як у гравців інших амплуа співвідношення залишається низьким і знаходиться в діапазоні 30,7-72,8%.

Таблиця 30

**Вегетативна регуляції серцевого ритму у студентів,  
які займаються в групі СПУ з волейболу**

Показники	Стан визначення	Ліберо	Центральні блокуючі	Зв'язуючі гравці	Крайні нападники	Діагональні нападники
Very Low Frequency (VLF), мс <sup>2</sup>	Базальні умови	1593,44 ±803,60	2092,74 ±370,38	639,28 ±353,35	1478,64 ±1101,01	2533,15 ±2566,38
	Через 7 хв після II-го навантаження	1191,77 ±888,09	439,01 ±344,67	149,34 ±146,90	370,07 ±308,67	69,09 ±49,99
Low Frequency (LF), мс <sup>2</sup>	Базальні умови	1927,02 ±669,75	1829,95 ±483,43	1420,90 ±1131,49	1484,19 ±772,14	1563,09 ±968,28
	Через 7 хв після II-го навантаження	1588,90 ±935,87	309,71 ±158,39	241,04 ±230,42	580,45 ±657,20	81,41 ±39,16
High Frequency (HF), мс <sup>2</sup>	Базальні умови	1398,99 ±659,31	667,27 ±213,01	852,48 ±459,08	831,68 ±357,82	708,85 ±452,80
	Через 7 хв після II-го навантаження	1112,69 ±416,43	412,91 ±300,57	654,66 ±624,10	386,04 ±212,08	103,30 ±30,00
Total Power (TP), мс <sup>2</sup>	Базальні умови	4919,45 ±1857,70	4589,96 ±423,20	2912,66 ±1943,92	3794,51 ±2017,30	4805,09 ±3832,34
	Через 7 хв після II-го навантаження	3893,35 ±2240,40	1161,62 ±761,54	1045,04 ±1001,43	1336,56 ±1008,30	253,79 ±90,32
	% відновлення	79,15	35,88	25,31	5,29	35,23
Very Low Frequency (VLF), %	Базальні умови	31,29 ±10,13	45,21 ±6,67	25,28 ±5,01	35,22 ±9,41	39,78 ±16,37
	Через 7 хв після II-го навантаження	27,64 ±13,05	32,89 ±9,34	14,30 ±6,80	25,83 ±15,17	23,85 ±10,35
Low Frequency (LF), %	Базальні умови	39,95 ±3,64	40,17 ±10,92	42,83 ±11,80	40,30 ±7,52	38,12 ±11,60
	Через 7 хв після II-го навантаження	40,31 ±8,66	30,85 ±7,39	25,26 ±6,89	29,88 ±13,88	31,40 ±4,41
High Frequency (HF), %	Базальні умови	28,76 ±6,49	14,62 ±5,37	31,89 ±11,31	24,48 ±6,96	22,10 ±9,36
	Через 7 хв після II-го навантаження	32,05 ±5,40	36,26 ±10,16	60,44 ±11,82	44,28 ±19,43	44,75 ±14,76
LF·HF <sup>-1</sup> , ум. од	Базальні умови	1,46 ±0,24	3,51 ±1,69	1,69 ±0,71	1,89 ±0,66	2,13 ±0,97
	Через 7 хв після II-го навантаження	1,29 ±0,30	0,97 ±0,45	0,46 ±0,20	1,31 ±1,18	0,83 ±0,35
	% відновлення	88,4	27,2	27,6	38,4	69,3



Аналогічним чином недовідновленим залишається сумарний абсолютний рівень активності регуляторних систем (Total Power,  $\text{mc}^2$ ), який у гравців лінії оборони знаходиться на рівні 1336,56-3893,35  $\text{mc}^2$  (74,69-94,71%) (табл. 30). На подібний факт вказують науковці, що вивчали залежність ВСР від виду спортивної діяльності. Так, О. А. Бутова виявила, що в мобілізації резервних можливостей осіб з різною спрямованістю тренувального процесу є принципово різні регуляторні механізми, а саме: для швидкісно-силових видів притаманним є домінування центрального контурів регуляції СР на відміну від спортсменів, що займаються циклічними видами спорту з аеробним типом енергозабезпечення, у яких автономний контур є домінуючим [40, 63].

Н. В. Іванова вказує, що активність регуляторних механізмів, які забезпечують локальне та загальне пристосування судинної системи до зміни ударного та хвилинного об'ємів крові, як детермінанти низькохвильової компоненти (LF), нижче у спортсменів ігрових видів діяльності. Крім того, автор відзначає у них вірогідно вищу церебральну ерготропну активність, що характеризує вплив вегетативних центрів на серцево-судинний підкорковий центр (VLF) [97].

### **5.5.2. Фізична працездатність студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу**

Особи, які займаються фізичною культурою та спортом, характеризуються достатньо високим функціональним потенціалом організму, як за силою і потужністю м'язових скорочень, швидкісно-силовими, координаційним здібностями, витривалості, так і за рівнем можливостей систем енергозабезпечення роботи, потужності кардіореспіраторної системи, ефективності утилізації кисню і інших принципово важливих для того чи іншого виду спортивно-педагогічної діяльності функцій [178, 225]. Дана особливість досить виразно проявляється у ситуативних видах спортивно-педагогічної діяльності, до яких відносяться єдиноборства, які реалізуються в умовах невизначеності при її високій інтенсивності. В таких видах спорту для характеристики фізичної підготовленості застосовуються біологічні показники потужності і ємності аеробного і анаеробної систем енергозабезпечення, системи дихання, кровообігу, киснево-транспортної систем тощо [64, 178, 225]. Аналогічні підходи застосовуються і у

багатьох інших видах спорту, де необхідність диференціації компонентів фізичної працездатності вимагає широкого використання фізіологічних характеристик органів, функцій і систем, можливості яких безпосередньо або опосередковано формує фізичну підготовленість [64, 176, 225, 226].

Величина кисневого боргу і швидкість його ліквідації, яка визначається потужністю окислювальних процесів, вказує на те, що чим більше споживання кисню в роботі, тим менше величина накопичення кисневого боргу і тим вище швидкість його ліквідації. У боксерському поєдинку це, очевидно, буде відбуватися під час відносного спаду темпу бою, головним чином в інтервалах відпочинку між раундами. Виходячи з цього, чим вище у боксера здатність до споживання кисню, що проявляються як в роботі, так і в період реституції, тим менше рівень утворення робочого кисневого боргу і тим вище швидкість його ліквідації у фазу відновлення, тобто боксер з високим рівнем аеробного обміну починатиме черговий раунд з більшими потенційними можливостями організму [114]. Виходячи з цього, визначення максимальних аеробних можливостей студентів-боксерів є інтегральними для визначення успішності реалізації діяльності.

Виконання функціональної проби  $PWC_{170}$  студентами-боксерами викликає зміни, що відображають характер спортивно-педагогічної діяльності та специфіку проведення двобою в залежності від вагової категорії. Зокрема, після виконання функціональної проби  $PWC_{170}$  у студентів-боксерів різних вагових категорій тенденція щодо регуляції кардіореспіраторної функції в базальних умовах зберігається. Так, при однакових значеннях результатів виконання проби ( $14,23-18,92 \text{ кг}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ ), які розраховувались у відповідності до відносних значень ( $PWC_{170}$ ,  $\text{кг}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ ), 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 зберігається (табл. 16, 17, 31, 32).

Так, у «легковаговиків» респіраторна функція реалізується за рахунок частоти дихальних рухів, на відміну від студентів-боксерів важких вагових категорій, у яких глибина дихання є домінуючою. Частота серцевих скорочень, як детермінанта «ціни» виконаної роботи, знаходиться у діапазоні  $151-162,20 \text{ ск}\cdot\text{хв}^{-1}$  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%) (дод. 18).

Таблиця 31

**Результати виконання проби PWC<sub>170</sub> студентами, які займаються в групі СПУ з боксу**

Показник	Δ, %	М 46-69 кг	Вагова категорія						М 69-91 кг
			«Легковаговики»			«Важковаговики»			
			46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	
N <sub>1</sub> Вт	-44,19	62,91	50,78 ±3,16	67,29 ±3,82	70,67 ±15,11	91,19 ±8,52	114,00 ±0,00	133,00 ±2,00	112,73
		384,64	310,46 ±19,32	411,41 ±23,34	432,06 ±92,39	557,51 ±52,08	697,00 ±0,00	813,16 ±12,23	
N <sub>2</sub> Вт	-13,00	152,60	141,00 ±20,00	147,79 ±14,12	169,00 ±9,33	166,69 ±20,49	180,00 ±8,00	179,50 ±8,50	175,40
		932,98	862,07 ±122,28	903,59 ±86,35	1033,27 ±57,06	1019,11 ±125,25	1100,52 ±48,91	1097,46 ±51,97	
f <sub>1</sub> , ск.·хв <sup>-1</sup>	-11,81	108,75	108,71 ±11,31	112,99 ±6,52	104,54 ±7,55	119,95 ±16,28	120,04 ±2,18	129,95 ±3,03	123,31
f <sub>2</sub> , ск.·хв <sup>-1</sup>	0,27	157,12	161,37 ±6,33	158,57 ±2,65	151,42 ±2,29	152,56 ±11,61	155,34 ±2,55	162,20 ±9,68	156,70
PWC <sub>170</sub> кгМ·хв <sup>-1</sup>	-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 <sub>170</sub> кгМ·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	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

**Пояснення умовних позначень:**

N<sub>1</sub> – потужність I-го навантаження;

N<sub>2</sub> – потужність II-го навантаження;

f<sub>1</sub> – ЧСС після I-го навантаження;

f<sub>2</sub> – ЧСС після II-го навантаження

Вегетативний індекс Кердо, який характеризує співвідношення пара-, симпатичної регуляції серцево-судинної діяльності у студен-

тів-боксерів різних вагових категорій, має достатньо високу схильність до симпатикотонії (42,92-45,46 ум. од.). Ударний та хвилинний об'єм крові, як і КЕК, не залежить від вагової категорії і знаходиться у діапазоні 71,43-90,53 та 10745,39-147721,97 ум. од. відповідно. Дана тенденція вказує на однакове трофічне забезпечення виконання фізичних навантажень студентами-боксерами, і не залежить від вагової категорії (дод. 17, 18).

Підтвердженням цього є достатньо високі значення індексу централізації регуляторних механізмів діяльності серця (за Р. М. Баєвським), який демонструє достатньо високі значення індексу 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.) (дод. 18). Оскільки II навантаження виконується, головним чином, у субмаксимальному режимі, дана реакція серцево-судинної системи є достатньо прогнозованою. Як і вказувалось раніше [210], для «легковаговиків» притаманним є атакуючий характер ведення двообою 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. Так, у всіх студентів 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<sup>-1</sup>), тоді як глибина дихання – на 57,4% (1000,00-1656,00 мл). Індекс централізації (за Р. М. Баєвським) 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, в більшій мірі, реалізується за рахунок ритмічності серцевих скорочень (АМо), ніж у відповідності до варіаційного розмаху ( $\Delta X$ ), середньої тривалості кардіоінтервалів (М) та значень моди (Мо) (дод. 17, 18).

Вегетативний індекс Кердо, який характеризує вегетативну регуляцію серцево-судинної діяльності, поступово знижується і наближається

до вихідних значень, залишаючись при цьому в межах симпатичного балансу регуляції. Так, у базальних умовах значення індексу знаходиться в діапазоні -11,62-44,04 ум. од. (ваготонія), після навантаження баланс зміщується в бік симпатикотонії – +37,43 – +49,30 ум. од.; у фазі реституції – +4,12- + 21,00 ум. од. (дод. 17). В цілому, недовідновлення становить 28,7%, що вказує на низькі аеробні можливості студентів-боксерів. Дана тенденція є цілком прогнозованою, оскільки потенціал боксера, більшою мірою, реалізується в анаеробних умовах, аеробний же характер вправ є неспецифічним як для боксу, так і для єдиноборств в цілому, у відповідності до домінування швидкісно-силового компоненту змальної діяльності.

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 у стані відносного спокою та в період реституції через 7-12 хв після проби  $PWC_{170}$  (табл. 32). Так, якщо у базальних умовах внесок низькохвильової 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. 32).

Співвідношення як до, так і після навантаження у 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  $ms^2$ , співвідношення LF/HF при цьому знаходиться у низькохвильовому діапазоні (28,52-49,70/23,01-24,94 %), а це свідчить про низьку адаптацію регуляції серцевої діяльності студентів-боксерів важких категорій до субмаксимального навантаження (табл. 32).

**Вегетативна регуляція серцевого ритму у студентів, які займаються в групі СПУ з боксу у базальних умовах і фазу реституції після проби PWC<sub>170</sub>**

Показник	Стан визначення	Δ, %	М 46-69 кг	Вагова категорія						М 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, мс <sup>2</sup>	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
	Після проби PWC <sub>170</sub>	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
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
	Після проби PWC <sub>170</sub>	-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
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
	Після проби PWC <sub>170</sub>	-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
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
	Після проби PWC <sub>170</sub>	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

Визначення кисневого боргу ( $\Delta SpO_2$ , %), який має залежність від вагової категорії і відображає різницю між кисневим запитом та можливостями його утилізації, підтверджує особливості енергозабезпечення роботи, а саме: у фазу реституції після виконання проби PWC<sub>170</sub> у студентів-боксерів легких категорій дефіцит  $O_2$  зменшується на 0,22-0,75%, та 0,11-0,22% у «важковаговиків» (табл. 32). При цьому у найлегшій ваговій категорії (46-56 кг)  $SpO_2$  перевищила значення показника, зареєстрованого в базальних умовах на 0,3% (дод. 17).

Оскільки проба PWC<sub>170</sub> виконується, головним чином, у субмаксимальному режимі, притаманному для боксерів-легковаговиків та є неспецифічною для «важковаговиків», цілком логічно, що недовідновлення трофічної (кисневої) функції у студентів-боксерів важких категорій обумовлено низькими функціональними можливостями організму до

навантажень гліколітичного режиму енергозабезпечення. І, навпаки, в субмаксимальному режимі роботи киснево-транспортна система крові належним чином забезпечує організм  $O_2$ , в період реституції відбувається повне відновлення кисневого дефіциту.

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. Індекс централізації (за Р. М. Баєвським) залишається недовідновленим у порівнянні з результатами виконання проби, зберігаючи більшу схильність до домінування у «важковаговиків» балансу симпатикотонії. При цьому співвідношення низько- до високохвильової компоненти ВСР (LF) вказує на домінування симпатичної регуляції серцево-судинної діяльності студентів-боксерів всіх вагових категорій. Характерним є те, що у студентів-боксерів найважчих вагових категорій спостерігається достатньо низький сумарний абсолютний рівень активності регуляторних систем, співвідношення LF/HF знаходиться у низькохвильовому діапазоні, що свідчить про низьку адаптацію регуляції серцевої діяльності студентів-боксерів важких категорій до субмаксимального навантаження (дод. 17).

Кисневий борг ( $\Delta SpO_2$ , %), який має залежність від вагової категорії і відображає різницю між кисневим запитом та можливостями його утилізації підтверджує особливості енергозабезпечення роботи, а саме: у фазу реституції після виконання проби  $PWC_{170}$  у студентів-боксерів легких категорій дефіцит  $O_2$  зменшується на 0,22-0,75%, та 0,11-0,22% у важковаговиків (дод. 17). Оскільки проба  $PWC_{170}$  виконується, головним чином, в субмаксимальному режимі, притаманному для боксерів-легковаговиків та є неспецифічною для «важковаговиків», цілком логічно, що недовідновлення трофічної (кисневої) функції у студентів-боксерів важких категорій обумовлено низькими функціональними можливостями організму до навантажень гліколітичного режиму енергозабезпечення. І, навпаки, в субмаксимальному режимі роботи киснево-транспортна система крові належним чином забезпечує організм  $O_2$ , в період реституції відбувається істотніше відновлення кисневого забезпечення.

### 5.5.2.1. Спеціальна фізична працездатність студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу

Спортивно-педагогічне удосконалення студентів, які спеціалізуються у боксі, обумовлене поєднанням і оптимізацією функціонування механізмів енергозабезпечення з реалізацією складних завдань підвищення техніко-тактичної майстерності, психофізіологічної адаптації, набуття і оволодіння відповідними професійними вміннями та навичками. Дана передумова забезпечення процесу підготовки студентів є необхідною для подальшої освітньої, навчально-виховної і інших видів педагогічної діяльності [218].

Успішне впровадження та реалізація даних комплексних завдань можливо, виключно, на основі оптимізації процесу спортивно-педагогічного удосконалення, що передбачає визначення засобів та методів, які забезпечують ефективний вплив на фактори, що обумовлюють спеціальну підготовку студента-боксера, зокрема на механізми енергозабезпечення роботи, які складають основу спеціальної фізичної працездатності [214].

Бокс, який відноситься до ситуаційних, ациклічних видів спортивно-педагогічної діяльності, яка здійснюється в умовах високого рівня ліміту часу, з необхідністю приймати відповідне рішення при швидкій зміні обставин [114]. Досягнення результату відбувається завдяки протидії активного опору супротивника. Рухова діяльність, більшою мірою, обумовлена швидкісно-силовою та динамічною роботою змінної потужності. Від розвитку як анаеробних (креатинфосфатних, гліколітичних), так і аеробних механізмів енергозабезпечення діяльності залежить ефективність проведення двобою [113].

При цьому рівень аеробних механізмів ресинтезу АТФ значно збільшується від другого-третього раундів. Дана особливість енергозабезпечення напряму залежить від ефективності функціонування кардіореспіраторної системи організму. Всі фізичні навантаження залежать від характеру та спрямованості зміни гомеостазису розділяють на групи, що відображають спеціальні форми фізичної підготовленості боксерів [113]:

1. Вправи, потужність яких не перевищує порогу анаеробного обміну. Ці навантаження повністю забезпечуються енергією за рахунок аеробних процесів.



2. Вправи змішаної аеробно-анаеробної спрямованості, які, в свою чергу, диференціюються на підгрупи:

а) субкритичні, які не перевищують критичної потужності. Вправи цієї зони забезпечуються енергією, у переважній більшості, за рахунок аеробних процесів з певною реалізацією анаеробних. Збільшення потужності роботи в межах цієї зони супроводжується посиленням як аеробних, так і анаеробних процесів;

б) надкритичні, потужність яких перевищує максимальну. Вправи реалізуються за рахунок максимального посилення аеробного обміну при домінуванні гліколізу. Посилення потужності у цій зоні забезпечується енергією виключно за рахунок анаеробного гліколізу. У найбільш інтенсивних вправах (у зв'язку з їх короткочасністю) аеробні процеси не досягають максимального рівня реалізації.

3. Вправи максимальної анаеробної потужності, що виконуються з максимальною інтенсивністю в алактатному та гліколітичному режимах ресинтезу АТФ. Домінуючими енергетичними субстратами є креатинфосфат і глікоген з поступовим включенням останнього у процес енергозабезпечення через 5-10 с від початку роботи з відповідною інтенсивністю. У більшості випадків реалізується при здійсненні активних атакуючих дій, спрямованих на швидку перемогу над супротивником [114, 214].

Достатньо високого значення в боксі, у відповідності до структури діяльності, набуває точність і швидкість переробки інформації, стійкість до переключення уваги, оперативне мислення, здатність диференціювати м'язові зусилля за динамічними характеристиками. Швидка зміна обставин поєдинку, можливість отримання тяжких тілесних ушкоджень, необхідність маскування психоемоційного стану призводить до додаткового напруження систем організму [173, 215, 222, 224, 234].

Особливого значення в спортивно-педагогічній діяльності боксерів набуває витривалість, як критерій успішності діяльності протягом усього двобою.

На відміну від циклічних видів спорту, у яких результат оцінюється в одиницях виміру СІ (секунди, метри, кілограми тощо) в боксі, як і у всіх єдиноборствах, надати оцінку фізичної підготовленості достатньо складно у зв'язку з взаємовиключаючою обставиною характеру діяльності – ациклічністю вправ. Для вирішення даної проблеми застосовується, перш за все, щільність рухових дій, яка полягає у підрахунку бойових прийомів за

певний час, тривалість виконання однієї бойової дії, її ефективність [114]. Разом з тим, методи та об'єкти контролю, що застосовуються в єдиноборствах і боксі зокрема, на даний час є недостатньо розробленими, не уніфіковані, в більшості випадків є такими, що не відповідають спеціальним метрологічним вимогам [114]. Вирішення даної проблеми стало можливим завдяки застосуванню спеціального вимірювального обладнання, зокрема, ударних ергометрів різного ступеня складності та спрямованості, що дозволяють у визначеному діапазоні точності визначити кількісні характеристики спортивно-педагогічної діяльності боксерів [114, 240].

Науковці, які вивчали дане питання, вказують на те, що тести, спрямовані на визначення рівня фізичної підготовленості осіб, які займаються окремими видами спортивно-педагогічної діяльності, повинні відповідати таким вимогам [37, 124, 240]:

1) мати високий взаємозв'язок зі спортивним результатом та його похідними;

1) викликати певні функціональні реакції організму спортсмена, що відповідають рівню змагального навантаження;

2) інформація, що реєструється під час дослідження, повинна бути зручною для подальшого аналізу та інтерпретації;

2) не вимагати багато часу і надавати термінову інформацію;

3) не викликати негативного ставлення досліджуваних.

Необхідно зазначити, що добір тестів повинен врахувати наступні положення: теоретичний аналіз об'єкта та предмета дослідження; підбір відповідних тестів, які відображають об'єкт/предмет, що вивчається; процес тестування і багатомірний статистичний аналіз результатів [70]. При цьому оптимальний рівень функціональної готовності систем організму спортсменів у швидкісно-силових видах спорту, зокрема у боксі, може бути визначений на підставі дослідження реалізації енергетичного потенціалу у процесі виконання спеціалізованої роботи.

Енергетичні критерії підготовленості, у відповідності до їх фізіологічної значущості і розмірності параметрів, підрозділяють на три групи [59]:

а) потужності, що надає можливість оцінити швидкість вивільнення енергетичних субстратів за рахунок різних джерел забезпечення;

б) ємності, що надає можливість визначити загальну кількість енергії, яка вивільняється при аеробних і анаеробних процесах;

в) ефективності, що надає можливість в уніфікованих одиницях виміру надати оцінку механічної або метаболічної продуктивності виконання фізичних вправ.

При цьому, педагогічним критерієм оцінки рівня розвитку спеціальних швидкісно-силових якостей є максимальна потужність, яку може реалізувати індивідуум в специфічних для певного виду спортивно-педагогічної діяльності навантаженнях.

При систематизації спеціальних засобів боксера за їх спрямованістю науковці базуються на постулаті, що різні механізми енергозабезпечення мають різний ступінь специфічності. Анаеробні процеси найбільшою мірою реалізуються в тих видах м'язової роботи, в яких спортсмен має спеціалізовану підготовку. Аеробні процеси, які детермінуються як внутрішньом'язовими, так і фізіологічними чинниками (серцева продуктивність, капіляризація м'язів і органів тощо), мають меншу специфічність і можуть удосконалюватися за допомогою як спеціальної, так і інших видів м'язової роботи, зокрема загальнорозвиваючих вправ [60].

Виходячи з цього, біоенергетику боксерського двобою забезпечують три енергетичні компоненти фізичної працездатності: алактатний анаеробний (креатинфосфатний), гліколітичний анаеробний та аеробний [60]. При цьому, автори вважають що перші два компоненти переважно відображають рівень спеціальної фізичної працездатності у даному виді спорту, а аеробний є порівняно менш специфічним у зв'язку з домінуванням швидкісно-силового характеру дій [114, 232, 240]. Разом з тим, не слід виключати з вивчення та аналізу функціональні можливості організму при реалізації довготривалих фізичних навантажень аеробної спрямованості, оскільки величина кисневого боргу і швидкість його ліквідації, яка детермінується окислювальними процесами, вказує на те, що чим більше споживання кисню в роботі, тим менші величини кисневого боргу і тим більша швидкість його усунення. У боксерському двобої це може відбуватись під час відносного зменшення інтенсивності двобою і, насамперед, в інтервалах між раундами. При цьому, чим вище у боксера можливості до споживання кисню при виконанні фізичної роботи і в періоди реституції, тим менший рівень утворення кисневого боргу і тим вища швидкість його ліквідації після виконання роботи. Це дає можливість зробити висновок, що боксер з вищим рівнем аеробного обміну починатиме наступний раунд з більшими потенційними можливостями організму [114, 231, 232].

Слід зазначити, що існує фізіологічна закономірність в енергетичному забезпеченні фізичної роботи, а саме: можливості організму людини до споживання великої кількості кисню позитивно впливає і на накопичення значних величин кисневого боргу [231]. Дане ствердження вказує на те, що високий рівень аеробних можливостей індивідууму дозволяє виконати більшу роботу в анаеробних умовах. Крім того, має місце і взаємовпливовість даних енергетичних процесів, тобто удосконалення аеробного метаболізму сприяє оптимізації анаеробних механізмів ресинтезу АТФ [56, 58, 114, 312].

Результатом взаємообумовленості і поєднання даних чинників є відокремлення двох загальних фізичних якостей студента-боксера – швидкісно-силові і витривалість, рівень сформованості і особливості поєднання яких, у свою чергу, визначає досягнення в спортивно-педагогічній діяльності [214].

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. 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 досліджуваній повинен виконувати максимальну кількість ударів з максимальним зусиллям протягом 10 с; гліколітичної – при виконанні ударів з частотою та зусиллям, що відповідає 75-85 % від максимального протягом 45 с; аеробна – виконання ударів з частотою та зусиллям, що складає 50% від максимуму протягом 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, але 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 і 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<sup>-1</sup>), середня відносна сила кожного удару ((загальний тоннаж за певний час роботи  $\times$  маса тіла<sup>-1</sup>)  $\times$  кількість ударів<sup>-1</sup>), потужність роботи в тесті за 1 с на 1 кг ваги спортсмена ( $\dot{W}_{10}$ ,  $\text{кГ}\cdot\text{с}^{-1}$ ;  $\dot{W}_{45}$ ,  $\text{кГ}\cdot\text{с}^{-1}$ ;  $\dot{W}_{180}$ ,  $\text{кГ}\cdot\text{с}^{-1}$ ) при виконанні відповідного виду роботи [240].

Крім того, відповідно до методики, нами визначалось співвідношення потужність/«ціна» роботи як еквівалент економічності виконаної роботи. 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 [9, 10, 98, 218, 235]. Економічність функціонування систем організму, і в першу чергу, кардіо-респіраторної, пов'язана з підвищеними резервними можливостями індивіда при його адаптації до виробничих, природних і соціальних факторів середовища, в тому числі і до спортивно-педагогічної діяльності. Інтегральним показником надійності більшість дослідників [11, 88, 98, 324, 344] розглядають величину МСК, що характеризує здатність індивіда виконувати тривалу роботу малої і середньої інтенсивності. Такий підхід цілком логічний і закономірний, у зв'язку з тим, що більшість навантажень у процесі життєдіяльності людини реалізується саме в аеробному режимі. Разом з тим, у спортивно-педагогічній діяльності студент-боксер повинен реалізовувати вправи максимальної і субмаксимальної потужності. Дана передумова обумовлює необхідність оцінки не тільки аеробного, а й креатинінфосфатного і гліколітичного механізмів енергозабезпечення [218, 234, 264, 265].

Так, при виконанні різнопланових навантажень, що відрізняються часом та інтенсивністю, відбувається поступове зменшення частоти нанесення ударів при збільшенні відносної сили одиночних ударів, розрахованих до маси тіла студента (табл. 33).

**Спеціальна фізична працездатність студентів,  
які займаються в групі СПУ з боксу**

Вид роботи	Показник	Δ, %	Вагова категорія							
			«Літковаговиків»				«Важковаговиків»			
			M <sub>до-69 кг</sub>	46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	M <sub>пів-91 кг</sub>
Адаптаційна робота	Абсолютний тоннаж, кг	-1,80	2892,32	2402,13 ±72,29	2838,17 ±108,22	3436,67 ±89,11	3233,38 ±38,03	2696,00 ±18,00	2907,00 ±15,00	2945,46
	Відносний тоннаж, ум. од.	22,34	47,15	44,48 ±0,31	45,73 ±0,64	51,24 ±0,74	45,69 ±0,68	35,13 ±0,54	34,81 ±0,32	38,54
	Відносна сила удару (F <sub>макс.</sub> ), кг	33,27	1,049	1,059 ±0,091	1,035 ±0,061	1,053 ±0,080	0,954 ±0,034	0,817 ±0,028	0,622 ±0,022	0,787
	Кількість ударів	-8,21	44,94	42,00 ±3,00	44,17 ±2,11	48,67 ±2,44	47,88 ±3,16	43,00 ±1,00	56,00 ±0,89	48,96
	Кількість ударів × с <sup>-1</sup>	-8,21	4,494	4,200 ±0,021	4,417 ±0,068	4,867 ±0,034	4,788 ±0,036	4,300 ±0,064	5,600 ±0,054	4,896
	W <sub>шс</sub> , кг·с <sup>-1</sup>	30,75	4,71	4,40 ±0,17	4,57 ±0,73	5,16 ±0,11	4,67 ±0,49	3,51 ±0,23	2,63 ±0,88	3,60
	W <sub>шс</sub> × ЧСС <sup>-1</sup> , ум. од.	9,21	0,0344	0,030 ±0,002	0,035 ±0,003	0,038 ±0,001	0,037 ±0,006	0,026 ±0,004	0,031 ±0,002	0,032
Глибинітчна робота	Абсолютний тоннаж, кг	-4,57	9375,50	7720,18 ±240,71	9560,00 ±442,00	10846,33 ±249,89	10412,00 ±252,25	9976,50 ±294,50	9085,00 ±368,09	9824,50
	Відносний тоннаж, ум. од.	18,87	152,91	142,97 ±1,68	154,03 ±1,02	161,72 ±2,22	147,11 ±1,64	129,99 ±1,58	108,80 ±1,33	128,63
	Відносна сила удару (F <sub>макс.</sub> ), кг	15,20	0,942	0,972 ±0,041	0,966 ±0,054	0,897 ±0,055	0,874 ±0,036	0,869 ±0,033	0,706 ±0,028	0,818
	Кількість ударів	3,19	162,31	147,11 ±2,88	159,50 ±7,83	180,33 ±2,56	168,38 ±6,38	149,50 ±3,50	154,00 ±23,10	157,29
	Кількість ударів × с <sup>-1</sup>	3,19	3,607	3,269 ±0,061	3,544 ±0,036	4,007 ±0,065	3,742 ±0,054	3,322 ±0,055	3,422 ±0,056	3,495
	W <sub>шс</sub> , кг·с <sup>-1</sup>	25,41	15,25	14,03 ±1,10	15,41 ±1,08	16,29 ±1,96	15,28 ±2,57	12,99 ±1,74	8,21 ±1,74	12,16
	W <sub>шс</sub> × ЧСС <sup>-1</sup> , ум. од.	2,64	0,0934	0,084 ±0,009	0,093 ±0,004	0,103 ±0,008	0,097 ±0,007	0,085 ±0,004	0,092 ±0,002	0,091
Аеробна робота	Абсолютний тоннаж, кг	19,93	21397,65	19152,78 ±6070,20	17613,50 ±7093,33	27426,67 ±5282,89	20555,83 ±3651,44	14556,50 ±1209,50	18414,00 ±984,63	17842,11
	Відносний тоннаж (F <sub>макс.</sub> ), ум. од.	49,50	349,14	354,68 ±6,02	283,78 ±5,09	408,95 ±5,66	290,44 ±3,28	189,66 ±4,68	220,53 ±2,32	233,54
	Відносна сила удару (F <sub>макс.</sub> ), кг	7,73	0,742	0,847 ±0,023	0,660 ±0,035	0,726 ±0,066	0,895 ±0,078	0,581 ±0,065	0,603 ±0,038	0,689
	Кількість ударів	38,77	470,52	418,56 ±4,19	430,00 ±8,67	563,00 ±11,67	324,67 ±5,00	326,50 ±6,50	366,00 ±3,68	339,06
	Кількість ударів × с <sup>-1</sup>	38,77	2,614	2,325 ±0,091	2,389 ±0,088	3,128 ±0,035	1,804 ±0,067	1,814 ±0,038	2,033 ±0,022	1,884
	W <sub>шс</sub> , кг·с <sup>-1</sup>	90,68	34,90	35,14 ±1,12	28,40 ±2,48	41,16 ±1,10	19,31 ±1,03	18,96 ±1,51	16,64 ±1,55	18,30
	W <sub>шс</sub> × ЧСС <sup>-1</sup> , ум. од.	83,33	0,205	0,201 ±0,018	0,168 ±0,015	0,247 ±0,020	0,131 ±0,006	0,111 ±0,006	0,094 ±0,004	0,112
Час між ударами (t <sub>сер</sub> )	t <sub>сер10</sub> , мс	6,93	295,90	300,00 ±5,88	317,02 ±6,49	270,67 ±4,15	310,22 ±10,38	280,04 ±2,71	239,90 ±7,18	276,72
	t <sub>сер5</sub> , мс	-6,95	360,81	410,00 ±10,78	362,70 ±6,10	309,73 ±9,05	403,29 ±13,20	404,74 ±10,10	355,20 ±8,13	387,74
	t <sub>сер100</sub> , мс	-20,87	492,46	549,15 ±6,19	511,60 ±8,78	416,62 ±10,32	625,18 ±4,00	643,69 ±9,53	598,10 ±6,54	622,32

Дана закономірність відображає характер виконання роботи та її енергетичне забезпечення: максимальна робота виконується у креатинфосфатному (алакгатному) режимі енергозабезпечення, субмаксимальна (лактатна) – гліколітичному, аеробна – при низькому кисневому борзі за рахунок жирних кислот.

При цьому об'єм виконаної роботи напряму залежить від вагової категорії і груп студентів-боксерів, які диференціюються за підгрупами «легковаговиків» та «важковаговиків».

Зокрема, при відносно однаковій кількості нанесених ударів у процесі виконання максимальної роботи (44,94-48,96) спостерігається поступовий її спад в залежності від навантаження при збільшенні сили ударів (табл. 33).

Відмінною є динаміка змін інтенсивності і сили ударів при збільшенні та тривалості у залежності від вагової категорії, а саме: «легковаговики» виконують значно більший об'єм роботи (на 18,87-49,50%) на відміну від «важковаговиків». Дана закономірність простежується як за частотою, так і тоннажем та силою, розрахованих у відповідності до маси тіла. Так, якщо у «легковаговиків» кількість нанесених ударів становить 44,94; 152,91; 470,52 за 10, 45, 180 с відповідно, то у «важковаговиків» – 48,96; 128,63; 233,54. Відносний тоннаж (на 1 кг маси тіла) виконаної роботи відповідно більший у студентів легких вагових категорій і відрізняється на 18,87-49,60% (табл. 33).

При цьому, якщо у «важковаговиків» відносна сила одиночного удару знаходиться у достатньо вузькому діапазоні змін (0,67-0,81 ум. од.), то у «легковаговиків» поступово знижується в залежності від інтенсивності виконуваної роботи (1,05; 0,94; 0,74 ум. од. за 10, 45, 180 с відповідно). Звертає на себе факт достатньо однорідної сили одиночного удару при здійсненні креатинфосфатної і гліколітичної роботи і її різкий спад при виконанні аеробної на 21,3% і 17,3% у «легковаговиків» та «важковаговиків» відповідно. При цьому, аеробні навантаження виконуються з відносно однаковим зусиллям (1,05-0,94; 0,79-0,81 ум. од.) (табл. 33).

### Сила одиночного удару у студентів, які займаються в групі СПУ з боксу

Вид удару	Показник	$\Delta, \%$	Вагова категорія							
			«Легковаговики»				«Важковаговики»			
			$M_{\text{дс-69}} \text{ кг}$	46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	$M_{\text{69-91}} \text{ кг}$
Прямий	$F_{\text{абс. П}} \text{ кг}$	-23,66	120,48	116,93 $\pm 2,80$	114,69 $\pm 1,79$	129,83 $\pm 3,22$	172,99 $\pm 4,82$	147,74 $\pm 2,94$	152,70 $\pm 1,30$	157,81
	$F_{\text{відн. П}} \text{ ум. од.}$	-4,35	1,98	2,17 $\pm 0,06$	1,85 $\pm 0,08$	1,94 $\pm 0,03$	2,44 $\pm 0,01$	1,92 $\pm 0,06$	1,83 $\pm 0,07$	2,07
	$F_{\text{абс. Л}} \text{ кг}$	-13,53	98,00	93,85 $\pm 2,90$	101,57 $\pm 2,50$	98,58 $\pm 6,06$	121,08 $\pm 2,00$	113,63 $\pm 1,38$	105,33 $\pm 1,93$	113,34
	$F_{\text{відн. Л}} \text{ ум. од.}$	8,78	1,61	1,74 $\pm 0,06$	1,64 $\pm 0,04$	1,47 $\pm 0,06$	1,71 $\pm 0,04$	1,48 $\pm 0,03$	1,26 $\pm 0,07$	1,48
Збоку	$F_{\text{абс. П}} \text{ кг}$	-18,49	129,26	121,32 $\pm 2,11$	121,12 $\pm 3,82$	145,32 $\pm 3,43$	161,12 $\pm 1,82$	171,75 $\pm 3,75$	142,92 $\pm 3,42$	158,59
	$F_{\text{відн. П}} \text{ ум. од.}$	1,92	2,12	2,25 $\pm 0,06$	1,95 $\pm 0,08$	2,17 $\pm 0,07$	2,28 $\pm 0,03$	2,24 $\pm 0,04$	1,71 $\pm 0,09$	2,08
	$F_{\text{абс. Л}} \text{ кг}$	-20,64	111,23	106,42 $\pm 1,62$	114,35 $\pm 4,88$	112,92 $\pm 6,16$	149,14 $\pm 7,52$	154,25 $\pm 2,75$	117,05 $\pm 1,55$	140,15
	$F_{\text{відн. Л}} \text{ ум. од.}$	-0,54	1,83	1,97 $\pm 0,03$	1,84 $\pm 0,05$	1,68 $\pm 0,03$	2,11 $\pm 0,06$	2,01 $\pm 0,06$	1,40 $\pm 0,05$	1,84
Знизу	$F_{\text{абс. П}} \text{ кг}$	-13,30	102,03	94,20 $\pm 1,46$	105,36 $\pm 5,89$	106,53 $\pm 2,02$	129,22 $\pm 1,57$	124,75 $\pm 1,75$	99,09 $\pm 4,42$	117,68
	$F_{\text{відн. П}} \text{ ум. од.}$	8,39	1,68	1,74 $\pm 0,08$	1,70 $\pm 0,06$	1,59 $\pm 0,04$	1,83 $\pm 0,06$	1,63 $\pm 0,05$	1,19 $\pm 0,06$	1,55
	$F_{\text{абс. Л}} \text{ кг}$	-14,88	98,61	88,52 $\pm 3,09$	104,64 $\pm 2,56$	102,66 $\pm 1,58$	131,12 $\pm 2,60$	122,42 $\pm 2,59$	94,00 $\pm 2,00$	115,85
	$F_{\text{відн. Л}} \text{ ум. од.}$	6,58	1,62	1,64 $\pm 0,08$	1,69 $\pm 0,06$	1,53 $\pm 0,07$	1,85 $\pm 0,06$	1,59 $\pm 0,04$	1,13 $\pm 0,06$	1,52

**Пояснення умовних позначень:**  $F_{\text{абс. П}}$  – абсолютна сила правої руки, кг;

$F_{\text{відн. П}}$  – відносна сила правої руки, ум. од.;

$F_{\text{абс. Л}}$  – абсолютна сила лівої руки, кг;

$F_{\text{відн. Л}}$  – відносна сила лівої руки, ум. од.;

Відповідні закономірності виконання проби спостерігаються і за частотою нанесення ударів, а саме: при виконанні алактатної та гліколітичної роботи у «легковаговиків» та «важковаговиків» кількість ударів за 1 с відносно однакова (4,49-3,6 та 4,8-3,5 відповідно) на відміну від



аеробної роботи, при здійсненні якої частота у «легковаговиків» більша на 36,9%, що і підтверджує наше припущення щодо відповідної стратегії у «важковаговиків», які досягають успіху за рахунок нанесення фінального цілеспрямованого удару, скориставшись помилкою супротивника та пропустивши удар в незахищену ділянку тіла.

Дане ствердження підтверджує і відносна сила одиночного удару, що виконується з різних положень (прямий, знизу, збоку), а саме: у «важковаговиків» даний показник перевищує аналогічні у боксерів легких категорій на 3,58-12,6% (табл. 34). При цьому найбільші відмінності спостерігаються за ударом збоку лівою рукою, який є достатньо складним для захисту і ефективним для атаки, що реалізується в ближньому бою у найвразливіше місце супротивника – голову [114].

Подібний висновок роблять і науковці, які вивчали взаємозв'язок манери ведення бою з особливостями змагальної діяльності спортсменів-боксерів у відповідності до вагової категорії («легковаговики», «середньоваговики», «важковаговики») [188]. Так, найбільшу кількість відмінностей зафіксовано між спортсменами легких і важких категорій: перші домінують за кількістю ударів та їх серій, захистів, часом перебування на середній дистанції, поступаючись при цьому, за ефективністю атакуючих ударів, кількості ударів на дальній дистанції, силі одиночних ударів [188].

Очевидно, дана закономірність може бути детермінованою домінуючим стилем ведення поєдинку, притаманного для «важковаговиків», або/та генетично обумовленими чинникам, зокрема темпераментальними особливостями особистості. Дана передумова може свідчити про системний професійний відбір, який дозволяє диференціювати боксерів різних вагових категорій у відповідності до властивостей нервової системи. Подібне припущення підтверджується можливістю «важковаговиків» реалізовувати серії ударів зі значною частотою та зусиллям за максимально короткий час, а саме: при виконанні алактатної роботи боксери важких категорій наносять більшу кількість ударів, що свідчить про відносно вищу здатність до генерації збудження у корі головного мозку, яка є детермінантою темпераменту, що, у свою чергу, обумовлює генетичну складову готовності до реалізації діяльності студентами-боксерами (табл. 34).

«Ціна» роботи, визначена на підставі реактивності кардіореспіраторної системи на фізичні навантаження різної потужності, підтверджує особливості функціонування організму студентів різних вагових

категорій при реалізації діяльності (табл. 35). Так, при виконанні всіх видів роботи (10, 45, 180 с) реактивність кардіореспіраторної системи у «важковаговиків» відрізняється від аналогічних у студентів-боксерів легких категорій в межах 0,67-20,47%.

Таблиця 35

**Функціональний стан кардіореспіраторної системи при визначенні спеціальної фізичної працездатності студентів, які відвідують групу СПУ з боксу**

Показник	Стан визначення	Δ, %	M <small>46-69 кг</small>	Вагова категорія						M <small>69-91 кг</small>	
				«Легковаговики»			«Важковаговики»				
				46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг		
ЧСС, сек <sup>-1</sup>	Базальні умови	-1,62	61,24	69,56 ±1,64	57,08 ±2,63	57,07 ±2,34	68,98 ±3,35	62,04 ±1,32	55,72 ±2,36	62,25	
	Після проби	10 с	-0,56	138,34	146,66 ±3,98	132,27 ±2,36	136,11 ±5,58	126,68 ±2,33	137,19 ±4,25	153,49 ±3,38	139,12
		45 с	1,32	164,43	167,74 ±3,36	166,60 ±2,34	158,95 ±3,44	157,20 ±2,27	152,25 ±3,39	177,42 ±2,97	162,29
		180 с	3,21	170,22	174,48 ±3,24	169,48 ±2,32	166,69 ±2,87	148,03 ±2,54	170,28 ±3,35	176,47 ±3,56	164,92
ЧД, дих. циклів хв. <sup>-1</sup>	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	10 с	-16,14	19,15	19,11 ±0,22	18,83 ±0,36	19,50 ±0,34	21,00 ±0,54	22,50 ±0,39	25,00 ±0,89	22,83
		45 с	-1,53	27,04	24,44 ±1,36	31,00 ±1,34	25,67 ±1,33	27,38 ±1,24	24,00 ±1,88	31,00 ±1,65	27,46
		180 с	-20,47	28,63	27,22 ±1,36	30,67 ±2,32	28,00 ±1,54	24,50 ±1,66	37,50 ±2,87	46,00 ±4,98	36,00
ЛЮ, 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	10 с	-6,46	1843,52	1772,22 ±23,48	1958,33 ±36,54	1800,00 ±88,65	1912,50 ±36,89	1800,00 ±54,69	2200,00 ±55,66	1970,83
		45 с	-8,42	2266,67	2116,67 ±54,87	2416,67 ±65,23	2266,67 ±88,98	2525,00 ±87,66	2500,00 ±98,25	2400,00 ±74,78	2475,00
		180 с	-7,42	2137,04	2027,78 ±51,32	2150,00 ±89,32	2233,33 ±65,55	2425,00 ±87,87	2400,00 ±28,98	2100,00 ±98,36	2308,33
SpO <sub>2</sub> , %	Базальні умови	-1,24	96,32	95,70 ±1,12	96,76 ±1,47	96,49 ±1,58	97,24 ±1,88	96,95 ±1,54	98,40 ±1,65	97,53	
	Після проби	10 с	-2,50	93,89	94,00 ±1,32	93,67 ±1,54	94,00 ±1,44	95,88 ±1,22	96,00 ±1,87	97,00 ±1,35	96,29
		45 с	0,89	94,50	95,33 ±1,45	92,83 ±1,58	95,33 ±1,52	95,00 ±1,48	94,00 ±1,59	92,00 ±1,36	93,67
		180 с	-0,67	94,30	94,22 ±1,78	93,00 ±1,25	95,67 ±1,13	96,80 ±1,28	94,00 ±1,88	94,00 ±1,67	94,93

Зокрема, ЧСС, яка характеризує термінові пристосовні реакції для забезпечення трофіки тканин при виконанні різновидів роботи вказує на значно більшу реактивність серцево-судинної системи у «легковаговиків», у яких дана ознака більша на 4,86-6,95%. Найбільші відмінності спостерігаються при виконанні гліколітичного та аеробного навантажень, які знаходяться у діапазоні 6,27-6,95%. При цьому, частота дихальних рухів, що відображає реактивність дихальної системи, аналогічно ЧСС найбільше відрізняється при виконанні аеробного навантаження (28,63%), забезпечення киснем у «важковаговиків» відбувається за рахунок більшої частоти на відміну від «легковаговиків», у яких домінує глибина дихання (табл. 35).

Це обумовлює належне забезпечення крові киснем, яке відрізняється тільки при виконанні алактатної роботи: у «легковаговиків» сатурація киснем артеріальної крові при виконанні даного навантаження знаходиться у діапазоні 93,67-94,00%, тоді як у студентів-боксерів важких категорій дана ознака становить 95,88-96,00%. Дана тенденція реактивності кардіореспіраторної системи підтверджує вищевказані закономірності, у відповідності до яких боксери важких категорій здійснюють швидкоплинні атаки, які дозволяють за максимально короткий час досягти успіху у двобої. На даний факт вказує співвідношення об'єму виконаної роботи, розрахованої у відповідності до 1 кг маси тіла за 1 с до ЧСС під час її виконання (табл. 35).

Так, при виконанні алактатної та гліколітичної роботи дане співвідношення відносно однорідне і знаходиться в діапазоні 0,026-0,038 ум. од. та 0,084-0,103 відповідно, тоді як «ціна» аеробної роботи значно відрізняється у студентів важких категорій на 83,5% (0,094-0,131 ум. од.). Подібна закономірність підтверджує стратегію ведення поєдинку «важковаговиків», а саме: двобій триває у відносно невисокому темпі з мінімальною «ціною» роботи, досягнення перемоги відбувається за рахунок серії ударів у незахищені зони супротивника в алактатному та гліколітичному режимах роботи. Для «легковаговиків» притаманним є ведення поєдинку у швидкому темпі з відповідно високою «ціною» роботи, виснажуючи супротивника за рахунок здійснення ударних прийомів помірної сили, що і забезпечує відповідний результат двобою. На даний факт вказує і реєстрація латентного періоду простої акустико-моторної реакції (ЛП АМР), визначеної

при виконанні прямого удару правою/лівою рукою з максимальною силою (сигнал-удар) та час між ударами при виконанні алактатної роботи (табл. 36).

Таблиця 36

**Швидкісно-силові параметри прямого удару у студентів, які відвідують групу СПУ з боксу**

Рука	Показник	$\Delta$ , %	Вагова категорія							
			«Легковаговики»				«Важковаговики»			
			$M_{46-69 \text{ кг}}$	46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	$M_{69-91 \text{ кг}}$
Право	$F_{\text{абс. П}}$ , кг	-19,29	87,22	83,52 $\pm 1,44$	80,03 $\pm 3,99$	98,12 $\pm 3,29$	122,01 $\pm 2,73$	96,19 $\pm 4,48$	106,00 $\pm 3,21$	108,07
	$F_{\text{відн. П}}$ ум. од.	1,18	1,43	1,55 $\pm 0,01$	1,29 $\pm 0,05$	1,46 $\pm 0,06$	1,72 $\pm 0,07$	1,25 $\pm 0,09$	1,27 $\pm 0,07$	1,41
	ЛП АМР <sub>П</sub> , мс	-4,62	360,73	342,63 $\pm 5,80$	338,23 $\pm 4,28$	401,34 $\pm 7,67$	301,08 $\pm 2,14$	408,74 $\pm 13,40$	424,80 $\pm 2,35$	378,20
Ліва	$F_{\text{абс. Л}}$ , кг	-8,80	71,68	66,07 $\pm 1,96$	79,91 $\pm 1,10$	69,07 $\pm 6,93$	90,72 $\pm 4,73$	69,09 $\pm 0,59$	76,00 $\pm 3,00$	78,60
	$F_{\text{відн. Л}}$ ум. од.	14,56	1,18	1,22 $\pm 0,02$	1,29 $\pm 0,04$	1,03 $\pm 0,06$	1,28 $\pm 0,05$	0,90 $\pm 0,06$	0,91 $\pm 0,07$	1,03
	ЛП АМР <sub>Л</sub> , мс	-1,22	321,61	327,43 $\pm 3,65$	323,03 $\pm 6,20$	314,37 $\pm 8,80$	281,37 $\pm 8,88$	352,67 $\pm 2,34$	342,67 $\pm 4,23$	325,57

**Пояснення умовних позначень:** ЛП АМР, мс – латентний період простої акустико-моторної реакції правої (ЛП АМР<sub>П</sub>), лівої (ЛП АМР<sub>Л</sub>) руки, мс;

$F_{\text{абс. П}}$  – абсолютна сила правої руки, кг;

$F_{\text{відн. П}}$  – відносна сила правої руки, ум. од.;

$F_{\text{абс. Л}}$  – абсолютна сила лівої руки, кг;

$F_{\text{відн. Л}}$  – відносна сила лівої руки, ум. од.

Так, при однаковій відносній силі удару «важковаговики» мають більший час ЛП АМР, на відміну від боксерів легких категорій, які швидше реалізують ударний рух по хронодинамометру. І, навпаки, серії ударів наносять з високою щільністю, про що вказує час між ударами при реалізації креатинфосфатної роботи, що свідчить про їх здатність швидких атак з високою інтенсивністю атакуючих дій.

Дана передумова вказує на те, що для «легковаговиків» притаманним є атакуючий характер дій, який вимагає швидких рухів у відповідь

на подразники різної модальності при, відносно, недосконалому захисті від ударів. «Важковаговики» ж активні атакуючі дії проводять не так часто, реалізуючи потенціал удару при активних захисних діях. Фінальні зусилля, як вказувалось раніше, виконуються з активного захисту, що і обумовлює перемогу у двобої [218].

Очевидно подібний «план» дій боксерів різних вагових категорій обумовлений темпераментальними особливостями нервової системи (сила, рухливість, лабільність та врівноваженість), яка забезпечує реалізацію діяльності у відповідності до можливостей організму.

### **5.5.3. Фізична працездатність студентів, які займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з біатлону**

Результати виконання функціональної проби  $PWC_{170}$  відокремлює особливості фізичної працездатності у студентів-біатлоністів обох статей, які мають суттєві відмінності, не виявлені в базальних умовах. Так, рівень фізичної працездатності у чоловіків значно перевищує як за абсолютним (30,82%), так і за відносним (15,08%) показниками, що нівелює вплив маси тіла на складність виконання проби. При цьому показник ЧСС, як детермінанта «ціни» роботи у чоловіків, знаходиться в межах аеробного діапазону ( $150,35 \pm 9,84$  ск. $\cdot$ хв $^{-1}$ ), тоді як у жінок спостерігається схильність до анаеробного ( $166,13 \pm 9,00$  ск. $\cdot$ хв $^{-1}$ ). Підтвердженням цього є те, що кисневе забезпечення виконання проби у чоловіків реалізується за рахунок глибини дихання (ДО, мл) на відміну від жінок, у яких хвилинний об'єм (ХОД, мл) напряму залежить від його частотних складових (ЧД, дих. циклів  $\cdot$ хв $^{-1}$ ) (табл. 37).

Характерно, що хвилинний об'єм дихання після виконання проби як у чоловіків, так і у жінок відрізняється незначно (10,16%) при істотній відмінності (29,69%) споживання кисню на одиницю маси тіла (мл $\cdot$ кг $^{-1}$ ) (табл. 37). Зокрема, у чоловіків, на відміну від жінок, спостерігається відносно підвищений рівень  $VO_2$  (98,95 мл $\cdot$ кг $^{-1}$ ). З одного боку це може вказувати на низьку економічність організму студентів чоловічої статі, а з іншого – на відносно розширені можливості утилізації кисню для забезпечення фізичної роботи однакової потужності. Не відкидаючи першого припущення, ми схилиємось до останнього, оскільки показник  $SpO_2$  вказує на вірність нашого висновку.

**Функціональний стан кардіореспіраторної системи  
у студентів, які займаються в групі СПУ з біатлону  
після виконання проби PWC<sub>170</sub>**

Показник	Δ, %	Чоловіки	Жінки
ЧСС, ск. · хв <sup>-1</sup>	-9,50	150,35 ±9,84	166,13 ±9,00
АТ <sub>систо.</sub> , мм рт. ст.	8,55	189,41 ±15,90	174,50 ±22,20
АТ <sub>диаст.</sub> , мм рт. ст.	-12,32	84,35 ±9,74	96,20 ±11,76
АТ <sub>пр.</sub> , мм рт. ст.	34,17	105,06 ±23,95	78,30 ±21,70
АТ <sub>срт.</sub> , мм рт. ст.	1,13	136,88 ±10,36	135,35 ±13,15
УОС, мл	28,57	90,36 ±17,45	70,28 ±15,37
ХОК, мл	16,83	13576,04 ±2945,88	11620,39 ±2545,46
ЧД, дих. циклів · хв <sup>-1</sup>	-18,23	29,76 ±5,87	36,40 ±5,40
ДО, мл	25,03	2520,59 ±317,30	2016,00 ±256,00
ДО×маса тіла <sup>-1</sup> , мл·кг <sup>-1</sup>	10,16	37,71 ±2,16	34,23 ±3,1
ХОД, мл	0,36	74288,24 ±21621,45	74025,00 ±16420,00
VO <sub>2</sub> , мл	29,69	6614,00 ±3000,27	5100,00 ±1940,00
VO <sub>2</sub> ·кг <sup>-1</sup> , мл·кг <sup>-1</sup>	14,26	98,95 ±3,21	86,60 ±4,06
SpO <sub>2</sub> , %	1,23	96,82 ±0,80	95,65 ±0,51

Так, при порівнянні значень даного з базальними умовами можна спостерігати відносно більший кисневий борг у жінок (2,08%) ніж у чоловіків (0,97%) (табл. 19, 37). При цьому, його ліквідація у чоловіків відбувається за рахунок центральних механізмів регуляції серцевої ді-

яльності, зокрема, більших значень індексу напруги (726,24 ум. од.) та амплітуди моди (51,59%). Разом з тим, похідні індексу ( $M_0$ ,  $X_{\min}$  та  $X_{\max}$ ) мають більші значення діапазону (на 8,7%, 16,87% та 7,38% відповідно) у чоловіків, на відміну від жінок, при менших значеннях варіаційного розмаху, що у свою чергу вказує на істотніші резервні можливості кардіореспіраторної діяльності у чоловіків (табл. 20, 39).

Таблиця 38

**Результати виконання проби  $PWC_{170}$  студентами,  
які займаються в групі СПУ з біатлону**

Показник		$\Delta$ , %	Чоловіки	Жінки
Маса тіла, кг		11.89	66.84±4.70	58.89±1.95
$N_1$	Вт	11.22	98.76±6.69	88.80±3.00
	кГм·хв <sup>-1</sup>		603.85±40.92	542.92±18.34
$N_2$	Вт	10.69	196.47±14.38	177.50±6.10
	кГм·хв <sup>-1</sup>		1201.22±87.92	1085.24±37.30
$f_{0^*}$ , ск·хв <sup>-1</sup>		-16.67	59,71±8.72	71,66±6,66
$f_{1^*}$ , ск·хв <sup>-1</sup>		-14,21	107,58±6,78	125,39±8,87
$f_{2^*}$ , ск·хв <sup>-1</sup>		-9,50	150,35±9,83	166,13±9,00
$PWC_{170^*}$ , кГм·хв <sup>-1</sup>		30.82	1497.88±197.09	1144.96±139.54
$PWC_{170^*}$ , кГм/хв·кг <sup>-1</sup>		15.08	22.38±2.19	19.44±2.21
Варт <sub>абс</sub> /пульс, Вт / ск·хв <sup>-1</sup>		22.43	1,31±0,06	1,07±0,04
Пульсова вартість роботи, ск·хв <sup>-1</sup>		-4,05	90,64±3,25	94,47±6,54

**Пояснення умовних позначень:**

$N_1$  – потужність I-го навантаження;

$N_2$  – потужність II-го навантаження;

$f_{0^*}$  – ЧСС в базальних умовах;

$f_{1^*}$  – ЧСС в останні 30 с I-го навантаження;

$f_{2^*}$  – ЧСС в останні 30 с II-го навантаження.

Свідченням цього є більший пульсовий тиск у студентів чоловічої статі, який превалює аналогічний у студенток на 34,17%. Дана ознака детермінує більший ударний (на 28,57%), хвилинний (на 16,83%) об'єми крові та економічність кровообігу (на 21,43%). При цьому вегетативний індекс Кердо (ВіК, ум. од.) у студентів обох статей відрізняється незначно (3,07%), що вказує на подібність регуляції серцево-судинної діяльності, яка при виконанні проби схильна до симпатичної.

Таблиця 39

**Варіабельність серцевого ритму у студентів, які займаються в групі СПУ з біатлону при виконанні проби РWC<sub>170</sub>**

Показник	$\Delta$ , %	Чоловіки	Жінки
M, с	11,00	0,40 $\pm$ 0,03	0,36 $\pm$ 0,02
Mo, с	8,70	0,40 $\pm$ 0,02	0,37 $\pm$ 0,02
AMo, %	15,93	51,59 $\pm$ 8,88	44,50 $\pm$ 8,40
X <sub>min</sub> , с	16,87	0,36 $\pm$ 0,03	0,30 $\pm$ 0,02
X <sub>max</sub> , с	7,38	0,46 $\pm$ 0,03	0,42 $\pm$ 0,03
$\Delta X$ , с	-16,67	0,10 $\pm$ 0,03	0,12 $\pm$ 0,03
ІН, ум. од.	24,60	726,24 $\pm$ 253,91	582,86 $\pm$ 209,58

У фазу реституції у студентів обох статей відбувається поступове відновлення показників, що забезпечують термінові та тривалі пристосовні реакції у відповідності до функціональних можливостей організму, обумовлених характером спортивно-педагогічної діяльності. Зокрема, реактивність відновлення показників вказує на відносно повільнішу реституцію показників, що вивчаються, у жінок, у яких динаміка змін істотно відрізняється від аналогічних у студентів чоловічої статі. Особливо виразно дана тенденція простежується за показниками, що характеризують вегетативну регуляцію серцевого ритму та енергетичне забезпечення діяльності. Зокрема, при відносно однаковому співвідношенні спектральних потужностей у високо-, низько- та зверхнизькохвильових діапазонах (HF, % / LF, % / VLF, %) у чоловіків і жінок спостерігається домінування високохвильової складової ВРС, достатньо низька потужність внеску в кожний з діапазонів (HF, мс<sup>2</sup> / LF, мс<sup>2</sup> / VLF, мс<sup>2</sup>) у жінок що, у свою чергу, знижує загальну потужність спектру (Total Power, мс<sup>2</sup>), відрізняючись при цьому від аналогічного у чоловіків на 325,18% (табл. 40).



**Варіабельність ритму серця у студентів, які займаються в групі СПУ з біатлону у фазу реституції після проби PWC<sub>170</sub>**

	Показник	$\Delta$ , %	Чоловіки	Жінки
Спектральний аналіз	Very Low Frequency (VLF), $\text{mc}^2$	204.08	434,24 $\pm 284,97$	142.81 $\pm 125,47$
	Low Frequency (LF), $\text{mc}^2$	323.39	1216,36 $\pm 1071,86$	287.29 $\pm 204,18$
	High Frequency (HF), $\text{mc}^2$	367,18	2000,57 $\pm 2142,29$	428,22 $\pm 363,26$
	Total Power (TP), $\text{mc}^2$	325,39	3651,16 $\pm 3208,81$	858,31 $\pm 667,91$
	Very Low Frequency (VLF), %	3,09	19,09 $\pm 7,85$	18,51 $\pm 7,16$
	Low Frequency (LF), %	4,11	34,91 $\pm 11,23$	33,54 $\pm 13,80$
	High Frequency (HF), %	-4,07	46,00 $\pm 15,36$	47,95 $\pm 11,05$
	LFn, n.u.	9,02%	44,22 $\pm 15,25$	40,56 $\pm 15,55$
	HFn, n.u.	-6,15%	55,78 $\pm 15,25$	59,44 $\pm 15,55$
	LF $\cdot$ HF <sup>-1</sup> , ум. од.	31,70%	1,15 $\pm 0,84$	0,87 $\pm 0,56$
	HRV triangular index, ум. од.	81,41%	10,60 $\pm 4,00$	5,85 $\pm 1,31$
Варіаційна пульсометрія	M, с	25,60	0,73 $\pm 0,08$	0,58 $\pm 0,06$
	Mo, с	20,69	0,70 $\pm 0,07$	0,58 $\pm 0,05$
	AMo, %	-32,59	24,94 $\pm 6,65$	37,00 $\pm 6,20$
	X <sub>min</sub> , с	17,42	0,61 $\pm 0,06$	0,52 $\pm 0,06$
	X <sub>max</sub> , с	55,22	1,04 $\pm 0,29$	0,67 $\pm 0,08$
	$\Delta X$ , с	178,28	0,43 $\pm 0,26$	0,16 $\pm 0,04$
	ИИ, ум. од.	-65,26	83,89 $\pm 62,35$	241,49 $\pm 107,91$

Подібна закономірність може вказувати на домінування ерготропної (гуморальної) та симпатичної складових на регуляцію роботи серця у жінок. Це підтверджується розрахунком індексу напруги (за Р. М. Бавеським) та його похідних (Мо, АМО, ΔХ). Так, у порівнянні з чоловіками у жінок ІН більший на 195,16%, а його похідні відрізняються на 32,59-178,28%. Привертає увагу достатньо вузький діапазон варіаційного розмаху (ΔХ), який у взаємозв'язку з АМо у жінок значно підвищує централізацію регуляторних механізмів.

Наше припущення підтверджує вегетативний індекс Кердо, який у жінок знаходиться в діапазоні симпатичної регуляції ( $14,15 \pm 1,23$  ум. од.), на відміну від чоловіків, у яких домінує парасимпатична ( $-10,31 \pm 1,07$  ум. од.) (табл. 41).

Таблиця 41

**Функціональний стан кардіореспіраторної системи у студентів, які займаються в групі СПУ з біатлону у фазу реституції після виконання проби PWC<sub>170</sub>**

Показник	Δ, %	Чоловіки	Жінки
ЧСС, ск. · хв <sup>-1</sup>	-19,32	84,01 ± 9,15	104,13 ± 10,71
АТ <sub>сист.</sub> , мм рт. ст.	4,29	149,24 ± 10,48	143,10 ± 10,54
АТ <sub>диаст.</sub> , мм рт. ст.	1,25	89,71 ± 7,13	88,60 ± 7,32
АТ <sub>пр.</sub> , мм рт. ст.	9,23	59,53 ± 11,15	54,50 ± 9,00
АТ <sub>сг.</sub> , мм рт. ст.	3,13	119,47 ± 7,86	115,85 ± 7,99
УОС, мл	1,41	63,82 ± 8,82	62,94 ± 4,47
ХОК, мл	-17,36	5419,09 ± 1238,03	6557,12 ± 842,38
КЕК, ум. од.	-11,62	5050,56 ± 1420,16	5714,55 ± 1225,24
ВіК, ум. од.	-172,82	-10,31 ± 1,07	14,15 ± 1,23
Індекс Робінсона, ум. од.	-16,26	125,37 ± 20,10	149,72 ± 23,49
ЧД, дих. циклів · хв <sup>-1</sup>	-16,97	18,76 ± 3,54	22,60 ± 2,00
ДО, мл	10,57	1738,24 ± 392,04	1572,00 ± 213,60
ХОД, мл	-11,87	31785,29 ± 8007,96	36066,00 ± 7387,20
VO <sub>2</sub> , мл	-14,22	625,33 ± 177,11	729,00 ± 144,60
SpO <sub>2</sub> , %	0,19	98,05 ± 0,63	97,86 ± 0,40

Показники респіраторної функції підтверджують дану тенденцію, зокрема, належне забезпечення кисневотранспортної функції у жінок як і в базальних умовах здійснюється за рахунок частотних характеристик (ЧД), на відміну від чоловіків, у яких глибина дихання (ДО) є домінуючою. Організм жінок відрізняється значно більшим об'ємом повітря, що вдихається, (на 11,87%), обумовлений потребою організму в кисні для відновлення енергетичних субстратів, підвищуючи і рівень його споживання ( $VO_2$ , мл). Зокрема, у жінок, на відміну від чоловіків, спостерігається підвищений відносний рівень споживання  $O_2$  (на 32,32%) (табл. 41).

Це обумовлює належне трофічне забезпечення організму киснем та відсутність кисневого боргу у студентів обох статей, про що вказує киснева сатурація ( $SpO_2$ , %) (табл. 41). Так, при порівнянні даної ознаки з базальними умовами відзначається незначна різниця (0,16-0,18%), що свідчить про відсутність суттєвого кисневого боргу. Дана особливість реактивності кардіореспіраторної системи та регуляції серцевої діяльності підтверджує наше припущення щодо більшої анаеробної складової тренувальної та змагальної діяльності у жінок, що характеризується зміщенням діапазону в бік ерготропної (гуморальної) та симпатичної регуляції. Організм чоловіків має більш розвинені аеробні можливості, що забезпечуються домінуванням парасимпатичної ланки регуляції кардіореспіраторною функцією.

Дана передумова дозволяє чоловікам, на достатньо високому рівні, виконувати дозоване фізичне навантаження з відносно меншими енергетичними витратами. Розвинутість даних функцій дозволяє швидше відновлюватись після циклічного аеробного навантаження.

У жінок певне домінування анаеробних вправ вказує на відносно нижчу економізацію функцій і проявляється у зміщенні балансу регуляції в бік церебральних, детермінуючи більшу енерговитратність аеробної роботи та подовжений час реституції.

В цілому, як у жінок, так і у чоловіків, спостерігається відносно високий рівень фізичної працездатності, притаманний для фізично тренуваної людини. На дозоване навантаження спостерігається нормотонічна реакція з недовідновленням деяких показників кардіореспіраторної системи, регуляції серцевого ритму. У студентів високохвильова ланка регуляції серцевим ритмом домінує на всіх етапах проби з фізичним навантаженням, спостерігається незначне зміщення діапазону в бік ерготропного (гуморального) та симпатичного впливів.

## ПІСЛЯМОВА

Резерв студента-спортсмена, реактивність серцево-судинної системи на фізичні навантаження, особливості функціонування, що дуже важливо для змагальної діяльності, можна виявити лише при проведенні проб з фізичним навантаженням. Це дозволяє отримати не тільки найбільш повну уяву про функціональний стан систем організму, але і надати оцінку динаміки процесу підготовки та розробити заходи щодо його оптимізації. Ціна адаптації організму, визначена за допомогою функціональних проб, є однією з важливих характеристик процесу спортивно-педагогічного удосконалення, за допомогою яких можна виявити перевантаженість окремих систем регулювання, адже чим більше завантажена та або інша функція організму, тим менше її відповідь на чинник, що значно розширює можливості оцінювання окремих зв'язків регуляції організму [63, 97].

Функціональний стан кардіореспіраторної системи, який детермінує готовність організму до реалізації будь-якої діяльності, зокрема професійної, обумовлює відмінності, що залежать від її специфіки і відображає характер впливу домінуючих тренувальних та змагальних вправ.

Ці відмінності полягають у характері, модальності та спрямованості фізичних навантажень, що застосовуються в процесі спортивно-педагогічного удосконалення студентів як у підготовчому періоді, так і під час змагань.

Кожний з видів спортивно-педагогічної діяльності відрізняється характером енергозабезпечення, що, у свою чергу, детермінує достатньо високі вимоги до потенціальних можливостей киснево-транспортної функції, обумовленої оптимальною взаємодією серцево-судинної та респіраторної систем. Ці дві системи є маркерами, що відображають характер впливу фізичних навантажень на організм людини і є, певним чином, виконавчим механізмом, що забезпечує термінову та довготривалу адаптацію до специфічних видів діяльності. Їх функціональний стан відображає специфіку термівової та довготривалої адаптації до певних видів діяльності. При цьому різновиди діяльності реалізуються за рахунок специфічних морфофункціональних струк-

тур/систем або неоднакової дольової участі цих структур/систем у її здійсненні [221]. Домінуючою, в даному випадку, є концепція функціональних систем П. К. Анохіна, де системоутворюючим фактором є мета діяльності у вигляді корисного для системи пристосовного результату [8].

Виходячи з даної концепції, всі види спортивно-педагогічної діяльності мають як загальні, так і окремі механізми регуляції цієї діяльності на рівні цілого організму як складової адаптації, що забезпечує оптимальне пристосування організму в умовах постійних змін середовища у відповідності до мети та завдань цієї діяльності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аблікова А. В. Удосконалення первинного спортивного відбору волейболісток на основі генетично-детермінованих маркерів: дис. ... канд. наук з фіз. вих. і спорту : 24.00.01. Київ, 2015. С. 30.
2. Аверина О. П., Миханов И. А., Хмелева С. Н., Шапкайтц Ю. М. О факторах физической работоспособности юных пловцов / Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности: тез. докл. XIX Всесоюзной конференции. Волгоград, 1988. С. 4-5.
3. Ажицкий К. Ю. Об оценке общей физической работоспособности по уровню максимального потребления кислорода // Теория и практика физической культуры, Москва: Физкультура и спорт. 1991. № 12. С. 30–33.
4. Аксельрод А. С., Чомахидзе П. Ш., Сыркин А. Л. Нагрузочные ЭКГ-тесты. 10 шагов к практике. Москва: МЕДпресс-информ, 2011.
5. Аксенов В. В. Методические основы кибернетического анализа сердечного ритма // Ритм сердца у спортсменов: сб. науч. тр. / под ред. Р. М. Баевского, Р. Е. Мотылянской. Москва: ФиС, 1986. С. 36.
6. Александров Ю. И., Греченко Т. Н., Гаврилов В. В., Горкин А. Г., Шевченко Д. Г., Гринченко Ю. В., Александров И. О., Максимова Н. Е., Безденежных Б. Н., Бодунов М. В. Закономерности формирования и реализации индивидуального опыта // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 1997. Т. 47. №2. С. 243-260.
7. Алехин М. П. Функциональные нагрузочные пробы в кардиологии // Медицинский вестник. №6. С. 14-15.
8. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. Москва. Медицина, 1975. 447 с.
9. Апанасенко Г. Л., Науменко Р. Г. Соматическое здоровье и максимальная аэробная способность индивида // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1986. № 4. С. 29-31.
10. Апанасенко Г. Л., Попова Л. А. Медицинская валеология. Київ: Здоров'я, 1998. 244 с.
11. Апанасенко Г.Л. Эволюция биоэнергетики и здоровье человека. – Санкт Петербург: МГП «Петрополис», 1992. 123 с.
12. Аронов Д. М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. Москва: «МЕДпресс-информ», 2007. 328 с.
13. Артамонов В. Н. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность: Метод. разработка для студентов, аспирантов

и слушателей фак. усовершенствования ГЦОЛИФКа: Москва: ГЦОЛИФК, 1989. 39 с.

14. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. Москва: Медицина, 1979. 195 с.

15. Аш Ж., Андре П., Бофрон Ж. Датчики измерительных систем: В 2-х книгах. Кн.1. Москва: Мир, 1992. 480 с.

16. Баевский Р. М. Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В., Гаврилушкин А. П., Довгалецкий П. Я., Кукушкин Ю. А., Миронова Т. Ф., Прилуцкий Д. А., Семенов Ю. Н., Федоров В. Ф., Флейшман А. Н., Медведев М. М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. 2001. №24. С. 65-87.

17. Баевский Р. М. Научно-теоретические основы использования анализа variability сердечного ритма для оценки степени напряжения регуляторных систем организма // Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий: тез. докл. Медунар. симп. (Россия, г. Москва, 27-30 апреля 1999 г.). Москва, 1999. С. 116-119.

18. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. Москва: Медицина, 1979. 295 с.

19. Баевский Р. М. Теоретические и прикладные аспекты оценки и прогнозирования функционального состояния организма при действии факторов длительного космического полета // Актовая речь на заседании Ученого совета ГНЦ РФ-ИМБП РАН. — Москва, октябрь 2005.

20. Баевский Р. М., Баранов В. М., Берсенев Е. Ю., Фунтова И. И., Семенов Ю. Н., Григорьев А. И., Прилуцкий Д. А. Способ определения функциональных резервов регуляции кардиореспираторной системы человека: патент RU 2240035, приоритет от 20.11.2004.

21. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Введение в донологическую диагностику. Москва: Слово, 2008. 220 с.

22. Бальсевич В. К. Контуры новой стратегии подготовки спортсменов олимпийского класса // Теория и практика физической культуры. 2001. № 4. С. 9-10.

23. Башкиров П. Н., Лутовина Н. Ю., Уткина М. И., Чтецов В. П. Строение тела и спорт. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1968. 235 с.

24. Беленков Ю. Н. Функциональная диагностика сердечно-сосудистых заболеваний: Руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 975 с.

25. Беллер Н. Н., Болондинский В. К., Захаржевский В. Б., Ониско О. Г.,

Пастухов В. А., Сергеев И. В., Багаев В. А., Кузнецова Э.К., Матросова Е.М. Кортикальная регуляция висцеральных функций. Ленинград: Наука, 1980. 272 с.

26. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. Москва: Советский спорт, 2005. 312 с.

27. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. 2 е изд., доп. Москва: Советский спорт, 2009. 348 с.

28. Берг А. И. Проблемы управления и кибернетика / Философские проблемы кибернетики. Москва: Соцэкгиз, 1961. 392 с.

29. Бердников А. В., Семко М. В., Широкова Ю. А. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы. Часть I. Технические методы и аппараты для экспресс-диагностики: Учебное пособие / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2004. 176 с.

30. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. Москва: Медицина, 1966. 258 с.

31. Блинков И. Л., Петров И.Н., Кукес В.Г., Ластовицкий А.Е., Немиров В.В., Прудников П.В. Способ оценки функциональных резервов организма при физической нагрузке : патент RU 2012227; А61В5/05; G01R27/00; подача заявки: 1991-06-25; публикация патента: 15.05.1994.

32. Борилкевич В. Е. К вопросу о понятии феномена «физическая работоспособность» // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1993. №9-10. С. 18-19.

33. Борилькевич В. Е. Физическая работоспособность в экстремальных условиях мышечной деятельности. Ленинград: ЛГУ, 1986. 96 с.

34. Бреслав И. С. Произвольное управление дыханием у человека. Ленинград: Наука, 1975. 152 с.

35. Бреслав И. С., Глебовский В. Д. Регуляция дыхания. Ленинград: Наука, 1981. 280 с.

36. Бреслав И. С., Жиронкин А. Г. «Произвольное» и «непроизвольное» управление висцеральными функциями (на примере регуляции дыхания) // Нервный контроль висцеральных функций. 1974. С. 123-140.

37. Бубэ Х., Фэк Г., Штюблер Х., Трогш Ф. Тесты в спортивной практике. Москва: Физкультура и спорт, 1968. 190 с.

38. Бузунов Р. В., Иванова И. Л., Кононов Ю. Н., Лопухин С. Л., Пименов Л. Т. Компьютерная пульсоксиметрия в диагностике нарушений дыха-



ния во сне: учебное пособие. Ижевск, 2013. 40 с.

39. Бунав В. В. Антропометрия: практический курс. Москва: Учпедгиз, 1941. 368 с.

40. Бутова О. А., Масалов С. В., Воробьева Ю. С. Оценка механизмов регуляции кардиоритма девушек-акробатов высокого класса спортивного мастерства // Здоровье и образование в XXI веке. 2012. Т. 14. № 1. С. 212–213.

41. Быков К. М. Кора головного мозга и внутренние органы. Москва-Ленинград: Медгиз, 1947. 287 с.

42. Валуева М. Н. Произвольная регуляция вегетативных функций организма. Москва: Наука, 1967. 96 с.

43. Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, интерпретации, клинического использования: доклад Рабочей группы Европейского общества кардиологии и Североамериканского общества кардиостимуляции и электрофизиологии // Вестник аритмологии. 1999. № 11. С. 53-78.

44. Вартанян И. А. Физиология сенсорных систем. Санкт Петербург: Лань, 1999. 224с.

45. Васильева В. В. Физиологическая характеристика нестандартных физических упражнений // Физиология человека: учебник для институтов физической культуры / под ред. Н. В. Зимкина. Москва: ФиС, 1975. С. 448-461.

46. Васильева В. В. Физиологическая характеристика физических упражнений с циклической структурой движений // Физиология человека: учебник для институтов физической культуры / под ред. Н. В. Зимкина. Москва: ФиС, 1975. С. 416-435.

47. Верхошанский Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. Москва: Физкультура и спорт, 1988. 331 с.

48. Верхошанский Ю. В. Программирование и организация тренировочного процесса. Москва: Физкультура и спорт, 1985. 207 с.

49. Виру А. А. Функциональная устойчивость и физиологические резервы организма / Характеристика функциональных резервов спортсмена. Ленинград: ГДОИФК, 1982. С. 8-11.

50. Волейбол: учебник для высших учебных заведений физической культуры / под редакцией А. В. Беляева, М. В. Савина. Москва: «Физкультура, образование, наука», 2000. 368 с.

51. Волков В. М. Тренировка и восстановительные процессы. Смоленск: СГИФК, 1990. 149 с.

52. Волков В. М., Кузнецов П. П. Искусственный кислородный дефицит при работе и функция кровообращения / Физиологическое обоснование тренировки. Москва: Физкультура и спорт, 1969. С. 81-85.
53. Волков В. М., Ромашов А. В. Предсоревновательная подготовка спортсменов. Смоленск: СГИФК, 1991. 107 с.
54. Волков Л. В. Теория спортивного отбора: способности, одаренность, талант. Киев: Вежа, 1997. 128 с.
55. Волков Л. В. Теория и методика детского и юношеского спорта: учебник для институтов физической культуры. Киев: Олимпийская литература, 2002. 293 с.
56. Волков Н. И. Анаэробные возможности дзюдоистов и их связь с показателями соревновательной деятельности. Теория и практика физической культуры. 1983. № 3. С. 23-25.
57. Волков Н. И. Биохимические факторы спортивной работоспособности / в кн.: «Биохимия». Москва: ФиС, 1986. С. 320-330.
58. Волков Н. И. Биоэнергетика напряженной мышечной деятельности человека и способы повышения работоспособности спортсменов: дис. доктора биол. наук в форме науч. доклада; НИИ нормальной физиологии им. П. К. Анохина. Москва, 1990. 83 с.
59. Волков Н. И. Энергетические критерии выносливости у спортсменов // Материалы Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. Свердловск, 1970. С. 13-16.
60. Волков Н. И., Несен Э. Н., Осипенко А. А., Корсун С. Н. Биохимия мышечной деятельности: учеб. для студентов вузов физического воспитания и спорта. Киев: Олимпийская литература, 2000. 503 с.
61. Воробьев А. Н. Тяжелая атлетика. Очерки по физиологии спортивной тренировки. Москва: ФиС, 1977. 253 с.
62. Воробьева З. В. Основы патофизиологии и функциональной диагностики системы дыхания. Москва: ФГП «Вторая типография», 2002. 227 с.
63. Гаврилова Е. А. Использование вариабельности ритма сердца в оценке успешности спортивной деятельности // Практическая медицина. 2015. № 3. Т.1. С. 52-57.
64. Галкин М., Змиевской Г., Ларюшин А., Новиков В. Кардиодиагностика на основе анализа фотоплетизмограмм с помощью двухканального плетизмографа Москва: Фотоника. 2008. №3. С. 30-35

65. Гандельсман А. Б., Набатникова М.Я., Матвеев Л.П., Фарфель В.С. Биологические и педагогические аспекты выносливости (по материалам Всесоюзного симпозиума) // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1972. № 8. С. 29-33.
66. Гандельсман А. Б., Прокопович Н. Б. Совершенствование интерактивного анализа при острой гипоксемии и гиперкапнии у человека // Журнал высшей нервной деятельности. 1962. Т. 12. Вып. 2. С. 223 - 228.
67. Генов Ф. Психологические особенности мобилизационной готовности спортсмена. Москва: Физкультура и спорт, 1971. 245 с.
68. Герасименко А. П. Исследование величины объема внимания у юных футболистов// Вопросы высшего спортивного мастерства. Волгоград, 1974. С. 25-31.
69. Геро Я., Герова М. Реоосциллография как метод регистрации объемных пульсовых осцилляций сосуда. Братислава, 1985. 29 с.
70. Годик М. А., Ширяев А. Г., Маковенко П. Д. Выбор и оценка тестов для контроля моторики спортсмена // Методы определения тренированности спортсменов высших разрядов: Материалы Всесоюзной конференции. - Минск, 1972. Ч. 1. С. 68-69.
71. Горбанёва Е. П. Качественные характеристики функциональной подготовленности спортсменов. Саратов: «Научная Книга», 2008. 145 с.
72. Горбанёва Е. П., Солопов И. Н., Власов А. А. Проблема функциональной устойчивости в спорте // Вопросы функциональной подготовки в спорте и физическом воспитании: тематический сборник научных работ. Волгоград: ВГАФК. 2008. С. 4 – 8.
73. Горожанин В. С. Нейрофизиологические и биохимические механизмы физической работоспособности // Методологические проблемы совершенствования системы спортивной подготовки квалифицированных спортсменов. Москва, 1984. С. 165-199.
74. Горст В. Р. Формирование ритма сердца и адаптационные возможности организма при различных функциональных состояниях: автореф. дис. ... доктора биол. наук: 03.00.13. Астрахань, 2009. 45 с.
75. Граевская Н. Д., Долматова Т. И. Спортивная медицина. Москва: Советский спорт, 2008. 304 с.
76. Григорьев А. И., Баевский Р. М. Концепция здоровья и космическая медицина. Москва: «Слово», 2007. 208 с.
77. Гулбиани Т. И. Факторная структура физической работоспособности младших школьников: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Тбилиси, 1991. 20 с.

78. Гулида О. М. Аэробная экономичность в факторной структуре функциональной подготовки спортсменов // Мед. пробл. физ. культуры. Киев, 1986. №10. С. 79 - 81.
79. Давиденко Д. Н., Ващук О. В., Веселовский М. Н., Коновалов С. В., Лиопо А. В., Мозжухин А. С., Пономарев В. П., Разумов А. С., Телегин В. В. Возможные механизмы активизации системы функциональных резервов спортсмена // Пути мобилизации функциональных резервов спортсмена. Ленинград: ГДОИФК, 1984. С. 3-10.
80. Данилко М. Т. Формування готовності до професійної діяльності майбутніх учителів фізичної культури: автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання і спорту: 24.00.02. Луцьк, 2000. 19 с.
81. Деркаченко И. В. Скоростно-силовые способности кикбоксеров разных тактических типов с учетом динамики ударного взаимодействия и уровня мастерства // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. Чернігів, 2014. Вип. 118(4). С. 49-51.
82. Дмитриева И. В., Глазачев О. С. Индивидуальное здоровье и полипараметрическая диагностика функциональных состояний организма. Москва: Горизонт, 2000. 216 с.
83. Жаринов О. И., Фуркало Н. К., Гетьман Т. В. Пробы с дозированной физической нагрузкой: руководство по кардиологии / под ред. В. Н. Коваленко. Киев, 2008. С. 261-276.
84. Железняк Ю. Д. Юный волейболист: учеб. пособие для тренеров. Москва: Физкультура и спорт, 1988. 192 с.
85. Железняк Ю. Д., Кашкаров В. А. Педагогическое физкультурно-спортивное совершенствование: учебное пособие. Москва: Академия. 2001. 225 с.
86. Жемайтите Д. И. Возможности клинического применения и автоматического анализа ритмограмм: дис. ... доктора мед. наук. Каунас, 1972. 285 с.
87. Завгородний А. Е. Тревожность у моряков в условиях повышенной химической опасности // Матер. научн. конф. "Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність". Киев - Черкасы, 2001. С.41
88. Зайцева В. В. Проблема оценки физического состояния // Сб. науч. труд. под. общ. ред. В. Д.Сонькина. Москва: ВНИИФК, 1991. С.3-27.
89. Запорожанов В. А., Платонов В. Н. Управление тренировочным

процессом высококвалифицированных спортсменов.- Киев, Здоров'я, 1985. 192 с.

90. Захаржевский В. Б. Центральные эффекты интероцептивной сигнализации // Физиологический журнал имени И. М. Сеченова. 1995. Т. 81. № 9. С. 1-12.

91. Зацюрский В. М. Проблема спортивной одаренности и отбора в спорте // Теория и практика физической культуры. 1986. С. 37-39.

92. Зацюрский В. М. Физические качества спортсмена. Москва: Физкультура и спорт, 1979. 199 с.

93. Земцовский Э. В. Спортивная кардиология. Санкт Петербург: Гиппократ, 1995. 448 с.

94. Земцовский Э. В., Тихоненко Э. В., Рева С. В., Демидова М. М. Функциональная диагностика состояния вегетативной нервной системы. Санкт Петербург: Инкарт, 2004. 80 с.

95. Зенков Л. Р, Ронкин М. А. Функциональная диагностика нервных болезней: руководство для врачей. Москва: МЕДпресс-информ, 2013. 488 с.

96. Иваницкий М. Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): учебник для институтов физической культуры / изд. 7-е. под ред. Б. А. Никитюка, А. А. Гладышевой, Ф. В. Судзиловского. Москва: Олимпия, 2008. 624 с.

97. Иванова Н. В. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы спортсменов с различной спецификой мышечной деятельности в соревновательном периоде подготовки // Вестник спортивной науки. Москва: Промедиа. 2011. №1. С. 64-68.

98. Иващенко Л. Я., Горпинченко Е. И., Благий А. Л. Морфо-функциональная характеристика различных уровней физического состояния женщин зрелого возраста // Моделирование и комплексное тестирование в оздоровительной физической культуре: сб. науч. тр. под ред. В. Д. Сонькина. Москва: Госспорт СССР. ВНИИФК. 1991. С. 164-179.

99. Ивойлов А. В. Средства и методы обеспечения функциональной устойчивости точностных движений в спортивной деятельности: автореф. дис. ... доктора пед. наук. Малаховка, 1987. 51 с.

100. Ильин Е. П. Дифференциальная психофизиология. Санкт Петербург: Питер, 2001. 464 с.

101. Илюхин О. В., Лопатин Ю. М. Скорость распространения пульсовой волны и эластические свойства магистральных артерий: факторы,

влияющие на их механические свойства, возможности диагностической оценки // Вестник ВолГМУ. 2006. № 1. С. 3-8.

102. Иорданская Ф. А. Диагностика и оценка функциональной готовности спортсменов на этапах подготовки // Тенденции развития спорта высших достижений и стратегия подготовки высококвалифицированных спортсменов в 1997-2000 гг.: Материалы Всероссийской научно-практич. конференции. Москва. 1997. С. 177-183.

103. Иорданская Ф. А., Кузьмина В. Н., Калачева О. К., Чебураев В. С., Джумаев Х. К. Комплексная медико-биологическая методика определения специальной тренированности гимнастов // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1984. № 8. С. 21-23.

104. Иорданская Ф. А., Кузьмина В. Н., Муравьева Л. Ф. Тестирование общей работоспособности высококвалифицированных гандболистов и его роль в управлении тренировочным процессом // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1985. № 11. С. 17-20.

105. Исаев Г. Г. Регуляция дыхания при мышечной работе. Ленинград: Наука, 1990. 120 с.

106. Калакутский Л. И., Лебедев П. А., Комарова М. В. Методика анализа контура пульсовой волны в диагностике функции сосудистого эндотелия // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2008. №5. С. 43-47.

107. Калакутский Л. И., Манелис Э. С. Аппаратура и методы клинического мониторинга: учебное пособие. - Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т., 1999. 161 с.

108. Каро К., Медли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения. Москва: Мир, 1981. 624 с.

109. Карпман В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. Москва: Физкультура и спорт, 1974. 93 с.

110. Карпман В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. Тестирование в спортивной медицине. Москва: Физкультура и спорт, 1988. 208 с.

111. Карпман В. Л., Любина Б. Г. Динамика кровообращения у спортсменов. - Москва: Физкультура и спорт. 1982. 136 с.

112. Кепеженас А. К., Жемайтите Д. И. Зависимость структуры сердечного ритма от физической работоспособности спортсменов // Физиология человека. 1983. Т. 9. №5. С. 729-739.

113. Киселев В. А. Оптимизация средств тренировки, направленных на повышение специальной работоспособности боксеров на предсоревновательном этапе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04; 03.00.13. Москва, 1982. 160 с.

114. Киселев В. А. Совершенствование спортивной подготовки высококвалифицированных боксеров: учебное пособие. Москва: Физическая культура, 2006. 127 с.

115. Клесов И. А. Личностные факторы эффективности надежности соревновательной деятельности юных футболистов // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1993. № 2. С. 19-20.

116. Клиническая реография / под ред. проф. В. Г. Шершнева. Киев: Здоров'я, 1977. 168 с.

117. Козлов Е. Г. Проблема готовности к соревнованию в спорте // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1978. № 5. С. 23-24.

118. Кологривов В. Н. Эффект Доплера в классической физике: учебно-методическое пособие по курсу «Общая физика». Москва: МФТИ, 2012. С. 25-26.

119. Конопкин О. А., Медведев В. В., Парашин Ю. П. Определение индивидуально-типологических различий по основным свойствам нервной системы у спортсменов игровых видов спорта. Москва: ГЦОЛИФК, 1988. 30 с.

120. Коренберг В. Б. Качественный анализ спортивной двигательной активности // Человек в мире спорта: новые идеи, технологии, перспективы / Тезисы доклада Международного конгресса. Москва, 1998. Т. 1. С. 29-30.

121. Корженевский А. Н., Квашук П. В., Птушкин Г. М. Новые аспекты комплексного контроля и тренировки юных спортсменов в циклических видах спорта // Теория и практика физической культуры. 1993. №8. С. 28-33.

122. Коркушко О. В., Писарук А. В., Шатило В. Б. Методология анализа вариабельности ритма сердца: возрастные аспекты // Кровообіг та гемостаз. 2014. № 3-4. С. 5-17.

123. Коробков А. В. О некоторых критериях тренированности в спорте высших достижений // Тез. докл. XII Всес. научн. конф. по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. Львов, 1972. С. 22-23.

124. Корягин В. М. Исследование соревновательных и тренировочных

нагрузок, применяемых в процессе подготовки баскетболистов высокой квалификации : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Москва, 1973. 29 с.

125. Кочура Д. А., Романенко В. А., Приймак С. Г. Нейродинамические корреляты функциональной готовности квалифицированных штангисток к соревнованиям // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Випуск 44. Серія: педагогічні науки. Чернігів: ЧДПУ, 2007. №44. С. 370-373.

126. Кочура Д. А., Романенко В. А., Приймак С. Г. Особенности психофизиологической готовности в тяжелоатлетическом спорте // Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту. Харків, 2007. №6. С. 164-166.

127. Крашенинников Р. Н. Управление тренировочным процессом прыгунов в высоту различной квалификации на основе учета индивидуальных особенностей проявления физических качеств: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Киев, 1981. 23 с.

128. Кудашова Л. Р. Вопросы управления функциональной подготовленностью спортсменов // Физиология мышечной деятельности: тезисы докл. Международной конференции. Москва: Физкультура, образование и наука, 2000. С. 84-85.

129. Кузьомко Л. М., Коробенко І. В., Приймак С. Г. Вегетативна регуляція серцево-судинної діяльності спортсменів різних спеціалізацій // Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту: зб. наук. пр. за ред. С. С. Єрмакова. Харків, 2005. №21. С. 51-57.

130. Кузьомко Л. М., Приймак С. Г. Факторна структура функціонального стану організму спортсменів різних спеціалізацій // Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту: зб. наук. пр. за ред. С. С. Єрмакова. Харків, 2004. №20. С. 16-22.

131. Кузьомко Л. М., Приймак С. Г. Проблеми тестування фізичної підготовленості людини // Молода спортивна наука України: зб. наук. статей з галузі фіз. культури та спорту. Вип. 12. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. Т. 4. С. 104-110.

132. Кузьомко Л. М., Приймак С. Г. Результативність виконання тестових вправ легкоатлетами в залежності від властивостей нервової системи // Матеріали II Міжнар. наук-практ. конф. «Актуальні проблеми розвитку руху «Спорт для всіх»: досвід, досягнення, тенденції». Тернопіль, 24-25 травня 2007 р. Тернопіль, 2007. Т. 1. С. 115-118.



133. Кузьомко Л. М., Приймак С. Г. Рівень фізичного стану спортсменів різних спеціалізацій // Молода спортивна наука України: зб. наук. статей з галузі фіз. культури та спорту. Вип. 9. Львів, 2005. Т. 1. С. 172-177.

134. Кульчицька І. Роль та значення дисципліни «спортивно-педагогічне вдосконалення» в підготовці студентів до професійної діяльності // Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 2016. Вип. 20. С. 332-335.

135. Курзанов А. Н., Заболотских Н. В., Ковалев Д. В. Функциональные резервы организма: монография. Москва: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. 96 с.

136. Кучкин С. Н. Резервы дыхательной системы (обзор и состояние проблемы) // Резервы дыхательной системы. Волгоград, 1999. С. 7-51.

137. Кучкин С. Н. Резервы дыхательной системы и аэробная производительность организма: автореф. дис. ... доктора мед. наук. Казань, 1986. 48 с.

138. Кучкин С. Н. Резервы дыхательной системы при различных уровнях аэробной производительности // Физиология человека. 1983. Т. 9. №3. С. 406-416.

139. Кучкин С. Н. Удельный вклад различных систем в аэробную производительность организма на различных этапах долговременной адаптации к физическим нагрузкам. Координация функций при срочной и долговременной адаптации организма спортсмена к физическим нагрузкам: монография. Ленинград, 1990. С. 15-20.

140. Лебединский К. М. Анестезия и системная гемодинамика. Санкт Петербург: Человек, 2000. 200 с.

141. Летунов С. П. О некоторых путях повышения функциональных возможностей организма в процессе спортивной тренировки // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1967. №12. С. 34 - 38.

142. Лобзин Ю. В., Финогенов Ю. П., Волжанин М. В., Семена А. В., Захаренко С. М. Инфекционные болезни: проблемы адаптации. Санкт Петербург: ЭЛБИ-СПб, 2006. 391 с.

143. Логвинов В. С. Метод диагностики по параметрам колебательных и волновых процессов в сердечно-сосудистой системе / В кн. Цыдыпова Ч. Ц. Пульсовая диагностика тибетской медицины. Новосибирск: Наука, 1988. 134 с.

144. Лукьянченко Н. И. Методика реализации индивидуального подхода в развитии скоростно-силовых качеств юношей 15-17 лет с применением ЭВМ: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 1994. 21 с.

145. Мавлюєв Ф. А., Зотова Ф. Р., Демидов В. А. Краткосрочная адаптация гемодинамики и вариабельности ее параметров в ответ на дозированную физическую нагрузку // Вестник спортивной науки. 2013. № 6. С. 35-41

146. Макаренко М. В., Борейко Т. В., Лизогуб В. С., Мацейко І. І., Ніконенко О. П., Панченко В. М., Спринь О. Б. Вікові зміни вищої нервової діяльності людини // Вісник Черкаського держ. у-ту ім. Б. Хмельницького. "Актуальні проблеми фізіології". Випуск 1. Черкаси, 1996. С. 49-53.

147. Макаренко М. В., Лизогуб В. С., Петренко Ю. О., Бібік Т. А., Явник О. Е., Юхименко Л. І. Функціональний стан центральної нервової системи за умов переробки інформації різного ступеня складності у осіб з різним рівнем рухливості нервових процесів // Фізіологічний журнал. 2002. Т.48. №1. С. 9-14.

148. Макарчук М. Ю., Грищенко І. М., Ценьов Г. Взаємозв'язок рівня тривожності з функціональним напруженням організму та працездатністю головного мозку людини // Матер. наук. конф. "Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність". Київ-Черкаси, 2001. С. 79.

149. Максименко Е., Заруба П. Інтелектуальні особливості як невід'ємний елемент психологічної підготовки // Зб. наук. праць "Актуальные проблемы современного спорта. Региональные аспекты". Донецьк, 2002. С.225-226.

150. Малиновский Е. Л. Учебно-методическое пособие по использованию пальцевой фотоплетизмографии [Электронный ресурс]. 2009. Режим доступа: [http://bms.ucoz.ru/statii/uchebno-metodicheskoe\\_posobie\\_po\\_ispolzovaniju\\_pal.pdf](http://bms.ucoz.ru/statii/uchebno-metodicheskoe_posobie_po_ispolzovaniju_pal.pdf)

151. Маркова А. К. Психология профессионализма. Москва: Высшая школа, 1996. 246 с.

152. Мартиненко В. В. Проблеми неперервної професійної підготовки фахівців фізичного виховання і спорту // Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту. Харків, 2006. № 3. С. 55-58.

153. Мартиросов Э. Г. Методы исследования в спортивной антропологии. Москва: Физкультура и спорт. 1982. 199 с.

154. Маслов В. И., Зволинская Н. Н. Многоуровневая структура физического образования – очередной указ или особая общественная необходимость // Теория и практика физической культуры. 1994. № 12. С. 2-8.

155. Матвеев Л. П. Основы общей теории спорта и системы подготовки

спортсменов. Киев: Олимпийская литература, 1999. 318 с.

156. Матвеев Л. П. Основы спортивной тренировки. Москва: Физкультура и спорт, 1977. 280 с.

157. Медведев Д. В. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность человека в процессе многолетней адаптации к специфической мышечной деятельности : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 13.00.13. Москва, 2007. 24 с.

158. Медведев Д. В., Горбанёва Е. П., Юматова С. Н., Кузнецова Т. Ю., Солопов И. Н., Катунцев В. П. Оценка влияния курса тренировок с дополнительным резистивным сопротивлением дыханию на показатели физической работоспособности человека // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2007. Т. 41. № 3. С. 14-18.

159. Меерсон Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика. Москва: Наука, 1981. 278 с.

160. Меерсон Ф. З., Пшенникова М. Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. Москва: Медицина, 1988. 253 с.

161. Мельников А. Х., Веневцева Ю. Л., Переломова И. В. Взаимосвязи показателей математического анализа сердечного ритма с данными нетрадиционных методик функциональной диагностики., 2005 // Материалы II Национальной научно-практ. конфер. с межд. участием «Теория и практика оздоровления населения России». Москва-Кисловодск, 2005. С. 167-169.

162. Методы анализа и возрастные нормы variability ритма сердца (метод. рекомендации) / О. В. Коркушко, В. Б. Шатило, А. В. Писарук, Н. Д. Чеботарев, В. Ю. Лишневецкая. Киев: Институт геронтологии, 2003. 24 с.

163. Миколук А., Сокаль Л. Изменение структуры идентичности студентов в процессе профессиональной подготовки (на примере спортивных единоборств) // Сб. научн. работ “Актуальные проблемы современного спорта. Региональные аспекты”. Донецк, 2002. С. 201 – 206.

164. Мильнер Е. Г. Формула жизни. Медико-биологические основы оздоровительной физической культуры. Москва: Физкультура и спорт, 1991. 112 с.

165. Минько А. А. Статистический анализ в MS Excel. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2004. 448 с.

166. Михайлов В. В. Роль внешнего дыхания в обеспечении максимальных величин потребления кислорода у спортсменов во время мышечной деятельности циклического типа // Кислородный режим организма и его регулирование. Киев: Наукова думка, 1966. С. 280-284.

167. Михайлов В. В., Панов Г. Н. Тренировка конькобежца-многоборца. Москва: Физкультура и спорт, 1975. 230 с.

168. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново: Ивановская гос. мед. академия, 2002. 290 с.

169. Михайлов В. М. Диагностическая значимость вариабельности ритма сердца и вариабельности длительности дыхательного цикла при проведении лечебно-оздоровительных и реабилитационных мероприятий // Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики: сб. науч. тр. / под ред. А. Н. Флейшмана. Новокузнецк, 2001. С. 232-237.

170. Михайлов В. М. Количественная оценка уровня здоровья в восстановительной медицине. Сочи: Нейрософт, 2005. 60 с.

171. Михайлов В. М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба. Иваново: Талка, 2008. 548 с.

172. Михайлов В. М. Оценка физической работоспособности лиц молодого возраста по данным велоэргометрии // Тез. докл. науч. конф. молодых ученых ИГМИ. Иваново, 1987. С. 47.

173. Михайлова Т. І. Фізіологічна оцінка функціональної (змагальної) готовності і придатності борців 9-16 років до ефективної спортивної діяльності: дис... канд. біол. наук: 01.00.13. Сімферополь, 2007. 197 с.

174. Мищенко В. С. Изменение физиологической реактивности системы дыхания как мера адаптации к напряженной мышечной тренировке на выносливость в спорте // Адаптация спортсменов к тренировочной и спортивной деятельности. Киев: КГИФК, 1984. С. 73-84.

175. Мищенко В. С. Свойства регуляции кислородтранспортной системы как отражение функционального потенциала организма спортсменов // Медико-биологические основы оптимизации тренировочного процесса в циклических видах спорта. Киев: КГИФК, 1980. С. 108-133.

176. Мищенко В. С. Физиологические механизмы долговременной адаптации системы дыхания человека под влиянием напряжённой мышечной деятельности: автореф. дис. ... доктора биол. наук : 13.00.04. Киев, 1984. 49 с.

177. Мищенко В. С. Функциональные возможности спортсменов. - Киев: Здоров'я, 1990. 200 с.

178. Мищенко В. С., Павлик А. И., Сиренко В. А. Функциональная подготовленность квалифицированных спортсменов: подходы к повышению специализированности оценки и направленному совершенствованию // Наука в олимпийском спорте. 1999. С. 61-69.

179. Міщук Д. М., Анікеєнко Л. В. Характеристики ігрових амплуа у сучасному класичному волейболі // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. Чернігів, 2014. Вип. 118(4). С. 118-121.

180. Мозжухин А. С. Характеристика функциональных резервов спортсмена. Ленинград: ГДОИФК, 1982. 94 с.

181. Морфология человека: учеб. пособие для студ. биолог. спец. вузов / под ред. Б. А. Никитюка, В. П. Чтецова. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 344 с.

182. Москатова А. К. Генотипическая оценка физиологических функций, определяющих спортивную работоспособность // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1988. С. 44-45.

183. Мошкевич В. С. Фотоплетизмография: (аппаратура и методы исследования). Москва: Медицина, 1970. 208 с.

184. Нагірний Ю. П. Фахова підготовка інженерів: діяльнісний підхід. Львів : ІНВП «Електрон», 1999. 310 с.

185. Науменко А. И., Скотников В. В. Основы электроплетизмографии. Ленинград: Медицина, 1975. 215 с.

186. Никитушкин В. Г. Комплексный контроль в подготовке юных спортсменов: монография. Москва: Физическая культура, 2013. 208 с.

187. Носко М. О., Данілов О. О., Маслов В. М. Особливості проведення тренувального процесу при заняттях зі студентами у групах спортивного удосконалення: [спортивні ігри] // 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.

188. Овакян М. А. Управление процессом подготовки высококвалифицированных боксеров в связи с особенностями взаимосвязи тренировочной и соревновательной деятельности : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Москва, 1983. 23 с.

189. Озолин Н. Г. Настольная книга тренера : наука побеждать. Москва: АСТ Астрель, 2004. 863 с.

190. Ольховская Е. А., Соловьева Е. В., Шкарин Вл. В. Исследование функции внешнего дыхания: учебно-методическое пособие. Нижний Новгород : Изд-во НижГМА, 2013. 56 с.

191. Орлов В. В. Плетизмография: методы и применение в экспериментальных и клинических исследованиях. Москва: изд-во Академии наук СССР, 1961. 251 с.

192. Ост'янов В. Н. Змагальна діяльність боксерів в важких і легких вагових категорій // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. Харків, 2010. №12. С. 94-98.

193. Павлов А. Е., Бороноев В. В., Омпоков В. Д. Исследование уровня тренированности организма спортсменов на диагностическом комплексе АПДК // Вестник Бурятского государственного университета. 2012. Вып. 4: Биология, география. С. 208-212.

194. Павлов И. П. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных / Полн. собр. соч. - Т. 3. - Кн. 1-2. - Москва-Ленинград: изд-во АН СССР. 1951. 675 с.

195. Павлов С. В., Козловська Т. І., Василенко В. Б. Оптико-електронні засоби діагностування патологій людини, пов'язаних з периферичним кровообігом: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2014. 140 с.

196. Парин В. В., Меерсон Ф. З. Напряжение миокарда и функциональный резерв сердца. Избр. тр. Т. 1. Кровообращение в норме и патологии. Москва: Наука, 1974. С. 69-83.

197. Педагогическое физкультурно-спортивное совершенствование: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. Ю. Д. Железняк. - 2-е изд., испр. Москва: Издательский центр «Академия», 2005. 384 с.

198. Пивоварова В. И., Фомин С. К. Влияние больших физических нагрузок на работоспособность лыжниц в подготовительном периоде // Лыжный спорт. Москва: Физкультура и спорт, 1981. В. 1. 39-42с.

199. Платонов В. Н. Адаптация в спорте. Киев: Здоров'я, 1988. 216 с.

200. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. Киев: Олимпийская литература, 1997. 584 с.

201. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. Киев: Олимпийская литература, 2004. 808 с.

202. Платонов В. Н. Теория и методика спортивной тренировки. - Киев: Вища школа, 1984. 352 с.

203. Половникова А. А., Пономарев С. Б. Оценка функционального состояния организма подростков-правонарушителей с различной формой воздействия за совершенные преступления // Саратовский научно-медицинский журнал. 2010. Т. 6. №4. С. 821-824.

204. Приймак С. Г. Варіабельність серцевого ритму та центральна гемодинаміка в забезпеченні адаптації до фізичних навантажень організму студентів, що спеціалізуються у волейболі // Вісник Черкаського університету імені Богдана Хмельницького. Серія Педагогічні науки. 2017. № 15. С. 92-101.

205. Приймак С. Г. Морфофункціональне забезпечення спортивно-педагогічної діяльності студентів // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Вип. 149. Серія: Педагогічні науки. Чернігів: ЧНПУ. 2017. № 149. С. 198-204.

206. Приймак С. Г. Морфофункціональне забезпечення спортивно-педагогічної діяльності студентів, що спеціалізуються у боксі // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. Умань: ВПЦ «Візаві». 2017. Вип. 2, Ч. 2. С. 159-173.

207. Приймак С. Г. Морфофункціональне забезпечення фізичної працездатності студентів, що спеціалізуються у волейболі, біатлоні, боксі // Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія «Педагогіка та психологія»: зб. наук. пр. Мукачево: МДУ. 2017. Випуск 2 (6). С. 154-157

208. Приймак С. Г. Морфофункціональні особливості організму студентів, що спеціалізуються у волейболі в залежності від ігрового амплуа // Наукові записки. Випуск 161. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. 2018. С. 148-156.

209. Приймак С. Г. Особливості властивостей темпераменту студентів, що займаються в групах спортивно-педагогічного удосконалення // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, V (53), Issue: 114, 2017. P. 40-43.

210. Приймак С. Г. Особливості тілобудови студентів, що спеціалізуються у боксі в залежності від вагових категорій // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Вип. 140. Серія: Педагогічні науки. Чернігів: ЧНПУ. 2016. № 140. С. 65-70.

211. Приймак С. Г. Особливості тілобудови студентів, що спеціалізуються у волейболі в залежності від ігрового амплуа // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Вип. 139. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. Чернігів: ЧНПУ. 2016. № 139 Т. I. С. 157-162.

212. Приймак С. Г. Соматологічні особливості тілобудови спортсменів

різних спеціалізацій // Вісник Запорізького національного університету: збірник наукових праць. Біологічні науки. Запоріжжя: Запорізький національний університет. 2016. №1. С. 93-102.

213. Приймак С. Г. Спектральний аналіз варіабельності серцевого ритму студентів, що займаються в групах спортивно-педагогічного удосконалення // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Вип. 144. Серія: Педагогічні науки. Чернігів: ЧНПУ. 2017. №144. С. 199-202.

214. Приймак С. Г. Спеціальна фізична працездатність студентів, що займаються в групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу // Наукові записки. Випуск 159. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. 2017. С. 113-119.

215. Приймак С. Г. Спеціальна фізична працездатність студентів, що спеціалізуються у боксі, в залежності від темпераментальних особливостей особистості // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Вип. 143. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. Чернігів: ЧНПУ. 2017. № 143. С. 81-85.

216. Приймак С. Г. Структура серцевого ритму та судинний тонус в залежності від фізичної працездатності студентів // Молодий вчений: наук. журн. Херсон: Гельветика. 2017. №6. С. 287-291

217. Приймак С. Г. Технологія перевірки функціонального стану серцево-судинної системи студентів, що займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з волейболу в базальних умовах // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Педагогічні науки». Херсон: Гельветика. 2017. Вип. LXXVI. Том 3. С. 155-161.

218. Приймак С. Г. Функціональне забезпечення спеціальної фізичної працездатності студентів, що займаються в групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Педагогічні науки». Херсон: Гельветика. 2017. Вип. LXXVIII. Том 2. С. 169-175.

219. Приймак С. Г. Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів, що займаються у групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу в базальних умовах // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Педагогічні науки». Херсон: Гельветика. 2017. Вип. LXXVII. Том 2. С. 209-214.

220. Приймак С. Г. Функціональний стан киснево-транспортної систе-



ми у студентів, що спеціалізуються у боксі // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Вип. 147. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. Чернігів: ЧНПУ. 2017. № 147. Т. 1. С. 175-181.

221. Приймак С. Г. Функціональний стан серцево-судинної системи студентів, що займаються в групах спортивно-педагогічного удосконалення // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, V (57), Issue: 129, 2017. P. 33–36.

222. Приймак С. Г., Власенко С. О., Савчин М. П., Заворотинський А. В., Федорченко О. С., Федорченко Т. М., Мошко Л. В. Нейродинамічний та психодинамічний базис темпераменту висококваліфікованих спортсменів // Вісник Запорізького національного університету: збірник наукових праць. Біологічні науки. Запоріжжя: Запорізький національний університет. 2015. №1. С. 119-129.

223. Приймаков А. А. Активность и взаимосвязи мышечной и сердечно-сосудистой систем в различных состояниях при мышечной деятельности у спортсменов // Физическое воспитание студентов. Харьков, ХООНОКУ-ХГАДИ. 2012. № 6. С. 93-99.

224. Приймак С. Г., Савчин М. П., Власенко С. О., Заворотинський А. В., Федорченко О. С., Федорченко Т. М., Мошко Л. В. Особливості нейродинаміки, психодинаміки та спеціальної фізичної працездатності боксерів і кікбоксерів // Вісник Запорізького національного університету: збірник наукових праць. Біологічні науки. Запоріжжя: Запорізький національний університет. 2015. №2. С. 152-166.

225. Приймак Сергій. Фізична працездатність студентів, що займаються в групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології: наук. журнал. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка. 2017. – № 6 (70). С. 130-141. (DOI 10.24139/2312-5993/2017.06/130-141)

226. Приймак Сергій. Функціональний стан кардіореспіраторної системи студентів, що спеціалізуються у боксі, при виконанні різноспрямованих фізичних навантажень // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології : наук. журнал. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка. 2017. – № 7 (71). С. 103-116. (DOI 10.24139/2312-5993/2017.07/103-116)

227. Про затвердження Порядку проведення клінічних випробувань лікарських засобів та експертизи матеріалів клінічних випробувань і Типового положення про комісії з питань етики: МОЗ України; Наказ від

23.09.2009 р. №690 [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1010-09/paran16>

228.Проніков О. К. Вдосконалення якості фізичного виховання учнів та підготовки майбутніх учителів фізичної культури // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки. 2015. Вип. 125. С. 405-408.

229.Разинкин С. М., Самойлов А. С., Фомкин П. А., Петрова В. В., Артамонова И. А., Крынцилов А. И., Семенов Ю. Н., Кленков Р. Р. Оценка показателей вариабельности сердечного ритма у спортсменов циклических видов // Спортивная медицина: наука и практика., 2015. №4. С. 46-55.

230.Рапацевич Е. С. Педагогика: Большая современная энциклопедия. Минск: Современное слово, 2005. 719 с.

231.Репников П. Н. Исследование максимальной аэробной производительности и методики ее тренировки у боксеров старших спортивных разрядов в соревновательном периоде: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Москва, 1977. 121 с.

232.Репников П. Н. Об оценке работоспособности боксера // Бокс Ежегодник. Москва: ФиС. 1984. С. 38-40.

233.Романенко В. А. Двигательные способности человека. Донецк: УКЦентр, 1999. 336с.

234.Романенко В. А. Диагностика двигательных способностей: учеб. пособ. для студ. биол. фак-тов. Донецк: ДонНУ, 2005. 290 с.

235.Романенко В. А. Психофизиологический статус студенток: монография. Донецк; Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 192 с.

236. Романенко В. А. Физиологические и методологические проблемы диагностики двигательных способностей человека в сфере физической культуры // Зб. наук. праць. Харків: ХХПІ. 2001. № 2. С.42-48.

237.Романенко В. А., Приймак С. Г. Психофизиологическая готовность спортсмена: диагностика и управление состоянием // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Випуск 35. Серія: педагогічні науки. Чернігів: ЧДПУ. 2006. №35. С. 116-117.

238.Романенко В. А., Приймак С. Г., Кузёмко Л. М. Личностные детерминанты физического статуса у молодых женщин // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Вип. 86. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. Чернігів: ЧДПУ. 2011. № 86. Т. 2. С. 114-117.

- 239.Рябыкина Г. В., Соболев А. В. Вариабельность ритма сердца. Москва: Оверлей, 2001. 200 с.
- 240.Савчин М. П. Тренованість боксера та її діагностика. Київ: Нора-прінт, 2003. 220 с.
- 241.Сальников В. Г., Ширинбеков Н. Р., Красносельский К. Ю., Александрович Ю. С. Фотоплетизмография и пульсовая оксиметрия. Место в практической и научной медицине. Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, ФГБУЗ КБ № 122 им. Л. Г. Соколова ФМБА России. 2008. 13 с.
- 242.Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме / перевод с англ. В. И. Кандрора, А. А. Рогова. Москва: Медгиз, 1960. 254 с.,
- 243.Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга / в кн.: Сеченов И. М., Павлов И. П., Введенский Н. Е. Физиология нервной системы. Избранные труды. Выпуск 1. Под общей редакцией академика К.М. Быкова. Москва: Государственное издательство медицинской литературы, 1952. С. 143–211.
- 244.Синяков А. Ф., Маркин В. П. О некоторых особенностях подготовки лыжниц-гонщиц // Лыжный спорт: [Сб.]. Москва, 1985. Вып. 1. с. 19-23.
- 245.Скорюкова Я. Г. Структурно-зв'язностна модель фотоплетизмографічного сигналу // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. 2014. № 2. С. 41-47.
- 246.Смирнов Ю. И. Основные свойства и показатели спортивной подготовленности: учебное пособие. Малаховка : Моск. обл. гос. ин-т физ. культуры. 1987. 48 с.
- 247.Солодков А. С. Адаптация в спорте: теоретические и прикладные аспекты // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1990. № 5. С. 3-5.
- 248.Солодков А. С. Физиологические аспекты адаптации моряков: лекция // Военно-мед. акад. им. С.М. Кирова. Ленинград, 1981. 46 с.
- 249.Солодков А. С. Физиологические основы адаптации к физиологическим нагрузкам : лекция. Ленинград: [б. и.], 1988. 38 с.
- 250.Солодков А. С. Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы ее коррекции: (часть 1) // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014. № 3 (109). С. 148-158.
- 251.Солодков А. С. Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы ее коррекции: (часть 2) // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2014. № 4 (110). С. 151-158.
252. Солодков А. С., Сологуб Е. Б. Физиология спорта: учебное

- пособие. Санкт Петербург: СПбГАФК им. П. Ф. Лесгафта, 1999. 231 с.
253. Солодков А. С., Сологуб Е. Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : учеб. для вузов физ. культуры. Изд. 2-е, испр. и доп. Москва: Олимпия пресс, 2005. 527 с.
254. Солопов И. Н. Адаптация к физическим нагрузкам и физическая работоспособность спортсменов. Волгоград: ВГАФК, 2001. 80 с.
255. Солопов И. Н. Восприятие и произвольный контроль основных параметров внешнего дыхания у человека. Волгоград: ВГАФК, 1998. 183 с.
256. Солопов И. Н. Специфические восприятия при спортивной деятельности. Волгоград: ВГАФК, 2007. 184 с.
257. Солопов И. Н. Физиологические эффекты методов направленного воздействия на дыхательную функцию человека. Волгоград: ВГАФК, 2004. 220с.
258. Солопов И. Н. Функциональная подготовленность и функциональная подготовка спортсменов // Проблемы оптимизации функциональной подготовленности спортсменов. Вып. 3. Волгоград: ВГАФК. 2007. С. 4-12.
259. Солопов И. Н., Горбанева Е. П., Чемов В. В., Шамардин А. А., Медведев Д. В., Камчатников А. Г. Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов: монография. - Волгоград: ФГБОУ ВПО «ВГАФК», 2010. 346 с.
260. Солопов И. Н., Иванов Л. В., Герасименко А. П. Оптимизация функциональной подготовленности человека посредством дыхания с сопротивлением при мышечных нагрузках // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях. Тверь, 1993. С. 98-105.
261. Солопов И. Н., Садовников Е. С. Произвольный контроль дыхания в тренировочной и соревновательной деятельности пловцов: учебно-методическое пособие. Волгоград: ВГАФК, 2000. 32 с.
262. Солопов И. Н., Сентябрев Н.Н., Горбанева Е.П., Камчатников А.Г., Лиходеева В.А., Серединцева Н.В., Суслина И.В., Медведев Д.В. Функциональные свойства подготовленности спортсменов и их оптимизация. Волгоград: [б. и.], 2009. 183 с.
263. Солопов И. Н., Шамардин А. И. Функциональная подготовка спортсменов: монография. Волгоград: ПринТерра-Дизайн, 2003. 263 с.
264. Сонькин В. Д. Проблема оценки физической работоспособности // Вестник спортивной науки. 2010. № 2. С. 37-42.
265. Сонькин В. Д. Энергетика оздоровительных упражнений // Теория

и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1991. № 2. С. 32-39.

266. Сонькин В. Д. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности школьника: автореф. дис... доктора. биол. наук : 03.00.13. Москва, 1990. 50 с.

267. Сонькин В. Д., Зайцева В. В., Тиунова О. В. Проблема тестирования в оздоровительной физической культуре // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1993. № 8. С. 7-13.

268. Спортивная медицина (руководство для врачей) / под ред. А. В. Чоговадзе, Л. А. Бутченко. Москва: Медицина, 1984. С. 29.

269. Спортивная морфология: учебное пособие / Г. Д. Алексанянц, В. В. Абушкевич, Д. Б. Тлехас, А. М. Филенко, И. Н. Ананьев, Т. Г. Гричанова. Москва : Советский спорт, 2005. 92 с.

270. Спортивная физиология: учеб. для ин-тов физ. культуры: доп. Ком. по физ. культуре и спорту при Совете Министров СССР / общ. ред. Коц Я. М. Москва: ФиС, 1986. 240 с.

271. Суворова Т. І. Система контролю фізичного стану дівчат 11–17 років у процесі фізичного виховання: автореф. дис. ... канд. наук з фіз. вих. і спорту: 24.00.02. Львів, 2003. 20 с.

272. Судаков А. С., Судзиловский Ф. В. Адаптивные морфофункциональные перестройки // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1996. №7. С. 23-26.

273. Судаков К. В. Информационный принцип в физиологии: анализ с позиций общей теории функциональных систем // Успехи физиологических наук. 1995. Т. 26. №4. С. 3-27.

274. Судаков К. В. Общие закономерности системогенеза // Теория системогенеза. Москва, 1997. С. 7-92.

275. Судаков К. В. Теория функциональных систем. Москва: РАН, 1996. 235 с.

276. Суслов Ф. П. Проблемы общей выносливости в системе подготовки спортсменов // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1997. № 7. С. 38-41.

277. Сучилин А. А. Теоретико-методологические основы подготовки резерва для профессионального футбола: монография. Волгоград: ВГАФК, 1997. 237 с.

278. Сущенко Л. П. Теоретико-методологічні засади професійної підготовки майбутніх фахівців фізичного виховання та спорту у вищих навчаль-

- них закладах: автореф. дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04. Київ, 2003. 46с.
- 279.Сычев О. С., Жаринов О. И. Вариабельность сердечного ритма: физиологические механизмы, методы исследования, клиническое и прогностическое значение. Руководство по кардиологии; под ред. В. Н. Коваленко. Киев: МОРИОН, 2008. С. 299-307.
- 280.Терентьева Н. О., Проніков О. К. Проектування підготовки фахівців за освітньо-науковими програмами (науки про освіту) // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. 2016. Вип. 137. С. 54-57.
- 281.Терехова Л. Г. Практические вопросы сфигмографии. Ленинград: Медицина, 1968. 118 с.
- 282.Терехова Л. Г., Титков Е. С. Исследование количественной оценки кровенаполнения сосудов по данным реоплетизмограммы // Кардиология. 1971. №12. С. 107-111.
- 283.Туманян Г. С., Мартиросов Э. Г. Телосложение и спорт. Москва: Физкультура и спорт, 1976. 239 с.
- 284.Тюленьков С. Ю. Теоретико-методические аспекты управления подготовкой высококвалифицированных футболистов: автореф. дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04. Москва, 1996. 44 с.
- 285.Тюленьков С. Ю. Управление подготовкой футболистов высокой квалификации (теоретико-методические аспекты). Москва: МГИУ, 1998. 290 с.
- 286.Усанов Д. А., Протопопов А. А., Бугаева И. О. Устройство оценки риска возникновения сердечно-сосудистой недостаточности при физической нагрузке // Медицинская техника. 2012. № 2. С. 36.
- 287.Фам Чонг Тхань. Исследование значения экономизации в тренировке пловцов: автореф. дис. ... канд. пед. наук :13.00.04. Москва, 1970. 21 с.
- 288.Фарфель В. С. Управление движениями в спорте. Москва: Физкультура и спорт, 1975. 207 с.
- 289.Фарфель В. С. Физиологическая классификация поз и разных видов мышечной деятельности / Физиология человека: учебник для институтов физической культуры / под ред. Н. В. Зимкина. Москва: ФиС, 1975. С. 336-349.
- 290.Фарфель В. С. Физиологическая характеристика видов спорта со стереотипной нециклической структурой движения / Физиология человека: учебник для институтов физической культуры / под ред. Н. В. Зимкина. Москва: ФиС, 1975. С. 416-435.

291. Федоров Д. Ю. Пути повышения спортивного мастерства в институтах физической культуры (анализ и перспективы) // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 1996. № 12. С. 59.
292. Физиология мышечной деятельности: учебник для ин-тов физической культуры / под ред. Я. М. Коца. Москва: ФИС, 1982. 446 с.
293. Филимонов В. И., Нигмедзянов Р. А. Бокс, кикбоксинг, рукопашный бой (подготовка в контактных видах единоборств). Москва: ИНСАН, 1999. 416 с.
294. Фискалов В. Д. Теоретические основы и организация подготовки спортсменов. Волгоград: ВГАФК, 2010. 279 с.
295. Флейшман А. Н. Медленные колебания гемодинамики. Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. 264 с.
296. Фомин В. С. Структура функциональной подготовленности спортсмена/ Функциональные резервы спортсменов различной квалификации и специализации. Ленинград: ГДОИФК, 1986. С.15- 19.
297. Фомин В. С. Физиологические основы управления подготовкой высококвалифицированных спортсменов. Москва: МОГИФК, 1984. 64 с.
298. Фомин Е. В., Булыкина Л. В., Суханов А. В. Техничко-тактическая подготовка волейболистов: методическое пособие. Москва: ВФВ. 2012. 56 с.
299. Хапко В. Е., Маслов В. Н. Совершенствование мастерства волейболистов. Киев: Здоров'я, 1990. 125 с.
300. Хаспекова Н. Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга: дисс. ... докт. мед. наук : 03.00.13. Москва, 1996. 236 с.
301. Черниговский В. Н. Деятельность висцеральных систем как особая форма поведения // Физиологический журнал СССР им. И.М.Сеченова. 1986. Т. 72, №1, С. 20-31.
302. Черниговский В. Н. Нейрофизиологический анализ кортико-висцеральной рефлекторной дуги. Ленинград: Наука, 1967. 110 с.
303. Шамардин А. А. Оптимизация функциональной подготовленности футболистов. Волгоград: ВГАФК, 2000. 276 с.
304. Шамардин А. А., Чёмов В. В., Шамардин А. И., Солопов И. Н. Применение эргогенических средств в подготовке спортсменов. Саратов: Научная книга, 2008. 209 с.

305. Шамардин А. И., Солопов И. Н., Комаров А. П., Серединцева Н. В., Герасименко А. П. Оптимизация восстановительных процессов в футболе : учебно-методическое пособие. Волгоград: ВГАФК, 2000. 50 с.

306. Шамардин В. Н., Савченко В. Г. Футбол: учебное пособие. Днепропетровск : Пороги, 1997. 238 с.

307. Шарпан О. Б. Оценка точности измерения времени и скорости распространения пульсовой волны по смещению анакрот центрального и периферического пульса // Электроника и связь. 2004. № 22. С. 36-39.

308. Шварц В. Б. Медико-биологические критерии спортивной ориентации и отбора детей по данным близнецовых и лонгитудинальных исследований: автореф. дис. ... доктора мед. наук. Ленинград, 1991. 54 с.

309. Шевченко А. Зміст педагогічних компонентів готовності майбутніх учителів фізичної культури до професійної діяльності // Наукові записки: Серія: Педагогічні науки. Кіровоград: Імекс-ЛТД, 2013. Вип. 123. Т. II. С. 376-380.

310. Шевяков О., Славська Я., Алфьоров О. Фахівець з фізичної культури: психолого-педагогічні характеристики // Спортивний вісник Придніпров'я. 2016. № 3. С. 248-252.

311. Шелков О. М., Булкин В. А. Диагностика состояний спортсменов при подготовке их к соревнованиям // Тенденции развития спорта высших достижений и стратегия подготовки высококвалифицированных спортсменов в 1997-2000 гг.: мат. Всерос. научно-практич. конференции. Москва, 1997. С. 436-440.

312. Шиян В. В. Совершенствование специальной выносливости борцов. Москва: ФОН, 1997. 166 с.

313. Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов : монография. Ижевск: Удмуртский университет, 2009. 255 с.

314. Шлык Н. И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. Ижевск: Филиал издательства Нижегородского университета, 1991. 418 с.

315. Шлык Н. И., Сапожникова Е. Н., Шумихина И. И. О физиологической норме ВСР у детей с разной активностью вегетативной регуляции // XX Съезд физиологического общества им. И. П. Павлова: тез. докл. Москва: Издат. дом «Русский врач», 2007. С. 492.

316. Шурыгин И. А. Мониторинг дыхания: пульсоксиметрия, капнография, оксиметрия. Санкт Петербург: Невский Диалект; Москва: БИНОМ, 2000. 301 с.



317. Юхно Ю. А., Сергиенко К. Н., Острожной К. В. Особенности технической подготовки боксеров в Национальном университете физического воспитания и спорта Украины // Проблемы и перспективы развития спортивных игр и единоборств в высших учебных заведениях : электрон. науч. конф. (15 янв. 2005 г.) : [сб. ст.] / Харьков. гос. акад. физ. культуры [и др.]. Харьков, 2005. С. 179-181.

318. Яблчанский Н. И., Мартыненко А. В. Вариабельность сердечного ритма: в помощь практическому врачу. Харьков: КНУ, 2010. 131 с.

319. Яковлев Б. П. Исследование психической нагрузки в спортивной деятельности // Наука в Олимпийском спорте. 2002. №3. С.135-142.

320. Яковлев Б. П. Психическая нагрузка: практические аспекты ее исследования в условиях спортивной деятельности // Теория и практика физической культуры. Москва: Физкультура и спорт. 2000. №5. С. 25-28.

321. Яковлев Н. Н. Биохимия спорта. Москва: Физкультура и спорт, 1974. 286 с.

322. Яковлев Н. Н. Химия движений. Молекулярные основы мышечной деятельности. Ленинград: Наука, 1983. 191 с.

323. Яружный Н. В. Структура и контроль физической работоспособности в командных игровых видах спорта : автореф. дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04. Москва, 1993. 45 с.

324. Astrand P.-O., Rodahl K. Textbook of physiology. Chapt 7. Respiration. N.Y.- London, 1970. P. 185-235.

325. Astrand P.-O., Ryhming J.A. Nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work / J. Appl. physiol. 1954. V.7, №13. P. 218-221.

326. Bolleau R. A., McKeown B. C., Riner W. F. Int. J. Sports Cardiol., 1984. v 1. N 2. pp. 67-75.

327. Botin R. et all. Measures Comparees de la consommation maximum d'O<sub>2</sub> par paliers de 2 ou de 3 minutes / Internationale Zeisschrift fur Angewandte Physiologie. 1986. № 26. P. 355-362.

328. Brodie D. A., Eston R. G. J. Physiol. (London). 1984, v. 354, №1. pp. 74 79.

329. Busjahn A., Voss A., Knoblauch H., Knoblauch M., Jeschke E., Wessel N., Bohlender J., McCarron J., Faulhaber HD., Schuster H., Dietz R., Luft FC. Angiotensin-converting enzyme and angiotensinogen gene polymorphism and heart rate variability in twins // American Journal of Cardiology. 1998. March 15. Vol. 81(6). P. 755-760.

330. Busse R., Bauer R. D., Schabert A., et al. // Basic. Res. Cardiol. 1979. Vol. 74. P. 545-554.

331. Doppler Ch. Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels // Prag, Borrosch & Andre. 1842. 18 p.

332. Dorlas J. C., Nijboer J. A. Photo-electric plethysmography as a monitoring device in anaesthesia. Application and interpretation // Br. J. Anaesth. 1985. Vol. 57. P. 524-530.

333. EEC (1986). Council Directive 86/609/EEC of 24 November 1986 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States regarding the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. Official Journal of the European Communities, L358, 1-29.

334. Goldberger A. Is the normal heartbeat chaotic or homeostatic? News in Physiological Sciences, 1991:6:87-91.

335. Gollasch M., Tank J., Luft FC., Jordan J., Maass P., Krasko C., Sharma AM., Busjahn A., Bahring S. The BK channel beta1 subunit gene is associated with human baroreflex and blood pressure regulation // Journal of hypertension. 2002. May. Vol. 20 (5). P. 927-933.

336. Heart rate variability in elite American track-and-field athletes / D. J. Berkoff [et al.] // J. Strength Cond. Res. 2007. Vol. 21, № 1. P. 227-231.

337. Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use. Task force of the European of cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. 1996. V.93. P. 1043-1065.

338. Hee S. P. Electronic pulse feeling for practice of diagnosis in oriental medicine: пат. 4066066 США, МКИ А 61 И 5102, №627356; заявл. 30.10.75; опубли. 03.01.78.

339. Hertzman A. B. Observations of the finger volume pulse recorded photo- electrically / A.B. Hertzman, C. Spealman // Am. J. Physiol. 1937. Vol. 119. P. 334-335.

340. Holloway Jr., G.A. Laser Doppler measurement of cutaneous blood flow / G.A. Holloway Jr., D.W. Watkins // J. Invest. Dermatol. 1977. Vol. 69, No 3. P. 306309.

341. Karlsson J., Saltin B. J. Appl. Physiol. 1970. v. 29. №5. pp. 598-602.

342. Lee C.T., Wei L.Y. Spectrum Analysis of Human Pulse // IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 1983, vol. BME-30, n. 6. p.348 -352.

343. Malmivuo J. Plonsey R. Bioelectromagnetism, Principles and

Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields. New York Oxford: Oxford University Press, 1995. P. 405-416.

344. Margaria R. Assessment of Physical Activity in Oxidative and Anaerobic Maximal Exercise // *Int. Z. Angew. Physiol. einsch. Arbeit-Sphysiol.* 1966. V.22. P. 115-124.

345. Nilsson G. E., Tenland T., Oberg P. A. A new instrument for continuous measurement of tissue blood flow by light beating spectroscopy // *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 1980. Vol. 27, No 1. P. 2-9.

346. Nowacki P. E. Die Bedeutung der modernen kardiorespiratorischen Funktionsdiagnostik für jugendliche Leistungssportler und ihre Trainer // *Sportärztliche und Sportpädagogische Betreuung. Beiträge zur Sportmedizin.* 1978. Bd. 8. S.153-178.

347. O'Rourke P. L. The arterial pulse in health and disease // *Amer. Heart J.* 1971. № 82. p. 687-702.

348. Parin V. V., Baevsky R. M., Gazenko O. G. Heart and circulation under space conditions. *Cor et Vasa*, 1965, 7 (3), p.165-184

349. Paulus M. P., Potterat E. G., Taylor M. K. et al. A neuroscience approach to optimizing brain resources for human performance in extreme environments // *Neurosci Biobehav Rev.* 2009. Vol. 33, №7. P. 1080-8.

350. Peura R. A. "Blood pressure and sound," in J. B. Webster, *Medical instrumentation. Application and Design.* New York: Wiley&Sons, 1998, pp. 287-331.

351. Pimiental N. A., Sawka M. N., Billings D. S., Trad L. A. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1984. v. 16, N 5. pp. 360-365.

352. Pirnay F. et al. editors. Comparaison de deux methodes de mesure de la consommation maximum d'oxygene // *Internationale Zeitschrift für Angewandte Physiologie.* 1986. № 23. P.203-210.

353. Priymak S. G., Terentjeva N. O. Somatologic characteristics of biathlon students' body constitution in predicting of their successfulness. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2017; 21(4): 192-199. doi:10.15561/18189172.2017.0408

354. Rosenbloom A. L, Tanner J M (1998). «Misuse of Tanner Puberty Stages to Estimate Chronologic Age». *Pediatrics* 102 (6): 1494.

355. Shihara N., Yasuda K., Moritani T., Ue H., Uno M., Adachi T., Nuno K., Seino Y., Yamada Y., Tsuda K. Synergistic effect of polymorphisms of uncoupling protein 1 and beta3-adrenergic receptor genes on autonomic nervous system activity. // *International journal of obesity and related metabolic disorders*

// Journal of the International Association for the Study of Obesity. 2001. January. Vol. 25 (6). P. 761-766.

356. Sinnreich R., Friedlander Y., Luria MH., Sapoznikov D., Kark JD. Inheritance of heart rate variability: the kibbutzim family study // Human genetics. 1999. December. Vol. 105 (6). P. 654-661.

357. Sinnreich R., Friedlander Y., Sapoznikov D., Jeremy D., Kark JD. Familial aggregation of heart rate variability based on short recordings - the kibbutzim family study // Human Genetics. 1998. Vol. 103. Issue 1. P. 34-40.

358. Sjöstrand T. Changes in the respiratory organs of work-men at one oresmelting work // Acta Med. Scand. 1947. V. 196. P. 687-699.

359. Sjöstrand T. Changes in the Respiratory Organe of Workmen at one Oresmelting Work // Acta Med. Scand. 1947. - Suppl. 196. P. 687-699.

360. Sztajzel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system // Swiss Med. System. 2004. Vol. 134. P. 514-522.

361. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standarts of Measurement. Physiological interpretation and clinical use // Circulation. 1996. V. 93. P. 1043-1065.

362. Taylor M. K., Saseen K.P., Mujica-Parodi L.R. et al. Neurophysiologic methods to measure stress during survival, evasion, resistance, and escape training // Environ Med. 2007. Vol. 78. P. 224-230.

363. Wahlund H. Determination of the Physical Working Capacity // Acta Med. Scand. 1948. Suppl. 215. - P. 132.

364. Wasserman K. Breathing during exercise // The new England Journal of Medicine. 1978. V. 298. No. 14. P. 780-789.

365. Withers R.T., Maricic Z., Wasilemaki S., Kelly L. Match analysis of Australian professional Soccer players // Journal of Human Movement Studies, 1982. N 7. P. 159-176.

366. World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. World Medical Association. JAMA. 2013; 310(20) : 2191-2194.

## ДОДАТКИ

Додаток 1

**Потужність I-го навантаження ( $\dot{W}_1$ ,  $\text{кГм} \cdot \text{хв}^{-1}$ ),  
що рекомендується для визначення  $\text{PWC}_{170}$   
у спортсменів різних спеціалізацій і маси тіла [110]**

Види спорту	Маса тіла, кг						
	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	$\geq 85$
Швидкісно-силові і складнокоординаційні	300	400	500	500	500	600	600
Ігрові та єдиноборства	300	400	500	600	700	800	800
«На витривалість»	500	600	700	800	900	900	1000

Додаток 2

**Потужність II-го навантаження для визначення  $\text{PWC}_{170}$  [110]**

Потужність I навантаження ( $\dot{W}_1$ ), $\text{кГм} \cdot \text{хв}^{-1}$	Потужність II навантаження ( $\dot{W}_2$ ), $\text{кГм} \cdot \text{хв}^{-1}$			
	ЧСС при $\dot{W}_2$ , $\text{ск} \cdot \text{хв}^{-1}$			
	90-99	100-109	110-119	120-129
300	1000	850	700	600
400	1200	1000	800	700
500	1400	1200	1000	850
600	1600	1400	1200	1000
700	1800	1600	1400	1200
800	1900	1700	1500	1300
900	2000	1800	1600	1400

Додаток 3

**Фізична працездатність, визначена за допомогою проби  $\text{PWC}_{170}$   
у нетренованих осіб різної статі [27]**

Показник	Чоловіки	Жінки
Вік, років	23,9 $\pm$ 6,1	24,1 $\pm$ 2,6
$\text{PWC}_{170}$ , $\text{кГм} \cdot \text{хв}^{-1}$	1001 $\pm$ 136	640 $\pm$ 105
$\text{PWC}_{170}$ , $\text{кГм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	14,4 $\pm$ 2,7	10,2 $\pm$ 1,6

## Фізична працездатність у спортсменів різних спеціалізацій [110]

Види спорту	PWC <sub>170</sub>		Вік, років
	кГм·хв <sup>-1</sup>	кГм·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Біатлон	1930±117	27,7±1,9	25,9±3,9
Лижні перегони	1760±305	25,7±4,6	23,1±4,8
Ковзанярський спорт	1710±284	24,0±3,5	21,8±3,2
Сучасне п'ятиборство	1709±242	23,5±3,0	23,7±3,3
Біг на середні дистанції	1676±190	24,1±4,9	21,0±2,0
Велосипедний спорт	1676±296	22,7±2,8	21,4±3,9
Гребля академічна	1651±235	19,0±3,0	20,3±3,9
Плавання	1642±217	22,9±3,0	19,9±1,3
Спортивна ходьба і марафонський біг	1605±239	23,1±3,6	26,9±3,5
Водне поло	1865±302	22,4±3,6	23,9±2,8
Баскетбол	1705±280	19,3±2,7	22,9±3,5
Фігурне катання на ковзанах	1672±379	24,5±3,0	21,9±3,8
Футбол	1618±296	21,6±2,8	23,7±3,8
Хокей	1428±217	20,1±2,7	22,3±3,4
Боротьба	1370±310	18,6±2,8	20,1±1,8
Бокс	1360±335	20,2±2,4	23,0±2,7
Теніс	1260±286	18,4±3,2	20,4±2,8
Легка атлетика (метання молота, диска, списа)	1571±377	14,6±3,6	22,9±4,0
Парусний спорт	1466±211	19,0±2,8	26,8±5,4
Стрибки у воду	1198±243	17,8±2,2	19,7±1,8
Важка атлетика	1135±20	15,3±2,3	22,6±3,1
Кінний спорт	1115±161	15,6±1,6	27,7±0,8
Спортивна гімнастика	1044±150	16,5±2,0	21,2±2,9

**Оцінка фізичної працездатності по тесту PWC<sub>170</sub> (кГм·хв<sup>-1</sup>)  
у кваліфікованих спортсменів [27]**

Маса тіла, кг	Оцінка фізичної працездатності				
	низька	нижче за середню	середня	вище за середню	висока
<b>Спортсмени, що тренуються «на витривалість»</b>					
60-69	< 1199	1200-1399	1400-1799	1800-1999	> 2000
70-79	< 1399	1400-1599	1600-1999	2000-2199	> 2200
80-89	< 1546	1550-1749	1750-2149	2150-2349	> 2350
<b>Спортсмени, що займаються ігровими видами спорту і єдиноборствами</b>					
60-69	< 999	1000-1199	1200-1599	1600-1799	> 1800
70-79	< 1149	1150-1349	1350-1749	1750-1949	> 1950
80-89	< 1299	1300-1499	1500-1899	1900-2099	> 2100
<b>Спортсмени, що займаються швидкісно-силовими і складно-координаційними видами спорту</b>					
60-69	< 699	700-899	900-1299	1300-1499	> 1500
70-79	< 799	800-999	1000-1399	1400-1599	> 1600
80-89	< 899	900-1099	1100-1499	1500-1699	> 1700

**Діапазон коливань величин PWC<sub>170</sub>  
у спортсменів різної кваліфікації і спеціалізації [27]**

Групи видів спорту	Спортивний розряд			Кандидати у майстри спорту	Майстри спорту
	третій	другий	перший		
«На витривалість»	900-1400	1000-1500	1150-1650	1300-1800	1450-1950
Ігрові, єдиноборства	900-1300	950-1350	1050-1450	1150-1550	1200-1600
Швидкісно-силові, складнокоординаційні	900-1200	900-1200	950-1250	950-1250	1000-1300

## Фізична працездатність у спортсменок різних спеціалізацій [27]

Види спорту	PWC <sub>170</sub>		Вік, років
	кГм·хв <sup>-1</sup>	кГм·хв <sup>-1</sup> · кг <sup>-1</sup>	
	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$
Легка атлетика (метання молота, диска, списа)	1106±211	12,7±2,0	24,1±3,9
Велосипедний спорт	1074±144	17,2±2,2	19,0±1,4
Біг на середні дистанції	1046±73	19,3±1,3	23,3±3,9
Підводне плавання	937±209	15,4±2,9	17,1±1,6
Фігурне катання на ковзанах	932±191	19,8±2,8	18,7±2,3
Лижні перегони	899±117	15,1±2,2	19,5±1,2
Плавання	880±172	14,3±1,5	18,0±1,9
Аеробіка	799±128	13,8±2,2	22,9±5,9
Стрибки у воду	710±112	13,5±1,9	19,5±3,2
Спринтерський біг	626±43	10,8±1,5	20,3±0,4



### Взаємозв'язок соматометричних індексів зі складовими тілобудови студенток, які займаються в групі СПУ з біатлону

Показник	Стаж занять, міс	Маса тіла / поверхня тіла	Довжина ноги / довжина тулу- бд, %	Довжина ноги / довжина тіла, %	Довжина тіла, см	Длина корпусу, см	Довжина тулу- бд, см	Маса тіла, кг	Довжина ноги, см	Довжина руки, см	F <sub>max</sub> (К)	F <sub>max</sub> (С)	ЖСЛ, мл	Обхват грудної клітки				
														У положенні відоменого спокую, см	У положенні максимального вдишу, см	У положенні максимального вдишу, см	Екскурія грудної клітки, см	
Індекс Кетле, г·см <sup>-1</sup>	-0,133	*** 0,978	-0,317	-0,359	-0,523	0,186	-0,338	*** 0,870	-0,481	0,398	-0,173	-0,283	0,057	*	**	*	0,227	
Індекс Ерісмана, ум. од.	-0,541	** 0,803	-0,482	-0,444	* -0,588	0,248	-0,078	* 0,582	-0,575	0,072	-0,471	*	0,221	***	**	***	-0,164	
Індекс Пін'є, ум. од.	0,384	*** -0,931	0,501	0,451	* 0,656	-0,231	0,101	* -0,690	*	0,603	-0,136	0,383	0,509	-0,115	***	**	***	0,060
Коефіцієнт пропор- ційності тіла, ум. од.	* 0,609	-0,386	*** 0,906	*** 0,997	0,224	-0,942	-0,189	-0,317	*** 0,946	-0,188	0,289	0,053	0,220	-0,431	-0,338	-0,469	0,248	
Індекс Ліві, ум. од.	-0,526	** 0,819	-0,495	-0,450	* -0,622	0,242	-0,082	0,571	* -0,591	0,053	-0,468	*	0,191	***	**	***	-0,168	
Індекс стегні, ум. од.	0,343	*** -0,955	0,447	0,444	* 0,610	-0,242	0,214	** -0,764	*	0,583	-0,238	0,336	0,492	-0,115	***	***	***	-0,043
Життєвий індекс, мл·кг <sup>-1</sup>	-0,360	-0,348	0,340	0,343	0,337	-0,235	0,110	-0,154	0,409	-0,070	-0,449	-0,275	*** 0,913	0,131	-0,079	0,101	-0,384	
Силовий індекс	(F <sub>max</sub> (К), кг маса тіла, кг <sup>-1</sup> ) × 100, ум. од.	0,473	-0,424	0,448	0,403	0,352	-0,283	-0,126	-0,273	0,459	-0,164	*** 0,966	*	-0,493	-0,555	-0,340	-0,557	0,428
	(F <sub>max</sub> (С), кг маса тіла, кг <sup>-1</sup> ) × 100, ум. од.	0,463	-0,495	0,168	0,138	0,407	0,005	0,136	-0,323	0,246	0,084	0,559	*** 0,976	-0,352	**	*	**	0,100
Індекс скелії (за Манувріє), ум. од.	* 0,606	-0,388	*** 0,905	*** 0,996	0,223	*** -0,942	-0,187	-0,320	*** 0,945	-0,192	0,285	0,051	0,222	-0,432	-0,341	-0,470	0,243	
Кормічний індекс, ум. од.	* -0,639	0,372	*** -0,921	*** -1,000	-0,241	0,939	0,215	0,282	*** -0,953	0,144	-0,328	-0,075	-0,200	0,419	0,302	0,462	-0,313	

**Умовні позначки:**

\* – статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p < 0,05$ ; \*\* – статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p < 0,01$ ;

\*\*\* – статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p < 0,001$ .

## Взаємозв'язок соматометричних індексів зі складовими тілобудови студентів, які займаються в групі СПУ з біатлону

Показник	Стаж занять, міс	Маса тіла / поверхня тіла	Довжина ноги / довжина гугуба, %	Довжина ноги / довжина тіла, %	Довжина тіла, см	Длина корпусу- са, см	Довжина тулу- ба, см	Маса тіла, кг	Довжина ноги, см	Довжина руки, см	F <sub>max</sub> (К)	F <sub>max</sub> (С)	ЖЄЛ, мл	Обхват грудної клітки			Екскурсія грудної клітки, см	
														У положенні відносного споккою, см	У положенні максимального вдиху, см	У положенні максимального видиху, см		
Індекс Кетле, г·см <sup>-1</sup>	0,431	***	**	-0,381	*	***	***	***	0,111	0,341	**	0,413	**	***	***	***	0,097	
Індекс Ерісмана, ум. од.	0,344	***	*	-0,544	-0,261	0,252	0,155	0,243	**	-0,283	0,172	0,284	0,402	***	***	***	0,001	
Індекс Пінн'є, ум. од.	-0,426	***	**	0,635	0,590	-0,003	*	-0,376	**	0,357	0,094	*	-0,341	-0,438	***	***	***	0,119
Коефіцієнт пропорційності тіла, ум. од.	**	*	**	***	0,238	**	-0,306	-0,200	***	0,228	-0,331	-0,169	-0,364	-0,404	-0,454	*	-0,460	-0,077
Індекс Ліві, ум. од.	0,332	*	*	*	-0,284	0,231	0,136	0,228	*	-0,301	0,165	0,279	0,384	***	***	***	-0,016	
Індекс стени, ум. од.	*	***	**	*	-0,302	**	**	***	0,110	-0,187	**	-0,443	**	***	***	***	-0,062	
Життєвий індекс, мл·кг <sup>-1</sup>	0,346	0,039	-0,388	-0,322	0,003	0,265	0,261	0,025	-0,193	0,131	-0,092	0,267	***	0,308	0,426	0,124	**	
Сило- вий індекс	(F <sub>max</sub> (К) · кг · маса тіла, кг <sup>-1</sup> ) × 100, ум. од.	0,269	-0,080	-0,126	-0,241	-0,024	-0,102	-0,183	-0,286	-0,039	**	0,211	-0,227	-0,191	-0,119	-0,142	0,019	
	(F <sub>max</sub> (С) · кг · маса тіла, кг <sup>-1</sup> ) × 100, ум. од.	0,084	-0,162	-0,021	-0,017	-0,274	-0,208	-0,141	-0,269	-0,190	0,043	***	0,035	-0,047	-0,019	-0,121	0,183	
Індекс скелії, ум. од.	-0,588*	-0,502	0,879	0,999	0,237	-0,625	-0,306	-0,201	***	0,764	0,227	-0,333	-0,170	-0,364	-0,406	*	*	-0,078
Кормічний індекс, ум. од.	**	0,489*	***	***	-0,247	**	0,299	0,187	***	-0,237	0,319	0,152	0,357	0,389	0,438	0,445	0,073	
	0,583	-0,877	-1,000		0,617				-0,771									

**Умовні позначки:** \* – статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p < 0,05$ ; \*\* – статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p < 0,01$ ; \*\*\* – статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні  $p < 0,001$ .

**Функціональний стан серцево-судинної системи у студентів, що займаються в групі СПУ з волейболу у базальних умовах і після виконання проби PWC<sub>170</sub>**

Показники	Стан визначення	Ліберо	Центральні блокуючі	Зв'язуючі гравці	Крайні нападники	Діагональні нападники
ЧСС, ск. · хв <sup>-1</sup>	Базальні умови	61,57 ±11,24	63,23 ±4,19	70,90 ±6,90	68,21 ±7,02	61,88 ±9,77
SpO <sub>2</sub> , %	Базальні умови	96,75 ±1,06	97,33 ±1,40	97,16 ±1,44	97,39 ±1,16	97,50 ±1,58
	Після II-го навантаження	95,56 ±1,32	95,93 ±1,93	95,51 ±1,08	95,71 ±0,93	96,68 ±1,12
	Через 7 хв після II-го навантаження	96,83 ±1,08	96,73 ±0,62	96,74 ±0,52	96,42 ±0,48	96,92 ±1,11
AT <sub>max</sub> , мм рт. ст.	Базальні умови	130,67 ±5,69	135,25 ±2,06	120,50 ±5,20	124,64 ±7,61	137,00 ±11,64
	Після II -го навантаження	178,67 ±18,88	196,50 ±24,20	160,50 ±4,36	180,55 ±31,27	169,50 ±33,91
	Через 7 хв після II -го навантаження	136,33 ±10,79	159,00 ±22,26	138,50 ±7,14	146,64 ±17,09	145,00 ±21,46
AT <sub>вас2</sub> , мм рт. ст.	Базальні умови	80,00 ±6,93	87,50 ±9,29	78,25 ±8,30	78,91 ±5,74	86,60 ±6,19
	Після II -го навантаження	88,33 ±2,52	97,75 ±16,88	88,75 ±14,52	94,64 ±7,94	86,75 ±10,21
	Через 7 хв після II -го навантаження	84,67 ±3,79	93,50 ±8,06	86,00 ±3,74	89,82 ±9,91	87,00 ±10,72
AT <sub>п1</sub> , мм рт. ст.	Базальні умови	50,67 ±4,93	47,75 ±7,68	42,25 ±3,95	45,73 ±6,57	50,40 ±9,13
	Через 7 хв після II-го навантаження	90,33 ±17,56	98,75 ±17,58	71,75 ±15,20	85,91 ±27,88	82,75 ±39,83
	Після II-го навантаження	51,67 ±10,50	65,50 ±20,95	52,50 ±9,68	56,82 ±10,77	58,00 ±21,60
AT <sub>с1</sub> , мм рт. ст.	Базальні умови	105,33 ±5,84	111,38 ±5,53	99,38 ±6,64	101,77 ±5,88	111,80 ±8,13
	Після II-го навантаження	133,50 ±10,21	147,13 ±18,92	124,63 ±7,56	137,59 ±18,06	128,13 ±15,18
	Через 7 хв після II-го навантаження	110,50 ±6,14	126,25 ±13,05	112,25 ±3,01	118,23 ±12,89	116,00 ±13,08
УОС, мл	Базальні умови	65,33 ±5,95	59,38 ±9,39	62,18 ±6,78	63,52 ±5,30	61,24 ±5,52
	Після II-го навантаження	79,93 ±8,72	79,35 ±14,28	67,48 ±15,30	73,80 ±13,33	76,85 ±23,48
	Через 7 хв після II-го навантаження	62,80 ±3,04	65,28 ±11,89	59,50 ±11,38	62,15 ±6,51	64,26 ±13,43
ХОК, мл	Базальні умови	4066,46 ±1125,80	3763,90 ±723,96	4397,43 ±508,31	4310,92 ±367,51	3763,70 ±502,59
	Після II-го навантаження	12504,24 ±470,52	11195,00 ±2305,70	9745,12 ±1487,59	11049,00 ±2296,66	12662,00 ±4445,00
	Через 7 хв після II-го навантаження	5850,06 ±1084,80	5465,50 ±860,05	5723,75 ±1007,84	5814,36 ±1151,52	6509,50 ±1677,70

Показники	Стан визначення	Ліберо	Центральні блокуючі	Зв'язуючі гравці	Крайні нападники	Діагональні нападники
КЕК, ум. од.	Базальні умови	3146.47 ±818.60	3027.70 ±591.90	2987.70 ±308.93	3090.11 ±359.37	3112.30 ±744.26
	Після II-го навантаження	14051.63 ±1527.78	14011.00 ±3301.60	10354.40 ±1271.20	12856.64 ±4379.65	13712.00 ±7318.70
	Через 7 хв після II-го навантаження	4705.62 ±329.55	5441.20 ±1414.20	5070.47 ±972.32	5278.81 ±1211.15	5922.20 ±2490.10
ВіК, ум. од.	Базальні умови	-33.91 ±32.62	-39.12 ±19.88	-10.91 ±14.26	-16.60 ±12.95	-41.78 ±15.90
	Після II-го навантаження	43.53 ±5.81	30.75 ±10.20	39.60 ±5.28	36.13 ±8.86	46.84 ±7.08
	Через 7 хв після II-го навантаження	6.72 ±19.80	-11.59 ±14.33	10.50 ±11.97	0.95 ±24.62	12.92 ±13.86

## Додаток 11

**Вегетативна регуляції серцевого ритму у студентів, які займаються в групі СПУ з волейболу у базальних умовах і після виконання проби PWC<sub>170</sub>**

Показники	Стан визначення	Ліберо	Центральні блокуючі	Зв'язуючі гравці	Крайні нападники	Діагональні нападники
Very Low Frequency (VLF), мс <sup>2</sup>	Базальні умови	1593.44 ±803.60	2092.74 ±370.38	639.28 ±353.35	1478.64 ±1101.01	2533.15 ±2566.38
	Через 7 хв після II-го навантаження	1191.77 ±888.09	439.01 ±344.67	149.34 ±146.90	370.07 ±308.67	69.09 ±49.99
Low Frequency (LF), мс <sup>2</sup>	Базальні умови	1927.02 ±669.75	1829.95 ±483.43	1420.90 ±1131.49	1484.19 ±772.14	1563.09 ±968.28
	Через 7 хв після II-го навантаження	1588.90 ±935.87	309.71 ±158.39	241.04 ±230.42	580.45 ±657.20	81.41 ±39.16
High Frequency (HF), мс <sup>2</sup>	Базальні умови	1398.99 ±659.31	667.27 ±213.01	852.48 ±459.08	831.68 ±357.82	708.85 ±452.80
	Через 7 хв після II-го навантаження	1112.69 ±416.43	412.91 ±300.57	654.66 ±624.10	386.04 ±212.08	103.30 ±30.00
Total Power, мс <sup>2</sup>	Базальні умови	4919.45 ±1857.70	4589.96 ±423.20	2912.66 ±1943.92	3794.51 ±2017.30	4805.09 ±3832.34
	Через 7 хв після II-го навантаження	3893.35 ±2240.40	1161.62 ±761.54	1045.04 ±1001.43	1336.56 ±1008.30	253.79 ±90.32
	% відновлення	79.15	35.88	25.31	5.29	35.23
Very Low Frequency (VLF), %	Базальні умови	31.29 ±10.13	45.21 ±6.67	25.28 ±5.01	35.22 ±9.41	39.78 ±16.37
	Через 7 хв після II-го навантаження	27.64 ±13.05	32.89 ±9.34	14.30 ±6.80	25.83 ±15.17	23.85 ±10.35
Low Frequency (LF), %	Базальні умови	39.95 ±3.64	40.17 ±10.92	42.83 ±11.80	40.30 ±7.52	38.12 ±11.60
	Через 7 хв після II-го навантаження	40.31 ±8.66	30.85 ±7.39	25.26 ±6.89	29.88 ±13.88	31.40 ±4.41

Показники	Стан визначення	Ліберо	Центральні блокуючі	Зв'язуючі гравці	Крайні нападники	Діагональні нападники
High Frequency (HF), %	Базальні умови	28,76 ±6,49	14,62 ±5,37	31,89 ±11,31	24,48 ±6,96	22,10 ±9,36
	Через 7 хв після II-го навантаження	32,05 ±5,40	36,26 ±10,16	60,44 ±11,82	44,28 ±19,43	44,75 ±14,76
LF-HF <sup>2</sup> , ум. од	Базальні умови	1,46 ±0,24	3,51 ±1,69	1,69 ±0,71	1,89 ±0,66	2,13 ±0,97
	Через 7 хв після II-го навантаження	1,29 ±0,30	0,97 ±0,45	0,46 ±0,20	1,31 ±1,18	0,83 ±0,35
	% відновлення	88,4	27,2	27,6	38,4	69,3

## Додаток 12

**Функціональний стан серцево-судинної системи у студентів, які займаються в групі СПУ з боксу у базальних умовах і після виконання проби PWC<sub>170</sub>**

Показник	Δ, %	M <sub>46-69 кг</sub>	Вагова категорія						M <sub>69-91 кг</sub>	
			«Легковаговики»			«Важковаговики»				
			46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг		
AT <sub>дист.</sub> , мм рт. ст.	-2,22	125,60	125,22 ±2,86	128,26 ±2,83	123,33 ±1,56	122,88 ±1,88	118,00 ±1,00	144,50 ±0,50	128,46	
AT <sub>дист.</sub> , мм рт. ст.	-1,44	78,48	76,89 ±2,65	80,89 ±2,08	77,67 ±1,22	81,38 ±1,03	77,00 ±1,00	80,50 ±1,50	79,63	
ЧСС, ск/хв <sup>-1</sup>	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	
AT <sub>170</sub> , мм рт. ст.	-3,49	47,13	48,33 ±1,85	47,38 ±1,96	45,67 ±1,78	41,50 ±1,25	41,00 ±1,00	64,00 ±1,00	48,83	
AT <sub>ст.</sub> , мм рт. ст.	-1,92	102,04	101,06 ±2,85	104,57 ±1,14	100,50 ±1,67	102,13 ±1,13	97,50 ±1,50	112,50 ±1,50	104,04	
КЕК, ум. од.	-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	
УОС, мл	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	
ХОК, мл	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	
ВІК, ум. од.	-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	
Індекс Робінсона, ум. од.	-0,31	79,36	87,50 ±14,45	78,58 ±10,91	72,01 ±7,64	85,19 ±16,05	73,13 ±2,85	80,52 ±2,70	79,61	
ЧД, дих. циклів/хв <sup>-1</sup>	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 <sub>170</sub>	8,19	29,08	29,89 ±6,74	31,67 ±4,77	25,67 ±3,78	29,13 ±5,22	22,50 ±3,50	29,00 ±3,00	26,88
	Фаза реституції	10,00	19,50	17,56 ±3,41	20,28 ±1,05	20,67 ±4,89	19,69 ±2,73	17,00 ±5,00	16,50 ±0,50	17,73

Показник		Δ, %	M <sub>46-69 кг</sub>	Вагова категорія						M <sub>69-91 кг</sub>
				«Легковаговики»			«Важковаговики»			
				46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	
ДЮ. 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 <sub>170</sub>	-17,59	1963,27	1616,67 ±637,04	2073,15 ±260,19	2200,00 ±400,00	2147,22 ±264,58	2200,00 ±300,00	2800,00 ±100,00	2382,41
	Фаза рес-титуції	-17,74	1125,85	1188,89 ±190,12	1188,67 ±192,44	1000,00 ±200,00	1656,00 ±483,00	1100,00 ±100,00	1350,00 ±150,00	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 <sub>170</sub>	-10,68	56303,33	49822,22 ±21264,20	64387,78 ±15341,48	54700,00 ±4933,33	59756,67 ±10282,50	48450,00 ±950,00	80900,00 ±5500,00	63035,56
	Фаза рес-титуції	-10,92	21564,09	20944,44 ±4590,12	24081,15 ±3720,76	19666,67 ±2488,89	31222,54 ±7483,10	19200,00 ±7200,00	22200,00 ±1800,00	24207,51

## Додаток 13

**Вегетативна регуляція серцевого ритму у студентів, які займаються в групі СПУ з боксу у базальних умовах і після виконання проби PWC<sub>170</sub>**

Показник		Δ, %	M <sub>46-69 кг</sub>	Вагова категорія						M <sub>69-91 кг</sub>
				«Легковаговики»			«Важковаговики»			
				46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	
Total Power, мс <sup>2</sup>	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 рес-титуції	48,71	2790,99	1456,24 ±840,12	3976,64 ±3958,20	2940,09 ±1492,71	4206,44 ±3423,11	843,78 ±216,47	580,03 ±279,15	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 рес-титуції	-21,15	24,05	19,88 ±8,03	28,71 ±14,25	23,56 ±8,27	17,67 ±8,04	25,36 ±4,21	48,47 ±13,43	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 рес-титуції	-2,67	41,25	43,35 ±15,24	30,12 ±12,15	50,28 ±12,02	48,93 ±12,86	49,70 ±0,31	28,52 ±14,33	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 рес-титуції	27,98	34,70	36,78 ±16,56	41,17 ±17,67	26,16 ±14,51	33,40 ±13,65	24,94 ±4,52	23,01 ±0,89	27,12
LF-HF <sup>-1</sup> , 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 рес-титуції	45,34	2,74	1,84 ±1,10	1,00 ±0,53	5,37 ±5,20	2,32 ±1,79	2,06 ±0,39	1,27 ±0,67	1,88

**Функціональний стан кардіореспіраторної системи у студентів,  
які займаються в різних групах СПУ після виконання І-го  
навантаження проби PWC<sub>170</sub>**

Показник	Після І навантаження			Фаза реституції після І навантаження		
	Біатлон	Бокс	Волейбол	Біатлон	Бокс	Волейбол
	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
VO <sub>2</sub> , мл·хв <sup>-1</sup>	1968,80 ±723,44	2206,16 ±369,08	2968,36 ±421,03	792,50 ±328,13	1365,45 ±308,23	1896,65 ±235,32
VO <sub>2</sub> , кг <sup>-1</sup> , мл·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	29,46	33,99	34,84	11,86	21,03	22,26
ЧД, дих. циклів·хв <sup>-1</sup>	19,8 ±4,19	20,40 ±4,20	17,81 ±2,16	18,0 ±3,11	16,87 ±2,64	14,85 ±2,20
ДО, мл	2081,0 ±371,00	1654,26 ±347,31	2562,96 ±432,92	1380,00 ±352,25	974,23 ±204,62	1285,58 ±248,45
ХОД, мл	41615,0 ±12735,64	32953,00 ±9560,73	45322,22 ±8500,41	24190,0 ±7496,89	15147,62 ±2832,22	18638,46 ±3567,46
M, с	0,56 ±0,05	0,54 ±0,06	0,51 ±0,05	0,85 ±0,15	0,81 ±0,13	0,77 ±0,10
Mo, с	0,55 ±0,03	0,54 ±0,07	0,51 ±0,05	0,81 ±0,15	0,81 ±0,15	0,77 ±0,10
AMo, %	43,80 ±6,04	44,07 ±9,42	48,04 ±9,45	20,80 ±5,80	21,11 ±6,41	24,33 ±5,90
ΔX, с	0,17 ±0,07	0,12 ±0,05	0,08 ±0,02	0,42 ±0,15	0,35 ±0,10	0,23 ±0,07
ІН, ум. од.	318,53 ±112,63	467,86 ±266,52	679,64 ±303,49	45,06 ±29,23	63,93 ±50,58	91,09 ±51,29
ЧСС, ск.·хв <sup>-1</sup>	108,80 ±9,24	114,32 ±11,91	118,51 ±10,72	74,55 ±13,45	79,29 ±13,05	80,14 ±10,03
SpO <sub>2</sub> , %	96,74 ±0,87	96,72 ±0,99	96,73 ±0,90	98,26 ±0,40	96,89 ±0,97	97,38 ±0,92
AT <sub>сиск.</sub> , мм рт. ст.	159,70 ±15,04	149,81 ±12,84	160,64 ±14,93	144,40 ±10,00	132,18 ±8,17	138,31 ±9,00
AT <sub>дивст.</sub> , мм рт. ст.	88,50 ±7,00	83,23 ±5,61	90,64 ±6,88	87,60 ±8,68	81,83 ±5,24	87,15 ±5,91
AT <sub>ІІ</sub> , мм рт. ст.	71,20 ±16,92	66,59 ±12,76	70,00 ±12,56	56,80 ±10,40	50,36 ±7,67	51,15 ±8,56
AT <sub>сіг.</sub> , мм рт. ст.	124,10 ±7,32	116,52 ±7,79	125,64 ±9,39	116,00 ±8,70	107,00 ±5,87	112,73 ±7,12
УОС, мл	70,56 ±10,79	72,27 ±7,50	67,96 ±8,02	63,90 ±9,43	65,00 ±6,18	60,64 ±6,81
ХОК, мл	7763,53 ±1620,38	8217,67 ±973,29	8080,13 ±1190,83	4789,02 ±1213,11	5090,35 ±736,40	4849,97 ±728,88
КЕК, ум. од.	7843,02 ±2265,58	7576,19 ±1477,90	8330,17 ±1575,70	4271,70 ±1222,37	3914,03 ±720,95	4055,92 ±628,85
ВіК, ум. од.	16,62 ±12,11	26,26 ±6,43	22,73 ±8,90	-24,19 ±27,72	-6,74 ±15,60	-11,28 ±16,45
Індекс Робинсона, ум. од.	174,22 ±28,74	171,35 ±24,30	190,86 ±24,44	107,99 ±21,51	104,45 ±17,39	110,55 ±13,73

**Функціональний стан кардіореспіраторної системи у студентів,  
які займаються в різних групах СПУ після виконання II-го  
навантаження проби PWC<sub>170</sub>**

Показник	Після II навантаження			Фаза реституції після II навантаження		
	Біатлон	Бокс	Волейбол	Біатлон	Бокс	Волейбол
	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
VO <sub>2</sub> , мл·хв <sup>-1</sup>	7275,00 ±340,25	8356,00 ±365,06	11200,00 ±214,03	640,63 ±238,28	1688,00 ±365,12	2256,00 ±254,32
VO <sub>2</sub> · кг <sup>-1</sup> , мл·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	108,84	128,75	131,50	9,59	26,01	26,48
ЧД, дих. циклів · хв <sup>-1</sup>	27,0±5,87	29,07±5,49	25,89±2,61	17,9±3,54	18,87±3,03	16,07±1,73
ДО, мл	2570,0 ±317,3	2025,56 ±440,44	2737,04 ±287,52	1670,0 ±392,04	1299,33 ±266,04	1612,04 ±353,16
ХОД, мл	68960,0 ±21621,45	57852,67 ±15001,02	70570,37 ±9275,99	2899,0 ±8007,96	24152,24 ±5832,54	25666,67 ±5798,77
М, с	0,41±0,04	0,39±0,02	0,40±0,03	0,73±0,09	0,63±0,09	0,65±0,08
Мо, с	0,40±0,04	0,39±0,03	0,40±0,02	0,71±0,09	0,63±0,09	0,65±0,08
АМо, %	51,30±10,56	49,70±8,83	50,15±11,48	25,00±6,40	33,41±9,86	36,63±9,60
ΔХ, с	0,11±0,02	0,10±0,04	0,08±0,02	0,52±0,36	0,24±0,12	0,14±0,06
ІНІ, ум. од.	668,98 ±98,07	804,20 ±84,10	943,78 ±67,36	87,20 ±12,13	211,75 ±16,98	317,61 ±25,53
ЧСС, ск. · хв <sup>-1</sup>	150,14 ±14,40	157,12 ±7,11	151,49 ±10,91	84,99 ±11,40	98,14 ±12,01	93,98 ±10,72
SpO <sub>2</sub> , %	96,70 ±0,85	95,77 ±0,92	95,88 ±0,96	98,00 ±0,75	96,22 ±0,99	96,65 ±0,60
АД <sub>систо.</sub> , мм. рт. ст.	187,00 ±20,60	165,53 ±15,29	178,00 ±22,00	145,00 ±11,00	136,46 ±7,76	145,81 ±12,99
АД <sub>диасто.</sub> , мм. рт. ст.	82,50±5,40	88,86±5,47	92,27±8,52	88,00±8,40	84,75±6,97	88,70±6,97
АТ <sub>п</sub> , мм. рт. ст.	104,50 ±24,70	76,67 ±16,32	85,73 ±20,37	57,00 ±10,40	51,71 ±9,54	57,11 ±11,67
АТ <sub>сг</sub> , мм. рт. ст.	134,75 ±10,70	127,19 ±8,14	135,13 ±12,61	116,50 ±9,20	110,61 ±5,99	117,26 ±8,77
УОС, мл	90,81 ±15,09	73,94 ±10,03	74,86 ±11,87	63,50 ±8,92	63,92 ±8,18	62,68 ±6,61
ХОК, мл	13670,70 ±3052,08	11605,59 ±1664,34	11286,86 ±1880,22	5474,17 ±1396,91	6236,76 ±1096,53	5881,95 ±909,02
КЕК, ум. од.	15740,10 ±4572,24	12002,76 ±2608,23	12918,69 ±3341,44	4890,07 ±1410,67	5038,06 ±1030,12	5327,45 ±1187,28
ВіК, ум. од.	44,23±7,19	43,14±5,20	38,34±6,82	-8,71±22,49	11,55±12,88	3,37±14,42
Індекс Робінсона, ум. од.	281,17 ±51,02	259,60 ±25,14	268,57 ±38,55	122,87 ±20,11	133,95 ±19,96	136,37 ±18,59



**Взаємозалежність абсолютних результатів  
виконання проби PWC<sub>170</sub> (кгм·хв<sup>-1</sup>) з кардіогемодинамічними  
показниками студентів, які займаються в різних групах СПУ**

Показник		Біатлон	Бокс	Волейбол
VO <sub>2</sub> , мл·хв <sup>-1</sup>		-0,081	-0,063	-0,039
SpO <sub>2</sub> , %		-0,546*	0,337	0,023
Амплітудно-часові параметри пульсової хвилі	T <sub>пх</sub> , с	0,635**	0,555***	-0,151
	T <sub>ДФ</sub> , с	0,510*	0,536**	-0,023
	T <sub>ДФ</sub> , с	0,488*	0,129	-0,194
	T <sub>фш</sub> , с	0,729***	0,146	-0,210
	T <sub>фш</sub> , с	0,473*	-0,018	-0,118
	T <sub>фш</sub> , с	0,491*	0,579***	-0,058
	BOB, с	0,309	-0,075	0,130
	A <sub>пх</sub> , ум. од.	-0,373	-0,391*	-0,323
	A <sub>пх</sub> , ум. од.	-0,212	-0,150	-0,132
	AI, ум. од.	-0,047	0,015	-0,171
	ІДХ, ум. од.	-0,003	0,093	-0,130
	ІВ, %	-0,084	0,325	-0,009
	ІЖ, м·с <sup>-1</sup>	-0,246	0,352*	-0,104
	ІВХ, с	-0,239	-0,558***	-0,175
Варіаційна пульсометрія	M, с	0,476*	0,562***	0,154
	Mo, с	0,408	0,524**	-0,016
	AMo, %	-0,313	-0,612***	-0,037
	X <sub>с</sub> , с	0,063	0,399*	-0,071
	X <sub>с</sub> , с	0,300	0,602***	-0,047
	ΔX, с	0,281	0,454**	-0,122
	ІН, ум. од.	-0,252	-0,576***	-0,020
	ЧСС, ск.·хв <sup>-1</sup>	-0,526*	-0,565***	-0,077
Часові параметри ВСР	SDNN, мс	0,418	0,577***	0,116
	RMSSD, мс	0,473*	0,506**	0,110
	pNN <sub>50</sub> , %	0,384	0,554***	0,105
	HRV triangular index, ум. од.	0,449	0,609***	0,193
	TINN, мс	-0,450	-0,089	0,035

## Продовження дод. 16

Показник		Біатлон	Бокс	Волейбол
Спектральний аналіз	VLF, Гц	-0.301	-0.127	-0.358
	LF, Гц	-0.294	-0.009	-0.445*
	HF, Гц	0.100	-0.039	-0.060
	VLF, мс <sup>2</sup>	0.758**	0.417*	0.0491
	LF, мс <sup>2</sup>	0.576**	0.490**	0.249
	HF, мс <sup>2</sup>	0.619**	0.365*	-0.053
	Total Power, мс <sup>2</sup>	0.737***	0.530**	0.110
	VLF, %	0.113	-0.020	0.008
	LF, %	-0.127	0.127	0.268
	HF, %	0.023	-0.110	-0.282
	LFn, п. у.	-0.109	0.138	0.369*
	HFn, п. у.	0.109	-0.138	-0.369*
	LF·HF <sup>-1</sup> , ум. од.	-0.121	0.028	0.293

**Пояснення умовних позначень:** статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$

## Функціональний стан серцево-судинної та дихальної систем у студентів, які займаються в групі СПУ з боксу при виконанні проби PWC<sub>170</sub>

Показник	Стан визначення	Δ, %	М <sub>46-69 кг</sub>	Вагова категорія						М <sub>69-91 кг</sub>
				«Легковаговики»			«Важковаговики»			
				46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	
УОС, мл	Після проби PWC <sub>170</sub>	-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	Після проби PWC <sub>170</sub>	-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
КЕК, ум. од.	Після проби PWC <sub>170</sub>	-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
ВіК, ум. од.	Після проби PWC <sub>170</sub>	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
ЧД, дих. циклів · хв <sup>-1</sup>	Після проби PWC <sub>170</sub>	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	Після проби PWC <sub>170</sub>	-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	Після проби PWC <sub>170</sub>	-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
SpO <sub>2</sub> , %	Після проби PWC <sub>170</sub>	-0,13	95,73	95,40 ±0,76	95,79 ±0,55	96,00 ±0,01	96,09 ±0,93	95,50 ±1,50	96,00 ±0,06	95,86
	Фаза реституції	+0,23	96,25	96,00 ±0,89	96,54 ±0,31	96,22 ±0,52	96,31 ±0,02	95,61 ±0,59	96,16 ±0,21	96,02
	Δ, %	+0,36	+0,52	+0,60	+0,75	+0,22	+0,22	+0,11	+0,16	+0,16

### Варіабельність серцевого ритму у студентів, які займаються в групі СПУ з боксу при виконанні проби PWC<sub>170</sub>

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	
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 <sub>170</sub>	-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 <sub>170</sub>	-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 <sub>170</sub>	-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 <sub>170</sub>	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
IH, 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 <sub>170</sub>	-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
BTK, ум. од.	Базальні умови	-10,64	-27,87	-11,62 ±8,49	-35,33 ±13,11	-36,67 ±8,34	-24,58 ±22,08	-24,96 ±15,04	-44,04 ±14,51	-31,19
	Після проби PWC <sub>170</sub>	5,92	45,46	45,91 ±2,48	42,50 ±3,83	47,96 ±5,40	37,43 ±7,99	42,02 ±2,24	49,30 ±2,41	42,92
	Фаза реституції	-3,83	11,63	20,34 ±6,45	7,51 ±15,40	7,05 ±9,24	4,12 ±13,43	11,17 ±2,91	21,00 ±22,26	12,10
ЧСС, ск·хв <sup>-1</sup>	Базальні умови	-1,62	61,24	69,56 ±9,44	57,08 ±6,99	57,07 ±3,64	68,98 ±14,45	62,04 ±3,46	55,72 ±1,67	62,25
	Після проби PWC <sub>170</sub>	0,27	157,12	161,37 ±6,33	158,57 ±2,65	151,42 ±2,29	152,56 ±11,61	155,34 ±2,55	162,20 ±9,68	156,70
	Фаза реституції	-4,18	94,46	105,45 ±11,59	93,37 ±10,44	84,56 ±8,52	98,30 ±14,02	100,34 ±4,41	97,10 ±12,17	98,58
SpO <sub>2</sub> , %	Базальні умови	-1,24	96,32	95,70 ±0,41	96,76 ±1,87	96,49 ±0,75	97,24 ±1,26	96,95 ±1,06	98,40 ±0,40	97,53
	Після проби PWC <sub>170</sub>	-0,14	95,73	95,40 ±0,76	95,79 ±1,55	96,00 ±0,00	96,09 ±0,93	95,50 ±1,50	96,00 ±0,00	95,86
	Δ, %		-0,6	-0,3	-1,0	-0,5	-1,2	-1,5	-3,44	-2,05
	Фаза реституції	0,09	96,25	96,00 ±0,89	96,54 ±1,31	96,22 ±0,52	96,31 ±1,02	95,41 ±1,59	96,79 ±0,21	96,17
Δ, %			-0,2	+0,3	-0,2	-0,3	-0,95	-1,58	-1,64	-1,39

Наукове видання

Приймак С. Г.

**СПОРТИВНО-ПЕДАГОГІЧНЕ  
УДОСКОНАЛЕННЯ СТУДЕНТІВ:  
МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНЕ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ**  
Монографія

Рецензенти: *М.О. Носко, О.О. Приймаков, І.Л. Ганчар*  
Технічний редактор *Г. В. Кухарець*  
Комп'ютерна верстка *Ю. І. Литвиненко*  
Коректор *О.М. Пильник*

Підписано до друку 29.03.2018 р.  
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк офсетний.  
Ум.фарб.-відб.16,02. Обл.вид.арк.15,08.  
Зам.16033. Наклад 350 прим.

Видавництво  
ПАТ «Поліграфічно-видавничий комплекс «Десна»  
14000, м.Чернігів, проспект Перемоги, 62  
Свідоцтво про внесення до державного реєстру суб'єкта видавничої спр  
Серія ДК № 4292 від 02.04.2012 р.



Приймак Сергій Георгійович, кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент, доцент кафедри біологічних основ фізичного виховання, здоров'я і спорту НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, стипендіат Кабінету Міністрів України для молодих вчених (2006-2008р.р.), завідувач лабо-

раторії психофізіології м'язової діяльності. Автор більше 70 публікацій з біопедагогіки, фізіології фізичної культури і спорту, психофізіології м'язової діяльності.