

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ імені К. Д. УШИНСЬКОГО

ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ТОПЧІЙ МАРІЯ СЕРГІЇВНА

УДК: 612.1.017-053.76:796.015.6](043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ
ФУНКЦІОНАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ЮНАКІВ
РІЗНОГО ВІКУ ДО НАВЧАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

03.00.13 – фізіологія людини і тварин

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Науковий керівник: **Босенко Анатолій Іванович**,
кандидат біологічних наук, доцент

Одеса – 2018

АНОТАЦІЯ

Топчій М. С. Функціональні механізми адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.13 «Фізіологія людини і тварин». – Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», Одеса, 2018. – Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького МОН України, Черкаси, 2018.

В юнацькому віці, який перепадає переважно на роки студентства (17–21 років), завершується біологічне дозрівання, налагоджується взаємодія фізіологічних систем організму. У цьому віці вплив навчальних навантажень, які потребують значного інтелектуального і психоемоційного напруження, сприйняття і перероблення різноманітної інформації за умов дефіциту часу, зумовлює їх надзвичайну уразливість до несприятливих чинників середовища, призводить до виникнення розумової перевтоми з можливим зривом адаптаційно-компенсаторних механізмів. Аналіз літературних джерел засвідчує зниження рівня фізичного розвитку та здоров'я молоді, підвищення впливу на організм негативних факторів і, як наслідок, збільшення захворюваності й зниження працездатності, зростаючий список випадків раптових смертей юнаків під час занять фізичною культурою. Соціально-економічні чинники, недоліки в організації навчального процесу, порушення режиму життєдіяльності, зокрема, гіпокінезія, хронічне недосипання, нераціональне харчування, можуть слугувати основними причинами зниження адаптаційних можливостей молоді. Ряд науковців вважає, що період гострої адаптації припадає на перші два роки навчання. Існують також наукові праці, в яких виявлено збільшення кількості студентів із напруженням механізмів адаптації на старших курсах навчання. Отже, проблема адаптації організму юнаків в процесі навчання у закладах освіти є актуальною.

У зв'язку з цим, метою дисертаційної роботи було з'ясувати особливості функціональних механізмів адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

1. Визначити особливості формування рівня функціональних можливостей юнаків різного віку протягом усього періоду навчання, за ергометричними характеристиками фізичних навантажень змінної потужності.

2. Дослідити вікові особливості функціонального стану серцево-судинної й центральної нервової систем юнаків різного віку в процесі навчальних та фізичних навантажень змінної потужності.

3. Встановити характер зв'язків між показниками навчальних та фізичних навантажень, функціонального стану серцево-судинної й центральної нервової систем юнаків різного віку.

4. Визначити факторну структуру механізмів адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень та розробити критерії комплексного оцінювання їх функціональних можливостей.

Об'єкт дослідження – адаптаційні реакції організму юнаків різного віку до навчальних навантажень.

Предмет дослідження – зміни та зв'язки між показниками серцево-судинної системи, ергометричними та психофізіологічними показниками юнаків впродовж усього періоду навчання у вищому навчальному закладі.

В дослідженні прийняли участь юнаки 17–21 років – студенти факультету фізичного виховання. Використовувались наступні методи: антропометричні; інструментальні методи дослідження функціонального стану серцево-судинної системи (кардіоінтервалографія, варіаційна пульсометрія); функціональні методи оцінки стану центральної нервової системи (проста зорово-рухова реакція); велоергометрія; статистичні.

Результати досліджень встановили сповільнення темпів морфо-функціонального розвитку в 20 років, який може розцінюватися як період відносної стабілізації процесів росту і розвитку в онтогенезі. Достовірне

збільшення маси тіла студентів реєструвалось в 19 років з подальшим її зниженням в 20–21 рік. За даними динамометрії, які характеризували силову підготовленість хлопців, спостерігалась тенденція щодо зниження їх фізичної підготовленості в 20–21 років, на що вказувала негативна динаміка кистьової і станової динамометрії у юнаків даного вікового періоду.

Фізична працездатність юнаків, яка вивчалась в процесі тестування зі зміною потужності за методикою Д. М. Давиденка, відповідала віковим нормам. За загальним обсягом виконаної роботи позитивні зрушення в межах 8,99–10,7 % спостерігались в групі юнаків 21 року, порівняно з віковими періодами 17–20 років, у яких відбувалися незначні коливання (1,44–1,58 %) цього критерію. Інтегральний показник загальної фізичної працездатності – PWC_{170} – від 17 до 20 років змінювався в діапазоні 0,23–0,79 %, а у юнаків 21 років спостерігалось його підвищення по відношенню до інших вікових періодів в межах 5,05–5,96 %. Менші величини фізичної працездатності відносно на кілограм ваги ($PWC_{170}/\text{кг}$) відмічено в 18 і 19 років, що пояснюється більшою масою тіла юнаків, хоча абсолютні її значення в даних вікових групах вищі.

Серцево-судинна система є однією з основних систем життєзабезпечення. Популярним критерієм в практиці функціональної діагностики серцево-судинної системи є частота серцевих скорочень. Відмічено, що функціонування серцево-судинної системи за даними ЧСС, у юнаків 21 року протікало за менших значень пульсу в процесі усього навантаження. Про це свідчила частота серцевих скорочень протягом тестування, що характеризувало більш економічний рівень і меншу абсолютну «ціну» функціонування серцево-судинної системи.

За даними варіаційної пульсометрії, встановлено домінування парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи у обстежених, що характеризувалося переважанням нормотонічного типу регуляції ритму серця у юнаків 17, 18 і 20 років, та ваготонічного – у 19 та 21 рік. Узагальнюючи дані про стан механізмів регуляції серцевого ритму юнаків 17–21 років у відносному

м'язовому спокої, необхідно відмітити позитивну тенденцію до їх удосконалення з віком у 19 і 21 рік, з періодами достовірних змін у бік напруження в 17, 18 і 20 років. Реакція на м'язові напруження логічно виражалася в централізації механізмів регуляції, збільшенні їх напруги, на що вказувало зростання впливу симпатичного відділу вегетативної нервової системи. Підвищення $Mo/\Delta X$ підтверджувало активацію гуморального каналу при зростанні переваги впливу адренергічних механізмів регуляції над холінергічними.

Дані варіаційної пульсометрії під час фізичного навантаження свідчили про більш виражену напругу функціонування серцево-судинної системи юнаків 17 і 21 років порівняно з іншими віковими групами. Наприкінці велоергометричної проби, коли потужність навантаження зменшувалась до нуля, показники варіаційної пульсометрії стабілізувалися, проте рівень регуляції не досягав вихідних значень в жодній групі обстежуваних.

Адаптаційні процеси в організмі відбуваються під безпосереднім контролем центральної нервової системи. Динаміку загального функціонального стану центральної нервової системи досліджували, за даними часу простої зорово-рухової реакції, до навантаження та на п'ятій хвилині відновлення. За вихідними значеннями величини функціонального рівня системи (ФРС), стійкості реакції (СР), рівня функціональних можливостей (РФМ) юнаків поділено на три основні градації (за Т. Д. Лоскутовою): з низьким, середнім і високим функціональним рівнем центральної нервової системи. Оптимальним вважається середній рівень. За показниками ФРС з кожним роком збільшувався відсоток юнаків з середнім рівнем, що свідчило про удосконалення стану механізмів регуляції. Водночас, необхідно відмітити, що в 19-річному віці, спостерігалось збільшення випадків високого рівня за рахунок переходу юнаків з низького рівня в середній. Аналогічна динаміка реєструвалась і за РФМ, СР.

Під дією дозованого фізичного навантаження зі зміною потужності досліджувані критерії змінювались неоднаково: при високому фоновому

функціональному стані відмічалось їх зниження після навантаження та при низьких вихідних значеннях підвищення у відновлювальний період. Зрушення стійкості реакції серед обстежених всіх груп коливалося в діапазоні 17–38 %. Максимальне зростання її величин було зареєстровано у юнаків 18 років, що свідчило про напруження функціонування системи. З 19-річного періоду простежувався менший діапазон підвищення СР, що вказувало на поліпшення процесів адаптації центральної нервової системи юнаків старших вікових груп. Показник функціонального рівня системи зростав значно менше (3–8%). Величини рівня функціональних можливостей в середньому по групах збільшувалися на 10–14 %. Отже, найбільш варіативним і чутливим до аферентних впливів є стійкість реакції, і, відповідно, стабільність функціонального стану.

Аналіз кореляційних залежностей між показниками фізичної працездатності і критеріями функціонального стану серцево-судинної і центральної нервової систем юнаків 17–21 років в стані спокою виявив слабкі і середньої сили залежності. Встановлено, що функціональні можливості юнаків 17–20 років за показниками фізичної працездатності виявляли слабку негативну залежність із ступенем централізації механізмів регуляції серцево-судинної системи (ІН, АМо) у вихідному стані і тенденцію до її посилення з віком. Відмічено, що негативні кореляційні зв'язки за індексом напруження в стані спокою змінювалися на позитивні в 21 рік в діапазоні нижньої межі норми, що забезпечувало більший рівень працездатності. Вплив вихідного стану центральної нервової системи на функціональні можливості аналогічно виявлявся у позитивних зв'язках фізичної працездатності з критеріями загального функціонального стану мозку. Фізичне навантаження супроводжувалося недостовірним посиленням їх залежностей, що пояснюється конвергентними змінами функціонального стану центральної нервової системи.

Вивчення факторної структури функціональних можливостей юнаків 17–21 років виявило, що основними складовими першого фактору у всіх вікових періодах були показники фізичної працездатності та пульсова вартість

виконаної роботи. Вагомими складовими провідних факторів поряд з рівнем напруження організму і ефективністю системи регуляції кровообігу впродовж фізичного навантаження виступали показники стану регуляторних механізмів серцевого ритму на різних етапах тестування. Критерії загального функціонального стану мозку в головних факторах присутні в 17 і в 21 рік. З віком зменшувалась загальна кількість факторів, однак збільшувалась кількість залучених змінних в них.

Вивчення функціональних механізмів адаптації до навчальних фізичних навантажень дозволило розробити орієнтовні нормативні таблиці та блок-схему комплексної оцінки (прогнозування) функціональних можливостей юнаків 17–21 років.

Ключові слова: адаптація, серцевий ритм, центральна нервова система, фізична працездатність, навчання, юнаки, факторна структура.

ANNOTATION

Topchii M. S. Functional mechanisms of adaptation of youths of different ages to training loads. – Qualifying scientific work under the manuscript rights.

Dissertation to obtain the scientific level of the Candidate of Biologic Sciences (Doctor of Philosophy) under the specialty 03.00.13 «Physiology of Human and Animals» (091 – Biology). – South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky, Odessa, 2018. – Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Cherkasy, 2018.

Adolescence corresponds mostly to the student age from 17 to 21 years, when their biological maturity and the interrelation of organism's physiological systems have been completely formed. At this age the influence of training loads at studies requiring great intellectual and psycho-emotional tension, apprehension and interpretation of various information due to the lack of time, makes them extremely vulnerable to unfavorable environmental factors, and consequently causes mental fatigue making adaptational compensatory mechanisms crash highly possible. It has been reported in the literature that level of physical development and youths' health is

evidently decreasing, whilst the impact of negative factors on the body is increasing, which in its turn results in sickness rate growth, thus making them less physically efficient, moreover, enlarging the list of sudden deaths of young people during Physical education lessons. Social and economical factors, training process organization drawbacks, breaks of lifestyle regime, particularly hypokinesia, chronic lack of sleep, irrational nutrition may serve as basic reasons for youths adaptation abilities getting low.

The immediate aim of the research is to conduct a complex investigation into functional mechanisms of adaptation of young men representing different age groups to training loads through the whole period of study at higher educational institution.

To achieve this goal the following tasks have been set:

1. To determine the peculiarities of functional abilities level required for the youths of different ages during the whole period of study based on the data of physical load of variable tension.

2. To investigate age peculiarities of cardiovascular and central nervous system functional state of youths of different ages in the process of variable tension training loads.

3. To establish the character of training loads links with the functional state of cardiovascular and central nervous system of different aged youths.

4. To define the factor structure of functional mechanisms of adaptation of youths-representatives of different ages to training loads.

The object of the research is organism adaptational reactions to training loads performed by youths of different ages.

The subject of the research is functional mechanisms of adaptation of youths through the whole period of study at higher educational institution.

The methods of investigation include anthropometrical; instrumental methods of analysis of cardiovascular system functional state (cardiointervalography, variational pulsometry); functional methods of central nervous system state evaluation (common visual-motor reaction); bicycle ergometry; statistical methods.

The results of the study reveal that, according to the anthropometrical data obtained through the whole educational term at higher institution, reliable changes have not been observed. Rate of morphofunctional development at 20 years of age has been found decreasing, which can be estimated as the period of relative stabilization of processes of growth and development in the ontogenesis. A reliable growth of body mass registered for students at 19 years of age has been followed by a weight loss at 20-21. According to the dynamometry data characterizing the boys' strength training, a tendency to their physical preparedness decrease at 20-21 years has been surveyed with the indication on negative dynamics of hand and spine dynamometry for young men of this age period.

Physical efficiency of youths studied by means of variable load testing adopted by methods of Davidenko D. M. corresponds to the age norms. As to the general amount of work performed, positive shifts within the range of 8,99–10,7 % were fixed in the group of 21-year-old youths in comparison with the period of 17–20 years of age demonstrating minor fluctuations (1,44–1,58 %) of this criterion. Integral index of general physical efficiency (PWC_{170}) has been changing with each year. From 17 to 20 years shifts of this index were within the range of 0,23–0,79 %, but the youths of 21 years manifest the increase of this parameter in relevance to other age periods within the range of 5,05–5,96 %. Less relevant values of physical efficiency with regard to a kilogram of weight (PWC_{170}/kg) mark the age of 18 and 19 years, which is explained by the heavier weight of youths, although its absolute indices for the groups mentioned are higher.

Cardiovascular system is one of the main life supporting systems. A popular criterion in the practice of cardiovascular system functional diagnostics is the frequency of cardiac contractions. The investigation of youths' life supporting systems exposes that both, initial and absolute working cardiovascular system functional level, do not differ reliably for young men of various age. It has been found out that cardiovascular system functioning, based on the data of frequency of cardiac contractions at the age of 21, proceeds at the lower values of pulse during the whole loading process of the work done. That is evidently proved by the heart rate

contractions frequency measured while testing, characterizing more economical level and less absolute «value» of functioning of cardiovascular system.

According to the data of variational pulsometry, a normotonic type of heart rate regulation of youths from 17 to 20 years of age prevails, however, at 21 a majority of cases registered in percentage ratio have been of a vagotonic type, which testifies the dominating of parasympathetic department of vegetative nervous system over the sympathetic one. Summarizing the data on the state of regulation mechanisms of heart rate for 17–21 year-old-youths at relative muscles rest, one should note a positive tendency to their improvement while ageing at 19 and 21, with periods of reliable shifts to the side of tension at 17, 18 and 20 years of age. The reaction to the muscular tension is logically established in the centralization of regulation mechanisms, the increase of their strain is indicated by the increase of mode amplitude and $AMo/\Delta X$ indices. The increase of $Mo/\Delta X$ is indicative of humoral regulation channel activation within the increase of predominant influence of adrenergic regulation mechanisms over cholinergic ones.

That is, in the group of 17-year-old youths the index of $Mo/\Delta X$ has been growing by 2,53 times, which is equal to 8,39 conventional units. In 20-year-old groups the shifts by 3,25 times have been registered at the bigger absolute values of this criterion (10,45 c. u.).

The data of variational pulsometry obtained while physical loading testify more vividly expressed cardiovascular system functioning strain for young men of 17 and 20 as compared to other age groups: regulator mechanisms of cardiovascular system reacted with the increase of tonus of sympathetic department of vegetative nervous system (increase of tension index, mode amplitude, $AMo/\Delta X$, $Mo/\Delta X$) and decrease of parasympathetic (decrease of modal value and variation magnitude). At the end of bicycle ergometre test, the power of tension being at the zero level, the stabilization of variational pulsometry values is registered, although the regulation level has not reached the initial values in neither of the groups examined.

Adaptation processes in the organism take place under direct control of central nervous system. Dynamics of general functional state of central nervous system has

been investigated on the basis of time data of common visual-motor reaction obtained before the load and at the fifth minute of restoration. According to the initial data of indices of functional level of system, stability of reaction, level of functional abilities, the youths under survey were subdivided into three main groups (after Loskutova T. D.): with low, medium and high functional level of central nervous system.

The medium level is considered to be an optimal one. As far as the functional level of system indices concerned, from year to year the percentage of young men with mid level has been growing, which is the result of regulation mechanisms state improvement. At the same time, it should be mentioned that at the age of 19 an enlargement of high level is observed due to the transition of youngsters from low to mid level. The analogous dynamics has also been registered on the results of level of functional abilities and stability of reaction.

Under the power of dozed physical loading with variable tension the analyzed criteria have been changing unequally: at a high background functional state the decrease of the criteria mentioned has been marked after the loading, and at low initial indices – their increase in the restoration period. The shift of stability of reaction among all the groups examined varied within the range of 17–38 %. Maximum increase of its values has been registered for 18-year-old youths, which was the evidence of system functioning strain. Beginning with the 19-year-old period, a narrower range of stability of reaction growth can be traced, that is an indication at central nervous system adaptation processes being improved in older age groups. The index of functional level of system has been increasing less significantly (3–8 %). The level of functional abilities on average in all groups has been increasing by 10–14 %. So, the most variable and sensitive to afferent influences is the stability of reaction, and, consequently, the stability of functional state.

The analysis of correlation interdependences between the indices of physical efficiency and values of functional state of cardiovascular and central nervous system of young men of 17–21 years of age at the state of rest has not revealed any significantly close links. Weak and medium force interrelations have been noticed. It

was found out that functional abilities of 17–20-year-old youths, as far as the physical efficiency indicators concerned, demonstrate weak negative dependence from the degree of centralization of cardiovascular system regulation mechanisms (tension index, mode amplitude) in the initial state and have a tendency to its intensification with age. It was marked that negative correlation links concerning the index of tension at the state of rest have been changing for positive at 21 within the range of the low limit of the norm, supplying a greater level of efficiency. The influence of initial state of central nervous system on functional abilities is analogically revealed through positive relations between physical efficiency and criteria of general functional state of brain. Physical loading is accompanied by unreliable strengthening of their dependences, which can be explained by the convergent changes of central nervous system functional state.

The study of factor structure of functional abilities of young men of 17–21 years of age has established that main constituents of the first factor in all the age periods include the indicators of physical efficiency and pulse value being worthy of the work performed. Valid constituents of the leading factors alongside with the energetic level and effectiveness of blood circulation regulation system during physical loading are the indices of heart rate regulation mechanisms state obtained at different stages of testing experiment. Criteria of general functional state of brain in main factors are represented at 17 and 21. With age, general amount of factors diminished, though a number of variables involved enlarged.

The research into functional mechanisms of adaptation to training physical loads allowed to elaborate orientation normative tables and block-scheme of complex evaluation (prediction) of functional abilities of youths at 17–21 years of age.

Keywords: adaptation, heart rate, central nervous system, physical performance, youths, factor structure.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Босенко А. І., Топчій М. С. Стан механізмів регуляції серцевого ритму студентів молодших курсів факультету фізичного виховання при виконанні дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом // Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2017. № 1. С. 11–18. *Особистий внесок здобувача полягав в проведенні експериментальних досліджень, статистичній обробці результатів, їх аналізі, спільно із співавтором сформовані висновки.*

2. Bosenco A. I., Topcii M. S. General functional state of the central nervous system of the first and second year students of the physical education faculty // ScienceRise: Biological Science. 2017. № 4 (7). P. 31–36. DOI: 10.15587/2519-8025.2017.109302. *Здобувач особисто виконав вивчення стану проблеми, весь обсяг експериментальних досліджень, їх аналіз.*

3. Топчій М. С., Босенко А. І., Орлик Н. А. Функціональні можливості юнаків 17–21 років за даними тестування навантаженням зі змінною потужністю // Український журнал медицини, біології та спорту. 2017. № 6 (8). С. 188–195. DOI: 10.26693/jmbs02.06.188. *Автором отримано експериментальні дані, здійснено статистичну обробку, і аналіз.*

4. Топчій М. С., Босенко А. І., Дишель Г. О. Факторна структура функціональних можливостей юнаків 17–21 років // Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2017. № 2. С. 75–86. *Здобувач особисто виконав весь обсяг експериментальних досліджень, статистичну обробку результатів, аналіз і узагальнення отриманих даних, спільно з співавторами підготував матеріали до друку.*

5. Босенко А. І., Борщенко В. В., Топчій М. С., Шавініна А. О. Стан механізмів регуляції кардіоритму у дівчат 7–16 років протягом навчання в школі // Вісник проблем біології і медицини. 2017. Вип. 2 (136). С. 395–401. *Здобувач особисто виконав аналіз і узагальнення отриманих даних, спільно з співавторами сформульовані висновки, підготовлені матеріали до друку.*

6. Bosenco A. I., Topcii M. S., Evtuchova L. A. On the normative values of the adaptive potential and their practical application // Журнал «Известия Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины», Естественные науки. 2017. № 6 (105). P. 27–32. *Особистий внесок здобувача – аналіз сучасного стану проблеми адаптивних реакцій юнаків, вибір та апробація методів дослідження, статистична обробка результатів, їх аналіз.*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. Босенко А. И., Топчий М. С., Руденко И. Н. Методы исследования функциональных резервов детей и молодежи // Восточное партнерство в сфере педагогических инноваций в инклюзивном образовании в рамках Междунар. проекта TEMPUS “INOVEST”, г. Кишинев, 6–10 июля 2015 г. / под общей ред. С. Кайсына. Институт Непрерывного Образования, 2015. Psihologie. Pedagogie specială. Asistența socială. Chișinău, 2015. P. 64–72.

2. Орлик Н. А., Клименко Е. В., Топчий М. С. Особенности оценки физической работоспособности девушек 17–22 лет в овариально-менструальном цикле // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: материалы XI Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию УО «ГГУ имени Ф. Скорины» (Гомель, 8–9 октября 2015 года). Ч. 1. С. 147–149.

3. Топчий М. С., Босенко А. І. Стан механізмів регуляції серцевого ритму футболістів 17–18 років, за даними тестування навантаженням за замкнутим циклом // Проблеми активізації рекреаційно-оздоровчої діяльності населення: матеріали X Всеукр. наук.-практ. конф. з між нар. участю. Львів: ЛДУФК, 2016. С. 296–300.

4. Босенко А. И., Топчий М. С. Общее функциональное состояние центральной нервной системы у студентов 1 курса факультета физической реабилитации // Матеріали Міжнародного симпозіуму «Освіта і здоров'я підростаючого покоління»: Зб. наук. праць. Київ, 2016. Вип. 1. С. 255–258.

5. Босенко А. І., Топчій М. С., Дишель Г. О., Слободян М. І. Динаміка омега-потенціалу у дітей молодшого шкільного віку під впливом розумових і фізичних навантажень // Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 6–7 окт. 2016 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина; редкол.: С. М. Блоцкий (отв. ред.) [и др.]. Мозырь, 2016. С. 167–169.

6. Босенко А. І., Топчій М. С., Калайда С. О. Динаміка механізмів регуляції серцевого ритму юнаків-студентів на дозовані фізичні навантаження // Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини (для студентів та молодих вчених): наук.-практ. конф. з між нар. участю, присвячена 100-річчю зі дня народження І. Г. Герцена. Одеса, 27–28 квітня 2017 року. Одеса: ОНМедУ, 2017. С. 176–177.

7. Босенко А. І., Топчій М. С. Стан механізмів регуляції серцевого ритму студентів молодших курсів факультету фізичного виховання // Актуальні проблеми сучасної освіти та науки в контексті євроінтеграційного поступу: матеріали доповідей учасників III Міжнародної науково-практичної конференції (18–19 травня 2017 року) / упоряд. О. І. Бундак, Н. В. Лящук, Н. Г. Конон. Луцьк: ЛІРоЛ, 2017. С. 216–218.

8. Топчій М. С., Босенко А. І. Стан центральної нервової системи студентів як складової функціональної системи адаптації до дозованих фізичних навантажень // Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність: VI всеукраїнська науково-практична конференція: Черкаси 20-22 вересня 2017 р.: Тези доповідей. Черкаси: ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2017. С. 74.

9. Босенко А. И., Топчий М. С., Дишель Г. А. Оценка адаптационных возможностей кровообращения школьниц в условиях разной мотивации деятельности // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: материалы XII международной научно-практической конференции (Гомель, 5–6 октября 2017 года). Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. Ч. 1. С. 26–30.

10. Босенко А. І., Топчій М. С. Щодо інформативності індексу функціональних змін у характеристиці адаптаційного потенціалу // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Здоров'я людини: теорія і практика», присвяченої 25-річчю Медичного інституту Сумського державного університету / за заг. ред. О. О. Єжової. Суми: Сумський державний університет, 2017. С. 37–38.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

11. Босенко А. І., Топчій М. С. Пристрій для реєстрації омега-потенціалу з поверхні шкіри голови «РОП-1»: патент України на корисну модель № 123121; Заявл. 01.09.2017; Опубл. 12.02.2018; Бюл. № 3. 6 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	19
ВСТУП.....	21
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ АДАПТАЦІЇ ЮНАКІВ	28
1.1. Адаптація людини до умов життєдіяльності як наукова проблема.....	28
1.2. Динаміка функціональних можливостей серцево-судинної системи юнаків в процесі навчальних навантажень.....	36
1.3. Адаптаційні реакції центральної нервової системи юнаків до навчальних навантажень.....	40
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	47
2.1. Організація досліджень.....	47
2.2. Методи досліджень.....	48
2.2.1. Методи досліджень фізичного розвитку юнаків.....	48
2.2.2. Визначення рівня фізичної працездатності і адаптаційних можливостей організму, за даними тестування навантаженням за замкнутим циклом.....	48
2.2.3. Методи оцінки функціонального стану і адаптивних реакцій серцево-судинної системи юнаків.....	52
2.2.4. Методи оцінки функціонального стану і пристосувальних реакцій центральної нервової системи юнаків.....	56
2.2.5. Статистична обробка результатів досліджень.....	59
РОЗДІЛ 3. ФУНКЦІОНАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ЮНАКІВ РІЗНОГО ВІКУ ДО НАВЧАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....	60
3.1. Фізичне навантаження як один з основних видів навчальних навантажень юнаків різного віку	60
3.1.1. Динаміка фізичного розвитку юнаків у процесі навчання у закладі вищої освіти.....	60
3.1.2. Характеристика загальної фізичної працездатності юнаків за різних років навчання у закладі вищої освіти.....	65

3.1.3. Динаміка рівня активації та напруження організму юнаків різного віку до навчальних фізичних навантажень.....	71
3.2. Механізми адаптації серцево-судинної системи юнаків різного віку в процесі навчальних навантажень.....	76
3.2.1. Динаміка частоти серцевих скорочень юнаків різного віку під час навантажень змінної потужності протягом навчання у закладі вищої освіти.....	77
3.2.2. Стан механізмів та ефективність регуляції серцевої діяльності юнаків різного віку під час навчальних навантажень в період навчання у закладі вищої освіти.....	81
3.2.3. Характеристика показників адаптаційного потенціалу юнаків різного віку протягом навчання у закладі вищої освіти.....	97
3.3. Функціональний стан та механізми адаптації центральної нервової системи юнаків різного віку в процесі навчальних навантажень.....	99
РОЗДІЛ 4. ІНТЕРКОРЕЛЯЦІЯ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА МЕХАНІЗМІВ АДАПТАЦІЇ ЮНАКІВ РІЗНОГО ВІКУ В ПРОЦЕСІ НАВЧАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....	107
АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	130
ВИСНОВКИ.....	145
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	148
ДОДАТКИ.....	175

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АМГК – активність адренергічних і холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції

АМо – амплітуда моди

АП – адаптаційний потенціал

АС – аферентний синтез

АТ – артеріальний тиск

АТд – діастолічний артеріальний тиск

АТс – систолічний артеріальний тиск

ВПР – вегетативний показник ритму

ВСР – варіабельність серцевого ритму

ЖЄЛ – життєва ємність легенів

ЗВО – заклад вищої освіти

ЗФС – загальний функціональний стан головного мозку

ІВР – індекс вегетативної рівноваги

ІН – індекс напруження регуляторних систем

ЛП – латентний період

Мо – мода

МСК – максимальне споживання кисню

ОГК – окружність грудної клітки

ПАПР – показник адекватності процесів регуляції

ПСМР – проста сенсомоторна реакція

РС – ритм серця

РФМ – рівень функціональних можливостей

СОК – систолічний об'єм крові

СР – стійкість реакції

ССС – серцево-судинна система

ФСА – функціональна система адаптації

ФР – фізичний розвиток

ФРНП – функціональна рухливість нервових процесів

ФРС – функціональний рівень системи

ΔX – варіаційний розкид

ХОК – хвилинний об'єм крові

ЦНС – центральна нервова система

ЧСС – частота серцевих скорочень

RWC 170 – фізична працездатність на рівні частоти серцевих скорочень у

170 уд/хв

ВСТУП

Останнім часом спостерігається тенденція щодо погіршення стану здоров'я молоді. Тому найбільш актуальною проблемою держави є його збереження та зміцнення [94; 108; 150; 165; 189].

Низка наукових праць [131; 150] вказує на зниження рівня фізичного розвитку та здоров'я молоді, підвищення впливу на організм негативних факторів навколишнього середовища і, як наслідок, збільшення захворюваності й зниження працездатності, зростаючий список випадків раптових смертей юнаків під час занять фізичною культурою. Соціально-економічні чинники, недоліки в організації навчального процесу, порушення режиму життєдіяльності, зокрема, гіпокінезія, хронічне недосипання, нераціональне харчування, можуть слугувати основними причинами напруження адаптаційно-компенсаторних механізмів [131; 160].

За останні 10 років відмічено значне погіршення стану здоров'я молоді, про що свідчить захворюваність школярів, яка зросла на 27 %. За даними літературних джерел, тільки 5–7 % випускників загальноосвітніх закладів вважаються практично здоровими, більш як 90 % дітей шкільного віку мають проблеми зі здоров'ям, а серед призовників останніх років (2016 р.) 25 % визнаються як такі, що не спроможні нести військову службу.

Юнацький вік перепадає на роки студентства (17–21 років). В даному віковому періоді завершується біологічне дозрівання, морфофункціональні показники сягають свого дефінітивного рівня, налагоджується взаємодія фізіологічних систем організму [93; 151; 166]. У цьому віці вплив навчальних навантажень потребують значного інтелектуального і психоемоційного напруження, сприйняття і перероблення різноманітної інформації за умов дефіциту часу, інтенсивне використання комп'ютерної техніки. Разом з недостатньою руховою активністю, нераціональним харчуванням і режимом дня, шкідливими звичками студентів зумовлюється надзвичайна їх уразливість до несприятливих чинників середовища, що призводить до формування

преморбідних зрушень з боку різних органів і систем, виникнення розумової перевтоми та своєрідного донозологічного стану з виснаженням і можливим зривом адаптаційно-компенсаторних механізмів, зростання захворюваності та соціальної дезадаптації [107; 108; 111; 133; 151; 163; 165; 205].

Рівень здоров'я юнаків слід розглядати як динамічний процес постійного пристосування до умов навколишнього середовища (сім'я, школа, зростаючі психоемоційні і фізичні навантаження). Механізми вегетативної регуляції грають в цьому процесі головну роль: забезпечення пристосування до умов, що змінюються при оптимальному напруженні регуляторних систем. Стан вираженого напруження веде до порушення вегетативного балансу і зниження адаптаційно-резервних можливостей організму. За цих умов дуже важливо контролювати наскільки порушений і стійкий вегетативний дисбаланс [8]. Оцінка поточного стану організму може полягати у визначенні ступеня його адаптації до різних умов середовища [15; 98; 224].

У науково-методичних джерелах добре висвітленими є питання про стан механізмів регуляції серцевої діяльності та загальну реактивність організму студентів у процесі адаптації до навчання [70; 96; 102; 238], реакції серцево-судинної системи на інформаційні і психоемоційні навантаження [86; 162; 174; 221], оцінку функціонального стану центральної нервової системи студентів [183; 184] та спортсменів [206; 236; 237], адаптацію студентів молодших курсів в залежності від психофізіологічних властивостей [26; 129], вплив фізичної активності на організм студентів [12; 142; 169; 216; 226] тощо. Загалом, кількість наукових публікацій, що визначає важливість даної проблеми, зокрема, присвячених вивченню адаптації організму студентів, досить велика. Ряд науковців вважає, що період гострої адаптації припадає на перші два роки навчання [150]. Однак, існують наукові праці, в яких виявлено збільшення кількості студентів із напруженням механізмів адаптації з віком, тобто на старших курсах [9]. Отже, питання адаптації студентів залишається не остаточно вирішеним, у зв'язку з чим, постала нагальна потреба визначення особливостей механізмів адаптації, провідних систем, їх взаємозв'язків та

з'ясування чинників, що впливають на адекватність процесів адаптації юнаків на окремих етапах і протягом усього періоду навчання у закладах вищої освіти, що обумовлює актуальність дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі біології і основ здоров'я факультету фізичної реабілітації Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського» у рамках науково-дослідної роботи за темами «Системна адаптація до фізичних і розумових навантажень на окремих етапах онтогенезу людини», номер державної реєстрації 0109U000206; «Адаптація дітей і молоді до навчальних та фізичних навантажень (юнаки 17–21 років)», номер державної реєстрації 0114U007158.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було з'ясувати особливості функціональних механізмів адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

1. Визначити особливості формування рівня функціональних можливостей юнаків різного віку протягом усього періоду навчання, за ергометричними характеристиками фізичних навантажень змінної потужності.
2. Дослідити вікові особливості функціонального стану серцево-судинної й центральної нервової систем юнаків різного віку в процесі навчальних та фізичних навантажень змінної потужності.
3. Встановити характер зв'язків між показниками навчальних фізичних навантажень, функціонального стану серцево-судинної й центральної нервової систем юнаків різного віку.
4. Визначити факторну структуру механізмів адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень та розробити критерії комплексного оцінювання їх функціональних можливостей.

Об'єкт дослідження – адаптаційні реакції організму юнаків різного віку до навчальних навантажень.

Предмет дослідження – зміни та зв'язки між показниками серцево-судинної системи, ергометричними та психофізіологічними показниками юнаків впродовж усього періоду навчання у вищому закладі освіти.

Методи дослідження. При виконанні дисертаційного дослідження використовувались наступні фізіологічні методи: антропометрія; електрокардіографія, варіаційна пульсометрія за методикою Р. М. Баєвського; визначення загального функціонального стану мозку за методикою Т. Д. Лоскутової; велоергометрія за методикою Д. М. Давиденка. Статистичний аналіз отриманих даних проводився за допомогою пакету STATISTICA, SPSS 16, EXCEL.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше досліджено функціональні механізми адаптації юнаків різного віку – студентів факультету фізичного виховання до навчальних навантажень впродовж усього періоду навчання у вищому закладі освіти з використанням методу тестування фізичним навантаженням за замкнутим циклом.

Уперше:

– встановлено домінування парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи у обстежених, що характеризувалося переважанням нормотонічного типу регуляції ритму серця у 17, 18 і 20 років, ваготонічного – в 19 і 21 рік;

– відзначено адекватне функціонування серцево-судинної системи за умов фізичних навантажень у юнаків 19 і 21 років, яке виявлялося в менших рівні екстракардіальної функції, зовнішній роботі на одне серцеве скорочення, інтенсивніших поточних відновних процесах;

– визначено за індексом функціональних змін превалювання кількості обстежених з задовільною адаптацією в 17 і 21 років і достовірно більшу напругу регуляторних систем у 18 років;

– встановлено два основних типи динаміки функціонального стану центральної нервової системи на навчальні навантаження: високий фоновий

рівень характеризувався зниженням, низький – підвищенням критеріїв загального функціонального стану мозку у післяробочий період;

– виявлено середньої сили кореляційні зв'язки між критеріями фізичної працездатності, серцево-судинної й центральної нервової систем юнаків за умов фізичного навантаження змінної потужності, які від 17 до 21 року посилювались;

– визначено структуру та провідні фактори функціональних механізмів адаптації юнаків різного віку протягом періоду навчання, серед яких з найбільшим внеском виокремлені фізична працездатність, рівень напруження організму і ефективність регуляції системи кровообігу.

Доповнено й розширено:

- відомості про переважання парасимпатичного відділу вегетативної регуляції у юнаків з віком за умов довготривалих фізичних тренувань; уявлення про інформативність окремих критеріїв функціональних можливостей юнаків, за даними тестування з реверсом;

- орієнтовні нормативні таблиці і комплексна блок-схема прогнозування функціональних можливостей юнаків 17–21 років.

Практичне значення одержаних результатів. Дані, отримані при комплексному вивченні функціональних механізмів адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень можуть бути науковою основою для розробки медико-біологічних програм, спрямованих на покращення процесів адаптації, зокрема на зниження рівня напруження регуляторних систем, профілактику психосоматичних захворювань під час переходу від одних умов життєдіяльності до інших. Виявлені особливості адаптаційних реакцій юнаків необхідно враховувати в процесі підготовки програм навчальних дисциплін, в тому числі й при організації занять фізичною культурою. Основні положення дисертаційної роботи впроваджені в освітній процес і використовуються при викладенні матеріалу курсів «Фізіологія людини та вікова фізіологія», «Фізіологія спорту», «Фізіологічні та біохімічні основи фізичного виховання та спорту», «Біологічні методи досліджень у фізичному вихованні і спорті»,

«Медіко-педагогічний контроль у ФВ і С» в Державному закладі «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського». Також отримані результати використовуються в дисциплінах Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, Одеської національної академії зв'язку імені О. Попова, Національного університету «Одеська морська академія», про що свідчать відповідні довідки.

Особистий внесок здобувача. Дисертант особисто здійснив пошук та аналіз літературних джерел, провів повний обсяг експериментальних досліджень, здійснив зведення та статистичну обробку первинних результатів дослідження та теоретичне обґрунтування отриманих результатів. Автором написано текст дисертації, основні матеріали відображені у надрукованих працях. У спільно опублікованих наукових працях дисертантом були визначені аналіз літератури, організація та проведення досліджень, підготовка матеріалу до друку. Формування мети та обґрунтування напряму досліджень, розробка методичних підходів, формулювання висновків і редагування дисертації автором проведені у співпраці з науковим керівником, кандидатом біологічних наук, доцентом А. І. Босенком.

Апробація результатів дослідження. Основні положення, результати та висновки дисертаційної роботи були представлені на:

- *Міжнародних конференціях та симпозиумах:* Міжнародній науково-практичній конференції «Адаптаційні можливості дітей та молоді» (Одеса, 2016), Міжнародній науково-практичній конференції «Восточное партнерство в сфере педагогических инноваций в инклюзивном образовании» в рамках Міжнародного проекту TEMPUS «INOVEST» (Кишинів, 2015), XI Міжнародній науково-практичній конференції «Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды», присвяченої 85-річчю ЗО «ГГУ імені Ф. Скорини» (Гомель, 2015), Міжнародному симпозиумі «Освіта і здоров'я підростаючого покоління» (Київ, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма» (Мозырь, 2014, 2016); науково-

практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини (для студентів та молодих вчених)» (Одеса, 2017); III Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми сучасної освіти та науки в контексті євроінтеграційного поступу» (Луцьк, 2017); III Міжнародному конгресі «Глобальні виклики педагогічної освіти в університетському просторі» (Одеса, 2017); Міжнародній науково-практичній конференції «Здоров'я людини: теорія і практика» (Суми, 2017); X Міжнародній науково-практичній конференції пам'яті А. М. Лапутіна «Актуальні проблеми сучасної біомеханіки фізичного виховання та спорту» (Чернігів, 2017);

- *Всеукраїнських конференціях*: X Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Проблеми активізації рекреаційно-оздоровчої діяльності населення» (Львів, 2016); VI Всеукраїнській науково-практичній конференції «Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність» (Черкаси, 2017);

- *звітних конференціях та семінарах* кафедри біології і основ здоров'я факультету фізичної реабілітації Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського (2014–2017).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 17 наукових праць, серед яких 6 статей (5 статей надруковані у фахових виданнях, затверджених ВАК України за біологічним напрямом, 1 – у закордонних фахових виданнях) та 10 тез доповідей, патент на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, огляду літератури, матеріалів та методів дослідження, результатів власних досліджень, аналізу і узагальнення результатів дослідження, висновків, списку використаних джерел, що налічує 244 найменувань (194 кирилицею, 50 латиницею) та додатків. Робота викладена на 196 сторінках (основна частина на 128 сторінках), ілюстрована 27 рисунками і 23 таблицями.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ АДАПТАЦІЇ ЮНАКІВ

1.1. Адаптація людини до умов життєдіяльності як наукова проблема

Одне з фундаментальних понять сучасної науки є життя. Воно характеризується як вища форма існування матерії, яка закономірно виникає за певних умов у процесі її розвитку [1; 4]. Властивості збереження і розвитку на рівні живої матерії виражаються величезною різноманітністю видів живих істот, що володіють здатністю підтримувати своє існування в мінливих умовах зовнішнього середовища. Активність живого знаходить своє відображення в адаптації. Термін «адаптація» набув значного поширення в різних галузях науки. Але разом з тим, не існує загальноприйнятого визначення даного терміну.

Адаптивний процес має певні стадії розвитку і проходить кілька фаз: короткочасного підвищення резистентності та її зниження, після чого настає стан стійкого пристосування [4; 103]. Розрізняють специфічні та неспецифічні адаптивні реакції. Загальну реакцію організму відображають неспецифічні реакції, які частіше виявляються в розвитку загального адаптивного синдрому. Специфічні адаптивні реакції виробляються набагато повільніше. Їх роль полягає у взаємодії і кооперації елементів функціональних систем, що забезпечують формування кінцевого корисного ефекту [4; 5].

Пристосувальні реакції організму поділяють на два класи – реакцій термінової та довготривалої адаптації. На відміну від перших реакцій, для яких в організмі є готові, сформовані механізми, для здійснення довгострокових є лише генетично детерміновані передумови. Поступове формування довгострокових реакцій відбувається за умов багаторазового включення реакцій термінової адаптації [4; 135].

Адаптація спочатку розглядалася як біологічне і медичне поняття. Бурхливий технічний прогрес, ускладнення взаємин людини із зовнішнім

середовищем привернули увагу до цього питання і інших фахівців. Цим визначенням користуються в фізіології і морфології, біохімії і біомеханіці, теорії і методиці виховання.

Адаптацію необхідно розуміти і як процес, і як результат: процес пристосування організму до чинників середовища, в результаті чого встановлюється між ними відносна рівновага – результат пристосувального процесу. Вивчення закономірностей формування адаптації найбільш широко може здійснюватися в екстремальних умовах, що вимагають повної мобілізації функціональних резервів [152; 153].

П. К. Анохін стверджує, що адаптацію слід розглядати як формування нової функціональної системи – складного фізіологічного механізму, в який закладено пристосувальний ефект. Адаптація до фізичних навантажень відбувається на системному рівні, тобто з елементами термінової та довгострокової адаптації. Так, терміновий адаптивний ефект серцевої функції – підвищення частоти серцевих скорочень – виявляється в перші секунди роботи, в той час, як для довгострокової адаптації необхідні тривалі систематичні вправи. Однак, адаптаційні перебудови позитивного біологічного змісту на стадії резистентності не є гарантією збереження гомеостазу при зростанні сили пошкоджуючого агента. В цьому випадку настає зрив адаптації, виснаження функціональних резервів організму [5; 180].

Фізіологічні чинники, що формують довгострокову адаптацію супроводжуються кількома процесами: 1) перебудовою механізмів регуляції; 2) мобілізацією та використанням фізіологічних резервів організму; 3) формуванням спеціальної функціональної системи адаптації до конкретної діяльності [173]. Дані реакції є головними і основними складовими процесу адаптації.

Перебудова регуляторних пристосувальних механізмів і мобілізація фізіологічних резервів, послідовність їх включення є важливою умовою у формуванні стійкої і досконалої адаптації. Спочатку включаються звичайні фізіологічні реакції, потім – реакції напруги, які вимагають значних

енергетичних витрат, використання резервних можливостей організму. В кінцевому підсумку формується спеціальна функціональна система адаптації, яка забезпечує конкретну діяльність людини [5; 173]. У відповідь на дію подразника на рецептори виникає порушення відповідних аферентних, моторних і вегетативних центрів, активується функція ендокринних залоз. В результаті відбувається мобілізація скелетної мускулатури і організації руху, що є головним компонентом функціональної адаптивної системи. Як допоміжний компонент системи, мобілізуються органи дихання і кровообігу, які забезпечують енергетичний метаболізм і підтримання гомеостазу [79; 172]. П. К. Анохін у функціональній системі адаптації (ФСА) до фізичних навантажень виділив три основних ланки: аферентну – рецептори; центральну регуляторну – центри нейрогуморальної регуляції; ефекторну – анімальні і вегетативні системи [157; 171; 225].

Аферентна ланка ФСА включає рецептори, чутливі нейрони і сукупність аферентних нервових клітин в центральній нервовій системі. Всі ці елементи сприймають подразнення із зовнішнього середовища і самого організму, беручи участь тим самим у здійсненні аферентного синтезу, необхідного для адаптації. Аферентний синтез (АС) виникає, на думку П. К. Анохіна, при взаємодії мотивації, пам'яті, обстановочної і пускової інформації і відбувається при виконанні самого руху. У процесі рухової діяльності найважливіша роль належить сенсорним корекціям, що здійснюються за рахунок інформації, яка надходить від м'язів і внутрішніх органів. Основною умовою утворення ФСА є аферентні імпульси з рецепторів анімальних і вегетативних систем, другою умовою – зовнішні сенсорні впливи, які інформують про стан частин тіла і зміни в навколишньому середовищі. Отже, аферентна ланка функціональної системи є необхідною умовою адаптації до фізичних навантажень.

Центральна регуляторна ланка ФСА представлена нейрогенними і гуморальними механізмами управління реакціями адаптації. У відповідь на аферентні сигнали нейрогенна частина ланки включає рухову реакцію і на основі рефлекторного принципу регуляції функцій мобілізує вегетативні

системи. Аферентна пульсація від рецепторів до кори головного мозку викликає виникнення позитивних, збудливих, і негативних, гальмівних, процесів. Вони і формують ФСА. В адаптованому організмі швидко відбувається м'язова активність і мобілізація вегетативних функцій, в той час як в неадаптованому м'язовий рух буде виконано приблизно, а вегетативне забезпечення виявиться недостатнім.

Під час надходження сигналу при фізичному навантаженні відбувається також нейрогенна активація гуморальної частини центральної регуляторної ланки. Шляхом впливу на метаболізм органів і тканин гуморальні реакції – підвищення звільнення гормонів, біологічно активних речовин, медіаторів і ферментів – забезпечують більш повноцінну мобілізацію функціональної адаптивної системи і її здатність до тривалої роботи на високому рівні.

До складу ефektorної ланки ФСА входять скелетні м'язи, органи дихання, кровообігу, виділення, кров і інші вегетативні системи. Інтенсивність і тривалість фізичних навантажень на рівні скелетних м'язів визначається трьома основними факторами: 1) числом і типом активуючих моторних одиниць; 2) рівнем і характером біохімічних процесів в м'язових клітинах; 3) особливостями кровопостачання м'язів, від чого залежить приплив кисню, поживних речовин і виведення метаболітів. Збільшення сили, швидкості і точності рухів в процесі довгострокової адаптації досягається двома основними процесами: формуванням функціональної системи управління рухами в центральній нервовій системі і морфофункціональними змінами в м'язах – гіпертрофія м'язів, збільшення потужності систем енергоутворення, перерозподіл кровотоку тощо [5; 136; 137; 153; 225].

Отже, формування функціональної адаптивної системи з залученням різних морфофункціональних структур організму становить принципову основу довгострокової адаптації до фізичних і розумових навантажень і реалізується підвищенням ефективності діяльності різних органів і систем організму [171; 173].

Адаптивні перебудови є динамічним процесом. В динаміці адаптаційних змін спортсменів виділяють чотири стадії, кожній з яких властиві свої функціональні зміни і регуляторно-енергетичні механізми [137; 153].

1. Стадія фізіологічної напруги організму характеризується переважанням в корі головного мозку процесів збудження, розподілом їх на підкіркові і рухові і вегетативні центри, які розташовані нижче, зростанням функції кори надниркових залоз, збільшенням показників вегетативних систем і рівня обміну речовин. На рівні рухового апарату відбувається додаткове включення м'язових волокон, збільшення числа моторних одиниць, сили і швидкості скорочення м'язів, глікогену в м'язах, АТФ і креатинфосфату. Процеси адаптації нестійкі.

В результаті порушення вищих вегетативних центрів активізується адренергічна і гіпофізарно-адреналова системи, що призводить до зростання концентрації катехоламінів, глюкокортикоїдів та деяких мікроелементів. В стадії напруги організму основне навантаження лягає на регуляторні механізми, за рахунок чого здійснюється пристосування фізіологічних реакцій і метаболізму до зростаючих фізичних навантажень та інших чинників.

2. Стадія адаптованості організму. За рахунок встановленого рівня функціонування різних органів і систем відбувається підтримання гомеостазу в конкретних умовах діяльності. Працездатність особи в цей період стабільна і навіть підвищується. Отже, в процесі довгострокової адаптації до фізичних навантажень гормони грають провідну роль в механізмах переключення енергетичного обміну з вуглеводного типу на жировий. При цьому катехоламіни готують перехід, в той час як глюкокортикоїди його реалізують.

3. При тривалих і інтенсивних фізичних навантаженнях відбувається порушення нейроендокринної регуляції, зменшується вміст катехоламінів і глюкокортикоїдів і знижується рівень енергетичного обміну. В результаті в організмі виникають різні розлади, що характеризують наступний етап – стадію дизадаптації. Загальна і спеціальна працездатність людини і його адаптивні можливості на даному етапі суттєво знижуються. Процес дизадаптації є

наслідком того, що плата за адаптацію до інтенсивних навантажень вийшла за межі фізіологічних резервів і за своїми патофізіологічними основам вказує на перенапруження організму.

4. Стадія реадаптації характеризується придбанням вихідних властивостей і якостей організму після тривалої перерви в систематичних тренуваннях або їх припинення. Фізіологічний сенс полягає в підвищенні рівня адаптації і поверненні певних показників функцій організму до початкових величин.

Структурні зміни в міокарді і скелетних м'язах, які виникають в процесі тривалих і інтенсивних фізичних навантажень, порушений рівень обміну речовин, гормональні та ферментативні перебудови до початкових значень не повертаються. Організм людини за припинення фізичних навантажень платить надалі певну біологічну ціну [3].

При адаптації до надмірних фізичних навантажень для даного організму в певній мірі реалізується загальнобіологічна закономірність. Вона полягає в тому, що всі пристосувальні реакції до незвичайних факторів середовища мають відносну доцільність. Тобто навіть стійка, довготривала адаптація має свою функціональну ціну. Ціна адаптації може виявлятися в двох різних формах: 1) пряме зношування функціональної системи, 2) явище негативної перехресної адаптації, тобто порушення у адаптованих до певного фізичного навантаження людей інших функціональних систем і адаптивних реакцій, які пов'язані з цим навантаженням [1; 2; 64].

Пряма функціональна недостатність реалізується при великому навантаженні, що гостро виникає. При цьому спостерігаються прямі пошкодження структур серця, скелетних м'язів, порушення ферментної і гормональної активності та інші зміни, які є як результатом самого навантаження, так і стрес-реакції [17; 21; 29]. Це ціна термінової адаптації, яка виявляється яскраво при перших навантаженнях нетренованих осіб.

Врівноваженість організму з середовищем і його адаптація до умов існування визначається оптимальністю керуючих впливів [2; 3]. Адаптаційно-

приспосувальна діяльність вимагає витрат енергії та інформації, в зв'язку з чим можна говорити про «ціну» адаптації, яка визначається ступенем перенапруги регуляторних механізмів і величиною витрачених функціональних резервів. За цих умов, мішенню є порушення системної організації найважливіших фізіологічних функцій організму. Стан нормальної життєдіяльності характеризується наявністю відносної врівноваженості реакцій організму з середовищем, і одночасною підтримкою гомеостазу усередині живої системи. Бобровницький І. П. [31] виділяє наступні функціональні порушення в якості критеріїв знижених резервних можливостей організму:

- гіперактивація – стрес-ініціючі прояви симпатoadреналової системи;
- знижений потенціал стрес-лімітуючих систем (антиоксидантний захист, простагландини, ендорфіни, ГАМК, і ін.);
- наявність стреспошкоджуючих ефектів і, перш за все, ознак деструкції клітинних мембран;
- ознаки особистості;
- порушення психофізіологічного статусу;
- порушення біологічного ритму функціональних параметрів;
- порушення рефлекторної відповіді і енергобіоінформаційні розлади;
- зниження можливостей перенесення функціональних навантажувальних проб (фізичного навантаження, гіпоксичної проби, статокінетическої проби, вестибулярні навантаження, ортостатичні проби, метаболічних навантажувальних проб).

Важливу роль при аналізі життєвих процесів грає концепція гомеостазу. Одне з важливих місць в цій концепції займає вегетативна регуляція фізіологічних функцій. Здатність до зрівноважування із середовищем, або адаптаційні можливості, – це одна з найважливіших особливостей живої системи. Процес адаптації організму до умов зовнішнього середовища залежить від взаємодії між керуючим і виконавчим контурами регулювання. З урахуванням ролі кожного з них в реалізації адаптаційних реакцій організму перехід від одного функціонального стану до іншого відбувається в результаті

змін одного з трьох властивостей біосистеми: 1) рівня функціонування; 2) функціонального резерву; 3) ступеня напруги регуляторних механізмів [1; 3; 91; 100].

Рівень функціонування показників системи кровообігу – це характеристика міокардіального гемодинамічного гомеостазу. У кожен поточний момент часу забезпечується необхідний кровообіг. Функціональний резерв системи кровообігу традиційно визначається шляхом застосування функціональних навантажувальних проб. Вище функціональний резерв передбачає використання найменших зусиль. Резервні «потужності системи кровообігу» створюють запас міцності на випадок неадекватних дій на організм, і завдяки цьому вихідний рівень функціонування знижується. Разом з витрачанням резервів відбувається і їх поповнення. Тому велике значення має не тільки своєчасна мобілізація резервів, а й відповідна стимуляція процесів відновлення і захисту [3; 31; 61; 141].

Ступінь напруги регуляторних систем, в тому числі тонусу симпатичного відділу вегетативної нервової системи, впливає на рівень функціонування кровообігу шляхом мобілізації тієї чи іншої частини функціонального резерву. Несприятливий вплив факторів навколишнього середовища при достатньому функціональному резерві веде до зсуву фізіологічних показників і супроводжується відповідною напругою регуляторних систем [170; 172]. Пристосування організму людини до різних умов соціального середовища за допомогою емоцій здійснюється соматовегетативними і ендокринними механізмами під впливом кори головного мозку. Перенапруження центральної нервової системи при тривалому впливі факторів викликає підвищену активність симпатoadреналової системи, різко порушуючи метаболічний гомеостаз в органах, судинних стінках і системі гомеостазу [2; 9; 61; 82; 88].

Витрачання функціональних резервів відбувається для підтримки необхідного рівня функціонування систем організму. Завдяки діяльності регуляторних механізмів відбувається перебудова внутрішнього середовища відповідно до зовнішніх умов. Адаптивна компенсація забезпечується

центральною механізмом регуляції: тобто при нестачі функціональних резервів однієї з систем на допомогу приходить інша система, яка дозволяє отримати необхідний кінцевий результат різними шляхами [1; 3; 83; 104].

Отже, розглядаючи адаптацію як фізіологічну основу адаптованості, необхідно звернути увагу на ряд важливих положень: встановлення кількісних критеріїв функцій організму для різних стадій адаптації, визначення параметрів функціонального стану організму в процесі адаптації в поєднанні з показниками психічної діяльності, імунологічної резистентності і фізичної працездатності, виявлення значущості аферентних систем у виробленні нових пристосувальних рухових навичок, прийняття до уваги універсальності адаптаційних впливів нервової системи в процесі пристосування до навантажень різної спрямованості. Вирішення цих актуальних завдань сприятиме збереженню здоров'я і підтримці високої працездатності організму.

1.2. Динаміка функціональних можливостей серцево-судинної системи юнаків в процесі навчальних навантажень

Дослідження серцево-судинної системи (ССС) займає основне місце в комплексі обслідувань. Це пояснюється не тільки тим, що вона є однією з основних систем організму. За характером змін, які визначаються при динамічних спостереженнях у стані відносного спокою (довгочасна адаптація) та у відповідь на фізичне навантаження (термінова адаптація) можна судити про функціональний стан серцево-судинної системи і організму в цілому [13; 19; 32; 34; 66].

Серцево-судинна система бере участь у всіх адаптаційно-пристосувальних реакціях цілісного організму. Вона реагує навіть на незначні зміни рівноваги організму з середовищем, більш ніж інші системи піддається різного роду перебудовам у разі потреби організму зберегти свій гомеостаз. Як система, що забезпечує інші системи і органи киснем і живильними речовинами, ССС найчастіше є відповідальною за недостатню адаптацію

організму до тих чи інших дій, якщо це пов'язано із зниженням кровотоку в органах і недостатньо швидкою його компенсацією [8; 19; 24; 35].

Під час фізичних навантажень, які супроводжуються інтенсивною роботою серця, спостерігається виражений розвиток і зміцнення його м'язових волокон, серцеві скорочення стають могутнішими й рідшими, що дає значну економію енергії і сприяє поліпшенню кровообігу [36; 47; 48; 134]. Адаптоване до фізичного навантаження серце володіє не тільки високою скоротливою функцією, але й зберігає високу здатність до розслаблення в діастолі, яке зумовлено поліпшенням процесів регуляції обміну в міокарді і відповідним збільшенням його маси [36; 52; 56].

Фізичні навантаження значно покращують і вінцевий кровообіг. Цілий ряд досліджень [60; 66; 145; 146] вказує на збільшення розмірів коронарних судин під впливом тренувань і, як наслідок, вираження поліпшення кровообігу всіх ділянок серця. Практично у всіх випадках наголошувалося на поліпшенні й колатерального кровообігу, що відіграє важливу роль у кровопостачанні.

Під впливом значних систематичних навантажень в ССС відбуваються морфологічні та функціональні зміни. За умов тривалого фізичного тренування багатьма дослідниками виявлена гіпертрофія міокарду та ділятація порожнин серця, брадикардія та ваготонічний тип регуляції серцевого ритму [67; 143; 178; 241].

Так, спостереження, проведенні на тваринах [171], показали, що експериментальне тренування завжди веде до збільшення серця. Але при повільно зростаючих навантаженнях стовщення серця відбувається за рахунок розвитку передусім активних гладком'язових елементів стінки при збереженні еластичної стромы, малого пошкодження ендотеліального прошарку. А нерациональне тренування викликає менше стовщення стінок. Однак це стовщення йде по шляху зменшення маси гладком'язових елементів при збільшенні ширини міжмембранних проміжків, недорозвитку і навіть деструкції еластичного каркасу, що призводить до старіння судинної стінки.

Важливим фізіологічним механізмом, який здійснює адаптацію системи кровообігу до м'язової роботи є частота серцевих скорочень (ЧСС). Даний показник широко використовується для оцінки функціонального стану, якості регулювання серцевої діяльності та адаптаційних можливостей системи кровообігу при фізичних навантаженнях. У дітей у стані спокою спостерігається більша частота пульсу, ніж у дорослих. Це пов'язано з відносно високим обміном речовин. З віком ЧСС поступово зменшується з 84–90 уд/хв в 7–10 років до 74–82 уд/хв. в 12–13 років, 70–77 уд/хв. в 16–17 років і т.д., наближаючись до цифр, що характерні для дорослих [87; 92].

У переважаючої більшості випадків ЧСС при фізичних навантаженнях коливається в межах 160–200 уд/хв, але дані про граничні значення частоти пульсу у тренуваних юнаків показують, що ці величини можуть перебільшити 200 уд/хв. Ученими була зареєстрована ЧСС 240–252 уд/хв. у підлітків та юнаків при виконанні вправ циклічного характеру [83; 87]. Максимальна частота серцевих скорочень залежить від віку та обчислюється наступним чином (за Уілмором):

$$f = 210 - 0,8 * B$$

де B – вік у роках, f – частота серцевих скорочень.

За даними ЧСС визначають тренуючу дію певного навантаження. Так вважається, що найбільш сприятливий тренуючий вплив надають навантаження, при яких частота серцевих скорочень складає від 134–136 до 185–187 уд/хв. Навантаження вище цього рівня відносять до діапазону виснаження, нище – відновлювального характеру.

Середній ритм серцевих скорочень у дітей перших днів життя складає 120–140 уд/хв. Подальше уповільнення пульсу є результатом змін лабільності синусового вузла й становлення більш удосконалених форм нейрогуморальної регуляції серця [138; 194].

Поряд з ЧСС величину головного гемодинамічного параметру – хвилинного об'єму крові (ХОК) – визначає систолічний об'єм крові (СОК). Виокремлюють чотири фактори, які визначають СОК: 1) обсяг венозної крові,

що повертається в серце; 2) еластичність шлуночків або їх здатність збільшуватися; 3) скорочувальна здатність шлуночків; 4) тиск в аорті або легеневої артерії, яке долає опір шлуночків в процесі скорочення [87]. Перші два фактори визначають наявний обсяг крові для заповнення шлуночків, а також легкість їх заповнення при даному тиску. Два останніх фактора вказують на силу, з якою кров виштовхується з шлуночків і долає тиск по артеріях. Всі ці фактори в комплексі контролюють зміни СОК при збільшенні потужності навантаження [105].

При роботі зростаючої потужності величина СОК наближається до максимальної для даного випробуваного вже при збільшенні ЧСС до 170 уд/хв. Однак в дослідженнях Карпмана В. Л. і співавторів [105], проведених на дорослих спортсменах, встановлений двоетапний характер збільшення СОК. Швидкий приріст систолічного об'єму крові (приблизно 20 мл крові на 100 кгм/хв роботи) спостерігається при легкій роботі, індивідуальний максимум ЧСС 130–140 уд/хв. При збільшенні навантаження більш, ніж 1000 кгм/хв, максимальні значення СОК різко зменшувались й складали 2–3 мл крові на 100 кгм/хв роботи. При дуже важкій і тривалій роботі відбувається зменшення СОК.

Збільшення ХОК є важливою умовою м'язової діяльності. Завдяки цьому забезпечується необхідний рівень кровопостачання працюючих м'язів, доставка до них кисню та виведення продуктів метаболізму. В багаточисленних дослідженнях показано, що хвилинний об'єм крові із зростанням навантаження носить лінійний характер. На початковому етапі фізичного навантаження серцевий викид підвищується за рахунок збільшення частоти серцевих скорочень і систолічного об'єму. У момент перевищення навантаження на 40–60% від індивідуальної можливості систолічний об'єм збільшується з меншою швидкістю, або залишається на тому ж рівні, демонструючи плато. Отже, подальше підвищення ХОК відбувається, в основному, за рахунок збільшення частоти серцевих скорочень [78; 87; 105].

Артеріальний тиск (АТ), як один з найбільш важливих та інформативних показників серцево-судинної системи, вивчався багатьма авторами. Аналіз літературних даних показав, що всі види АТ з віком зростають. При цьому зростання артеріального тиску йде нерівномірно [117; 120; 188].

Під час фізичного навантаження систолічний та діастолічний тиск змінюються неоднаково. За умов інтенсивної м'язової діяльності систолічний тиск (АТс) підвищується паралельно зі збільшенням навантаження. Так, АТс, що дорівнює 120 мм рт. ст. в спокої, може піднятися вище 200 мм рт. ст. в стані крайньої втоми і досягти 140–250 мм рт. ст. у спортсменів при максимальних навантаженнях. Підвищений АТс характеризується збільшенням серцевого викиду, за рахунок чого зростає інтенсивність роботи. Крім того, артеріальний тиск крові обумовлює кількість рідини, яка виходить з капілярів в тканини, транспортуючи необхідні поживні речовини. Отже, підвищений АТс сприяє здійсненню оптимального процесу транспорту [87; 230; 241].

Діастолічний артеріальний тиск (АТд), на відміну від систолічного, при м'язової діяльності практично не змінюється.

Стабільних показників артеріальний тиск досягає під час субмаксимальних навантажень постійної інтенсивності, що вимагають прояву витривалості. Зі збільшенням інтенсивності навантаження зростає АТс. При тривалому навантаженні постійної інтенсивності систолічний тиск поступово знижується, в той час як діастолічний залишається незмінним [101; 106; 137; 144].

1.3. Адаптаційні реакції центральної нервової системи юнаків до навчальних навантажень

Адаптаційні процеси в організмі відбуваються під безпосереднім контролем центральної нервової системи [5; 17; 27; 47; 136; 144]. Центральна нервова система (ЦНС) є найскладнішою з усіх функціональних систем, головна функція якої полягає у швидкому і точному аналізі і переробці

інформації. Сигнали від рецепторів надходять до сенсорних центрів, потім до моторних і від них – до ефекторних органів, м'язів і залоз. У корі головного мозку знаходяться нервові клітини (нейрони), які з'єднуються між собою, утворюючи складні функціональні системи [5; 128; 166; 181]. Нейрони можуть перебувати в стані збудження або гальмування. Ці два основних процеси характеризуються силою, рухливістю і зрівноваженістю.

Першим висунув думку про властивості нервових процесів І. П. Павлов у 1909 році, а в 1927 – ним була створена перша систематизація типів вищої нервової діяльності [14; 128].

Найбільш систематичну експериментальну і теоретичну розробку павловська типологія знайшла в працях Б. М. Теплова і В. Д. Небиліцина [128; 144]. Прояв кожної з властивостей нервової системи, на їх думку, утворює певний синдром, сукупність пов'язаних між собою ознак, якостей. При цьому, одна із них є основною, оскільки найбільш чітко визначає дану властивість.

Так, сила процесу збудження зумовлена, перш за все, здатністю нервових клітин витримувати тривале чи часто повторюване збудження [131; 144]. Додатковими ознаками сили нервових процесів збудження є стійкість до впливу сторонніх подразників, особливості концентрації та іррадіації процесу збудження, характер прояву закону сили, абсолютна сенсорна чутливість.

Зрівноваженість І. П. Павлов характеризував як відношення між величинами збудження і гальмування. В. Д. Небиліцин в своїх роботах [144] розглядав зрівноваженість як комплекс вторинних властивостей нервової системи людини, що визначаються балансом між збудженням і гальмуванням.

До поняття рухливості, поряд зі швидкістю виникнення, протікання і припинення нервових процесів, І. П. Павлов відносив також здатність одного нервового процесу у відповідь до вимог середовища швидко змінюватись на інші. Б. М. Теплов висловив думку щодо необхідності розподілу рухливості нервових процесів на дві властивості: 1) рухливість за І. П. Павловим, що характеризує здатність нервових процесів проводити переробку асоціативної

пари умовних подразників, 2) лабільність за М. Є. Введенським та О. О. Ухтомським – швидкість виникнення і припинення збудження.

Отримано експериментальні дані, які дозволяють виділити функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) як самостійну властивість вищої нервової діяльності [130]. Вона відрізняється від поняття лабільності М. Є. Введенського та О. О. Ухтомського швидкісною характеристикою цілої функціональної системи. ФРНП у розумінні М. В. Макаренка [128] узгоджується з поняттям рухливості І. П. Павлова, так як виконання роботи в високому темпі передбачає швидке переключення дій, спрямованих на диференціювання позитивних подразників, а також часту зміну гальмування збудженням і навпаки. ФРНП на думку науковця, є інтегральним показником всіх швидкісних можливостей нервової системи, тому повинна розглядатися як максимально можлива швидкість переробки інформації різного ступеню складності за певний період часу. Зумовлено це швидкісними процесами в периферичній нервовій системі, особливостями функціонування [130]. Поряд із всебічним вивченням властивостей основних нервових процесів вивчалась також динаміка їх розвитку на різних етапах онтогенезу [124; 158]. Дослідження багатьох авторів виявив прогресивний, але не завжди рівномірний розвиток ФРНП до 20–25 років. Незначне гальмування розвитку і деяке зниження величин рухливості нервових процесів відбувається на початку статевого дозрівання та при переході до зрілого віку, після чого настає спад [80; 95; 123; 124; 182]. Розвиток сили нервових процесів вивчено недостатньо повно. Проведені дослідження у дітей, підлітків, юнаків, студентів та спортсменів [123; 124; 129; 158] вказують на зростання останніх у школярів та студентів. Деяке гальмування розвитку цієї властивості відмічалось у дітей 12–13 років, що можна пов'язати з початком статевого дозрівання. Після 30-річного віку сила нервових процесів знижується.

Сучасні уявлення про умовно-рефлекторну діяльність як системний процес, який охоплює одночасно у певній послідовності кору, найближчі до неї підкоркові структури, а також всі відділи нервової системи, дають можливість

вважати, що реальна поведінкова діяльність організована системно [6]. Функціональна система порівняно з моделлю класичного умовного рефлексу, побудованого за принципом рефлекторної дуги, представляє собою динамічну систему, яка організована вибірково від центрів до периферії як по горизонталі, так і по вертикалі мозкових структур. Ці структури приймають участь у забезпеченні цілеспрямованої поведінки [128].

Під впливом фізичних навантажень функціональний стан нервової системи удосконалюється, формуються позитивні зміни в характеристиках нейродинамічних функцій юних спортсменів, а також спостерігається більш активний розвиток властивостей основних нервових процесів [95; 123; 158]. Нейродинамічні властивості у юнаків-спортсменів раніше досягають величин дорослих людей, у зрілому віці вони довше утримуються на високому рівні, а в осіб другого зрілого та похилого віку – знижуються значно пізніше і повільніше. Більш динамічний та випереджаючий характер розвитку, довший період стабілізації, відстрочка початку інволюції, вищий рівень розвитку у тренуваних людей вказує на високу пластичність психофізіологічних функцій та часткову їх корекцію за допомогою фізичних вправ. При цьому адаптованість знаходиться в прямій залежності від рівня розвитку генетично-детермінованих властивостей вищої нервової діяльності (ВНД) [123].

Для вивчення фізіологічних і психічних функцій використовують дослідження сенсомоторної реактивності [48; 58; 75; 88; 158; 225]. Час реакції використовується для оцінки функціонального стану ЦНС як критерій сенсорної чутливості [89]. Завдяки своїй простоті та інформативності час сенсомоторних реакцій успішно використовується і для оцінки становлення нейродинамічних функцій в онтогенезі. Більшість досліджень показало, що найнижчі параметри сенсомоторних реакцій спостерігаються у дітей дошкільного віку. Близько 20-річного віку відбувається досягнення максимальних результатів інтенсивного розвитку, після чого йде період стабілізації, за ним – поступового збільшення часу реакції [81; 123; 158]. У фізично тренуваних осіб вікова динаміка часових характеристик простої

сенсомоторної реакції (ПСМР) не відрізняється від нетренованих. Однак, латентні періоди складної реакції вибору двох із трьох подразників у тренуваних коротше [99; 117; 156; 205], що може вказувати на кращий розвиток структур нервової системи, що забезпечують виконання складних сенсомоторних функцій, завдяки фізичним вправам.

Індивідуально-типологічні властивості ВНД знаходяться у відповідному зв'язку з характером м'язової діяльності, що ядро виявляється на прикладі спортсменів. Так, дослідження С. К. Голяки та О. Б. Сприня [74] спортсменів різної спеціалізації віком 17–18 років, показали, що швидко-силові та ігрові види спорту в більшій мірі пов'язані з рівнем розвитку ФРНП. За спостереженнями Е. В. Казина, Л. А. Варича [103], юнакам 16–18 років, тренування яких спрямоване на розвиток витривалості, більш притаманна сила нервових процесів, в той час, як для представників ациклічних видів спорту характерне збільшення рівня ФРНП [103].

Поряд з розвитком властивостей основних нервових процесів відбувається також розвиток психічних функцій та формування зв'язків між ними. Одним з головних чинників психічного життя людини, пізнавальних функцій, які лежать в основі розвитку і навчання, є пам'ять. Вона поділяється на онтогенетичну та філогенетичну, в залежності від процесів запам'ятовування – мимовільну і довільну. В основі явищ пам'яті лежать зміни активності окремих нейронів та їх популяцій, а також більш постійні зміни на рівні ДНК і РНК. Ці процеси являються основою короткочасної і довгострокової пам'яті, які виділяють за часом утримання інформації. Кожна з них має різну ємність і зберігає особливу інформацію. Вивчаючи властивості пам'яті в онтогенезі, визначено інтенсивне її зростання з 2-річного віку, зниження темпів запам'ятовування в 13–15 років з досягненням найкращих результатів у 17 років [77; 128]. Функція уваги у філогенезі та онтогенезі розвивається на базі вродженого орієнтувального рефлексу, який спрямований на добір значимих впливів та ігнорування несуттєвих. Увага характеризує також узгодженість різних ланок функціональної структури діяльності, яка визначає успішність її

виконання. Отже, увага бере участь в організації, регуляції і контролі будь-якої діяльності людини для досягнення мети або завершення поведінкового акту [120]. Під впливом тривалих занять фізичними навантаженнями покращується довільна увага: спостерігається збільшення показника переключення уваги, зростають загальна кількість і швидкість переробленої інформації. Також підвищуються показники об'єму та концентрації уваги [95]. Результати досліджень спортсменів [95; 158] показали, що юнакам з високим рівнем короткочасної пам'яті притаманні більша швидкість, об'єм, розподіл та продуктивність уваги.

Узагальнюючи вищевикладене, можна з упевненістю констатувати, що існуючі в науковій літературі дані не дають повної уяви про особливості становлення та формування психофізіологічних функцій організму в осіб, які займаються фізичною культурою та спортом. Отже, це питання залишається актуальним для подальшого вивчення.

Висновок до розділу 1.

Адаптивний процес має певні стадії розвитку і проходить кілька фаз: короткочасного підвищення резистентності та її зниження, після чого настає стан стійкого пристосування. Розрізняють специфічні та неспецифічні адаптивні реакції. Загальну реакцію організму відображають неспецифічні реакції, які частіше виражаються в розвитку загального адаптивного синдрому. Специфічні адаптивні реакції виробляються набагато повільніше. Їх роль полягає у взаємодії і кооперації елементів функціональних систем, що забезпечують формування кінцевого корисного ефекту.

Формування функціональної адаптивної системи із залученням різних морфофункціональних структур організму становить принципову основу довгострокової адаптації до фізичних і розумових навантажень і реалізується підвищенням ефективності діяльності різних органів і систем організму. Розглядаючи адаптацію як фізіологічну основу адаптованості, необхідно звернути увагу на ряд важливих положень: встановлення кількісних критеріїв

функцій організму для різних стадій адаптації, визначення параметрів функціонального стану організму в процесі адаптації в поєднанні з показниками психічної діяльності, імунологічної резистентності і фізичної працездатності, виявлення значущості аферентних систем у виробленні нових пристосувальних рухових навичок, прийняття до уваги універсальності адаптаційних впливів нервової системи в процесі пристосування до навантажень різної спрямованості. Вирішення цих актуальних завдань сприятиме збереженню здоров'я і підтримці високої працездатності організму. Серцево-судинна система бере участь у всіх адаптаційно-пристосувальних реакціях цілісного організму. Вона реагує навіть на незначні зміни рівноваги організму з середовищем, більш ніж інші системи піддається різного роду перебудовам у разі потреби організму зберегти свій гомеостаз. Як система, що забезпечує інші системи і органи киснем і живильними речовинами, серцево-судинна система найчастіше є відповідальною за недостатню адаптацію організму до тих чи інших дій, якщо це пов'язано із зниженням кровотоку в органах і недостатньо швидкою його компенсацією.

Адаптаційні процеси в організмі відбуваються під безпосереднім контролем центральної нервової системи, яка є найскладнішою з усіх функціональних систем, головна функція якої полягає у швидкому і точному аналізі і переробці інформації. Сигнали від рецепторів надходять до сенсорних центрів, потім до моторних і від них – до ефektorних органів, м'язів і залоз. У корі головного мозку знаходяться нервові клітини (нейрони), які з'єднуються між собою, утворюючи складні функціональні системи.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організація досліджень

Дослідження проведено в лабораторії вікової фізіології спорту імені Т. М. Цоневої кафедри біології і основ здоров'я Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського». Проведено лонгітудинальне обстеження юнаків – студентів факультету фізичного виховання протягом чотирьох років навчання у вищому навчальному закладі. Така форма досліджень дає можливість не тільки реєструвати конкретні величини показників на різних етапах онтогенезу і спостерігати ступінь приросту їх з віком, але й виявляти зміни, які проходять у взаємовідношеннях між індивідуальними вегетативними і психофізіологічними характеристиками.

На першому етапі було обстежено 64 юнака – студенти першого року навчання, які не відносилися до професійних спортсменів і мали масові спортивні розряди з видів спорту з акцентом на комплексний розвиток фізичних якостей. Дану групу юнаків обстежували один раз на рік протягом чотирьох років навчання у вищому навчальному закладі. Після останнього етапу (на четвертому році навчання) задля вивчення динаміки функціональних механізмів адаптації юнаків, результати досліджень аналізувались за віковими періодами 17, 18, 19, 20, 21 років.

Усі особи брали участь у дослідженнях добровільно. Крім того, за даними медичного огляду, всі юнаки були практично здоровими, не мали гострих та хронічних захворювань і скарг на стан здоров'я. Дослідження проведено з дотриманням основних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1994–2008 рр.).

Порядок досліджень для всього контингенту був таким: на початку з кожним юнаком проводилось усне опитування про стан самопочуття на момент обстеження, доводили про етапність досліджень, після чого він заповнював анкету. Наступним етапом було антропометричні виміри, реєстрація частоти серцевих скорочень, артеріального тиску в стані відносного м'язового спокою, також проводили запис серцевого ритму. Враховуючи специфіку факультету фізичного виховання, в якості навчальних навантажень було обране дозоване фізичне навантаження за замкнутим циклом за методикою Давиденка Д. М. зі співавторами (2008, 2011). Тому, по закінченні усіх вимірів переходили до велоергометричного тестування з трьохразовим записом кардіоінтервалограми, АТ, пульсу. До фізичного навантаження та на п'ятій хвилині відновлення вивчали загальний функціональний стан (ЗФС) головного мозку, за даними латентних періодів зорово-моторних реакцій.

2.2. Методи досліджень

2.2.1. Методи досліджень фізичного розвитку юнаків

Особливості фізичного розвитку вивчали за наступними антропометричними ознаками: довжина тіла стоячи та сидячи (в см), маса тіла (кг), окружність грудної клітки в спокої, в фазі вдиху і видиху (в см), життєва ємність легенів (мл), станова сила (кг), сила м'язів правої і лівої руки (кг). Оцінку фізичного розвитку організму проводили з використанням методу стандартів.

2.2.2. Визначення рівня фізичної працездатності і адаптаційних можливостей організму, за даними тестування навантаженням за замкнутим циклом

Одним з найбільш ефективних методів оцінки функціональних можливостей дітей і молоді, на думку ряду деяких авторів [25; 105; 186], є тестування з використанням навантаження, потужність якого поступово підвищується до певного рівня. До них відноситься тестування функціональних

резервів організму з використанням велоергометричного фізичного навантаження, що змінюється за замкнутим циклом (методика Давиденка Д. М. зі співавторами [39; 78; 79; 180]).

За даною методикою потужність навантаження підвищувалась безперервно з постійною швидкістю (33 Вт·кожну хвилину) від нуля до певного рівня, який визначався за частотою серцевих скорочень у 150 ударів на хвилину, а потім з такою ж швидкістю знижувалась до нуля. Частота педалювання для всіх обстежених була однаковою і складала 60 обертів на хвилину. Поворот (реверс) навантаження здійснювали при однаковій для всіх випробовуваних ЧСС (150–155 уд/хв), тобто при однаковій фізіологічній ціні обстежувані досягали різної потужності навантаження. Графічний запис динаміки ЧСС залежно від зміни навантаження в процесі повного циклу тестування, на відміну від потужності навантаження, не носив лінійний характер, а приймав вид петлі гістерезису (рис. 2.1).

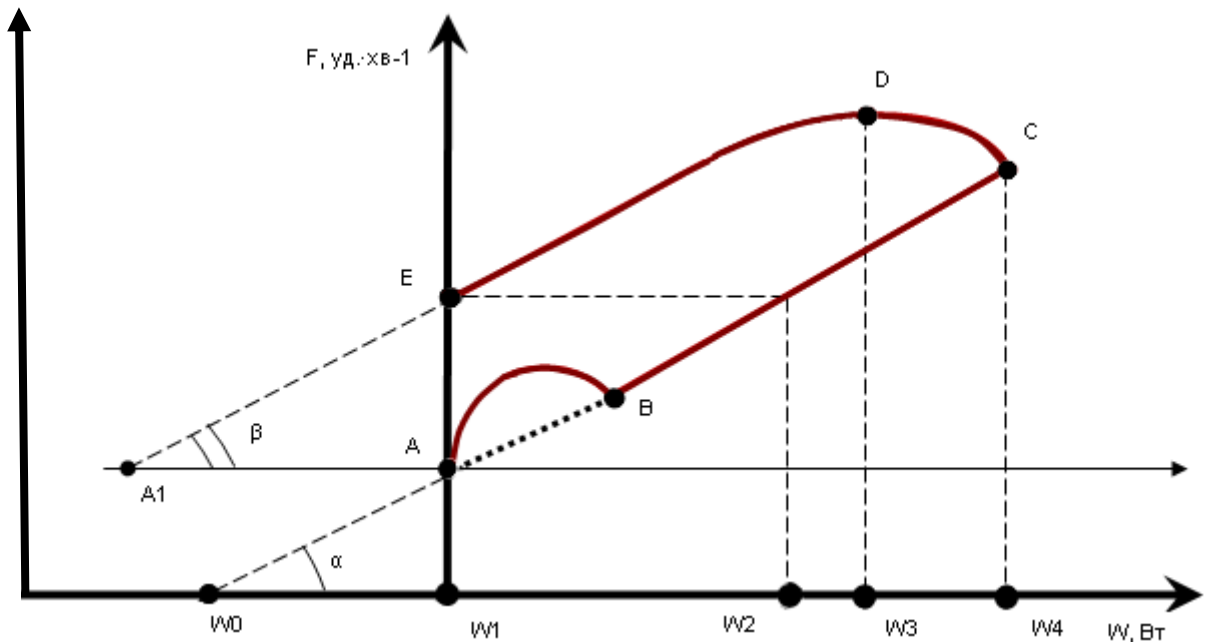


Рис. 2.1. Схема динаміки частоти серцевих скорочень при тестуванні за замкнутим циклом (за [41] доопрацьований): W — шкала потужності навантаження; F — шкала зміни ЧСС протягом навантаження; A — ЧСС вихідна; B — ЧСС порогова; C — ЧСС реверсу; D — ЧСС максимальна; E — ЧСС виходу з навантаження

Петля гістерезису відбиває системну адаптивну відповідь організму на фізичне навантаження. Слід відмітити, що вже сам графічний запис залежності ЧСС від зміни потужності навантаження дає чітке уявлення про індивідуальні можливості обстежуваного навіть без аналізу цифрових даних.

Такі характеристики петлі, як кут нахилу висхідної і низхідної частин говорять про швидкість приросту ЧСС при збільшенні потужності роботи (чим менший кут, тим менше фізіологічна ціна і, отже, вище працездатність) і швидкості відновних процесів при її зниженні, відповідно. Поперечник петлі і її площа відображатимуть так звану внутрішню роботу організму. Початкова фаза кривої характеризує реактивність (інерційність) ССС на пред'явлене навантаження, а найбільш висока точка – відповідає максимальній для даної роботи ЧСС.

На ізоакселераційній, висхідній частині петлі ґрунтується прогноз інтегрального показника загальної фізичної працездатності – PWC_{170} . Оскільки цей відрізок побудований за даними тривалості серцевого циклу (ЧСС), що охоплюють від декількох сотень до тисячі і більш крапок, то такий прогноз PWC_{170} є надійнішим, ніж традиційний, заснований на використанні двомоментної проби. Відповідно, це стосується і розрахункових способів визначення МСК, за даними PWC_{170} .

Завдяки модифікації методики Давиденка Д. М. зі співавторами, яка була покладена на комп'ютерну основу [41], можна отримати протокол у роздрукованому вигляді безпосередньо через 15–20 секунд після закінчення тестування (рис. 2.2). Також збагатились можливості оперувати результатами обстеження, створювати базу даних.

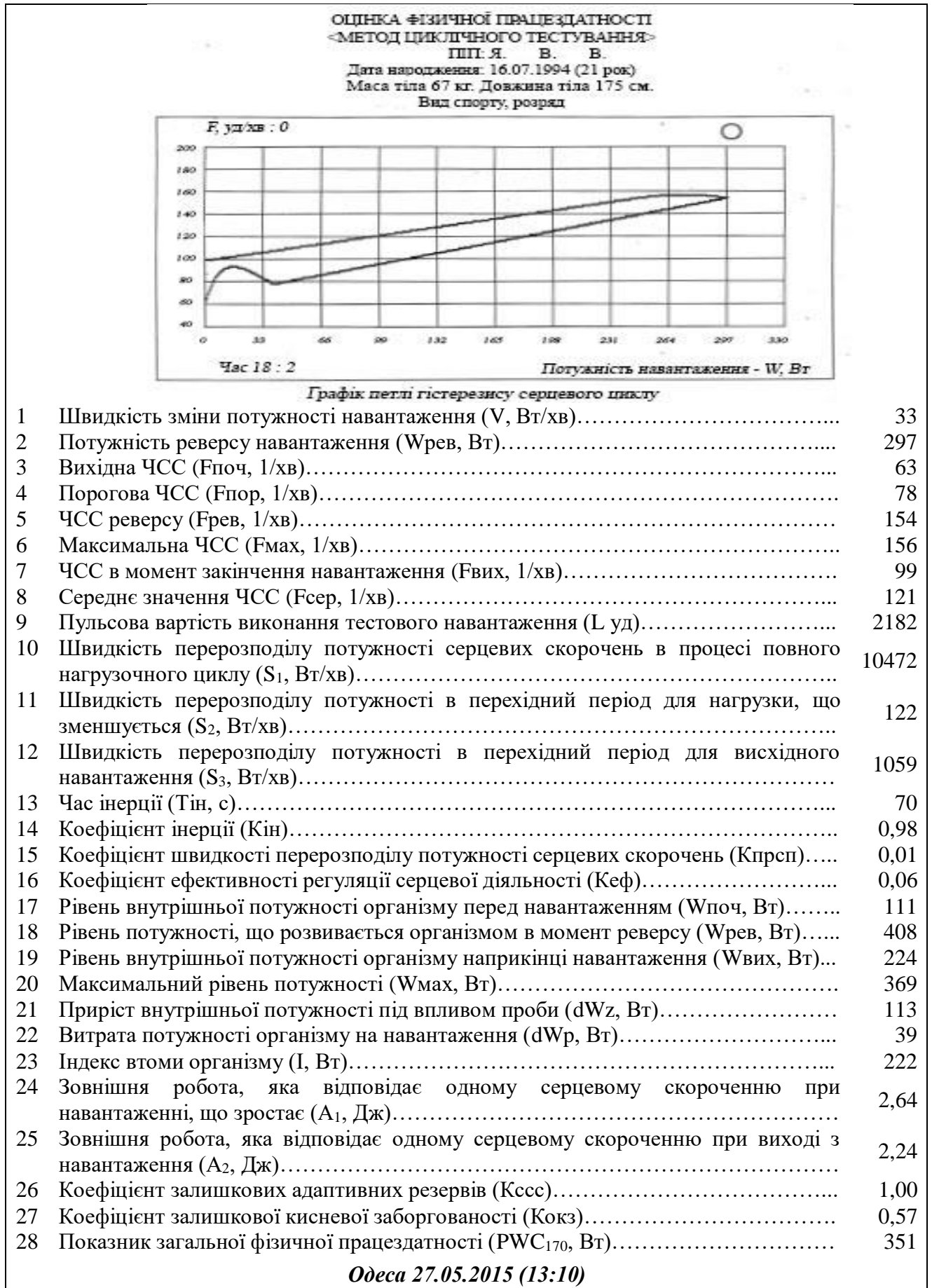


Рис. 2.2. Протокол дослідження функціональних можливостей юнаків різного віку в процесі тестування фізичним навантаженням зі зміною потужності

Всі показники з протоколу розподіляють на певні групи критеріїв функціональних можливостей:

– 1-а група представлена величинами, що характеризують власне виконувану роботу (швидкість зростання потужності навантаження, частота педалювання, момент реверсу, загальний час тестування);

– 2-а група включає показники загальної фізичної працездатності (потужність реверсу, загальний час і об'єм (загальний і відносний) виконаної роботи, працездатність при ЧСС, рівній 170 уд/хв – PWC_{170} і $PWC_{170}/кг$, максимальне споживання O_2 – МСК);

– 3-а група відображає динаміку ЧСС при навантаженні (ЧСС початкова, порогова, реверсу, максимальна, виходу з навантаження, пульсова вартість роботи);

– 4-а група показників дає уявлення про якість регуляції серцевої діяльності (швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень на окремих етапах роботи, час і коефіцієнт інерції, коефіцієнт ефективності регуляції);

– до 5-ї групи відносять дані, що характеризують рівень потужності напруги організму в процесі тестування.

2.2.3. Методи оцінки функціонального стану і адаптивних реакцій серцево-судинної системи юнаків на навчальні навантаження

В ході дослідження динаміки функціонального стану серцево-судинної системи юнаків різного віку, нами було використано наступні методи:

- 1) Метод варіаційної пульсометрії.
- 2) Методи визначення адаптивних можливостей серцево-судинної системи та організму в цілому.

Метод варіаційної пульсометрії. Ритм серцевих скорочень вивчали за допомогою програми «Caspico» (Коваленко С. О., 2005) у режимі MS DOS [109], в основу якої покладено математичний аналіз серцевого ритму. На грудну клітку накладали кардіодатчик Т31 (Polar Electro OU, Finland), який

формував імпульси тривалістю 8 мс на вершині комплексу QRS. Ці імпульси телеметрично сприймалися пульсометром А1 (Polar Electro OU, Finland) та передавалися на компаратор з гальванічною розв'язкою 5 кВ, що замикав контакти на LPT порту комп'ютера. Точність реєстрації – 1 мс. Одночасно проводили запис електрокардіограми. Кардіоінтервалограми реєстрували в стані відносного м'язового спокою, на реверсі потужності навантаження, коли ЧСС досягала 150–155 ударів на хвилину, наприкінці м'язової роботи та на п'ятій хвилині відновлення. Протягом тестування також проводився візуальний моніторинг ЧСС за програмою тестування та вимір артеріального тиску в спокої, при навантаженні і в відновлювальний період після м'язової роботи.

Метод математичного аналізу або варіаційної пульсометрії, відображає стан як автономного, так і центрального контурів управління серцевої регуляції [16; 21; 34; 96; 97; 110; 113]. В даний час цей метод є одним з найбільш інформативним, достатньо добре розробленим для виявлення прихованих і ранніх форм захворювань, а також для вивчення протікання адаптаційних процесів, зокрема, у молоді [23; 70; 77; 125; 133; 149; 222]. Серце, як компонент мультипараметричної взаємодії, реагує на будь-які зміни гомеостазу, а його фізіологічні показники можуть об'єктивно відображати стан організму.

Розраховувалися наступні показники:

- Мода (M_o , с) – значення, яке найчастіше зустрічається в тривалості кардіоциклу і відображає найбільш вірогідний рівень роботи серця, активність гуморального каналу управління серцевим ритмом. Зростання цього показника свідчить про посилення впливу парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи на рівень функціонування синусового вузла [21].

- Амплітуда моди (AM_o , %) – число значень, що відповідають моді, виражене в відсотках до загальної кількості аналізованих кардіоциклів. Вказує на ступінь активності симпатичної регуляції серцевого ритму [21].

- Варіаційний розмах (ΔX , с) – різниця між максимальним і мінімальним значеннями тривалості кардіоциклів. Характеризує вплив блукаючого нерва на

діяльність синусово-предсердного вузла, показує ступінь активності парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи [21].

- Індекс напруги регуляторних систем (ІН, у. о.) характеризує ступінь функціональних компенсаторно-адаптаційних механізмів організму, активність симпатичного відділу ВНС, стан центрального контуру регуляції та ступінь його переважання над автономним контуром. При збільшенні тону симпатичного відділу ВНС індекс напруги зростає [21]. Розраховується за формулою:

$$ІН = \frac{АМ_0}{2 * М_0 * \Delta X}$$

- Вегетативний показник ритму (ВПР, у. о.) – визначається за формулою:

$$ВПР = \frac{1}{М_0 * \Delta X}$$

- Індекс вегетативної рівноваги (ІВР, у. о.) – вказує на співвідношення між активністю симпатичного і парасимпатичного відділу ВНС. Обчислюється за формулою:

$$ІВР = \frac{АМ_0}{\Delta X}$$

При парасимпатичній активності знаменник збільшуватиметься, а численник зменшуватиметься, в результаті чого ІВР буде знижуватись. При збільшенні симпатичних впливів спостерігаються протилежні зміни [21].

- Показник адекватності процесів регуляції (ПАПР, у. о.) відображає відповідність між активністю симпатичного відділу ВНС і ведучим рівнем функціонування синусового вузла [21]. Величину ПАПР визначають за формулою:

$$ПАПР = \frac{АМ_0}{М_0}$$

• Активність адренергічних або холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції (у. о.) визначають за формулою:

$$\text{АМГК} = \frac{M_0}{\Delta X}$$

Методи визначення адаптивних можливостей серцево-судинної системи та організму в цілому

Оцінка адаптаційних можливостей є однією із актуальних проблем у широкому колі наукових та практичних сфер. Виділяють три основні методичні підходи щодо оцінки функціональних резервів як окремих систем, так і цілісного організму, – це контроль у стані відносного м'язового спокою, за умов дозованих та граничних фізичних навантажень. В останні роки великої популярності в характеристиці адаптаційних можливостей за умов спокою набув адаптаційний потенціал, або, так званий, індекс функціональних змін (ІФЗ) [7; 9; 15; 28; 101; 187], який запропонувала А. Берсеньова [28] для визначення рівнів адаптації за Р. Баєвським [18]. Оцінка ІФЗ забезпечує системний підхід для вирішення завдання кількісного визначення рівня здоров'я. Як комплексний інтегральний показник, індекс функціональних змін відображає складну систему взаємозв'язків, що характеризує рівень функціонування всіх систем [55; 118; 204]. ІФЗ оцінювали за формулою:

$$\text{ІФЗ} = 0,011 * \text{ЧСС} + 0,014 * \text{АТс} + 0,008 * \text{АТд} + 0,009 * \text{МТ} + 0,014 * \text{В} - 0,09 * \text{ДТ} - 0,273,$$

де ІФЗ – індекс функціональних змін (у. о.), ЧСС – частота серцевих скорочень (уд/хв), АТс – артеріальний тиск систолічний (мм рт. ст.), АТд – артеріальний тиск діастолічний (мм рт. ст.), МТ – маса тіла (кг), В – вік (роки за десятковою системою), ДТ – довжина тіла (см), 0,273; 0,014; 0,011; 0,009; 0,008 – коефіцієнти рівняння множинної регресії.

Для оцінки адаптаційних можливостей юнаків визначено чотири рівня адаптаційного потенціалу: задовільна адаптація, напруга механізмів адаптації, незадовільна адаптація, зрив адаптації.

2.2.4. Методи оцінки функціонального стану і пристосувальних реакцій центральної нервової системи юнаків

Визначення загального функціонального стану центральної нервової системи, за даними часу простої зорово-рухової реакції. Для дослідження функціонального стану центральної нервової системи було використано метод рефлексометрії за методикою Т. Д. Лоскутової [126], який ґрунтується на аналізі статистичного розподілу багаторазово виміряного часу простої зорово-рухової реакції і являє собою кількісну характеристику функціонального стану центральної нервової системи.

Після отримання інструкції в момент організації стану готовності відбувається формування функціональної системи, яка реалізує просту рухову реакцію. Її формування пов'язано з необхідністю об'єднання різних функціональних спеціалізованих нервових центрів в єдину систему, що, в свою чергу, викликає узгодженість часових параметрів даних центрів щодо синхронізації їх діяльності [63].

За даними сукупності значень часу реакції, будується варіаційна крива (рис. 2.3), яка дозволяє визначити такі показники, як:

- T_{mod} – значення часу реакції, яке найбільш часто зустрічається, виражене в секундах (с);
- P_{max} – максимальна ймовірність, яка відповідає межах модального класу в частках від одиниці;
- $\Delta T_{0,5}$ – діапазон часу реакцій на рівні $0,5 P_{max}$ в с;
- $T_{0,5}$ – значення часу реакції, яке відповідає середині діапазону $\Delta T_{0,5}$ в с.

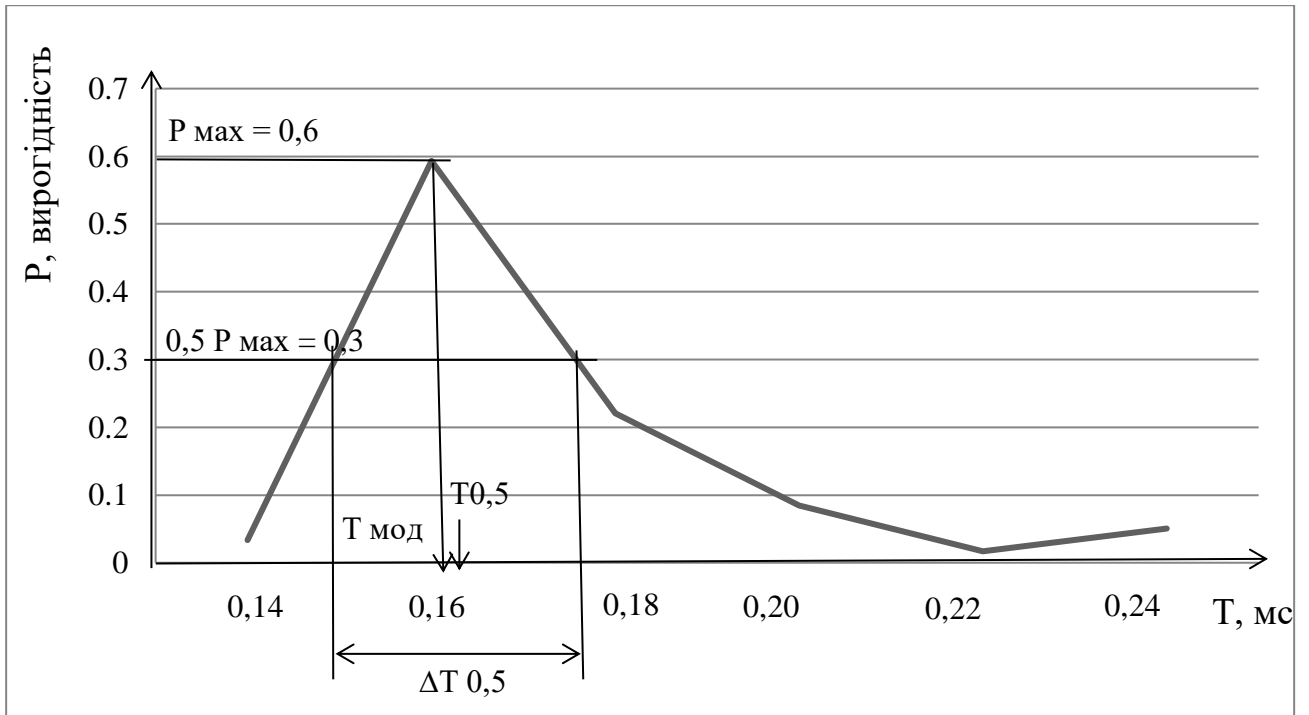


Рис. 2.3. Варіаційна крива розподілу значень простої зорово-рухової реакції

Отримані результати дозволяють розрахувати наступні характеристики ЗФС мозку: функціональний рівень системи (ФРС), стійкість реакції (СР), рівень функціональних можливостей (РФМ). Ці параметри в умовних одиницях (у.о.) знаходили за формулами:

$$\text{ФРС} = \ln 1/T_{\text{мод}} * \Delta T_{0,5}$$

$$\text{СР} = \ln P_{\text{max}} / \Delta T_{0,5}$$

$$\text{РФМ} = \ln P_{\text{max}} / \Delta T_{0,5} * T_{0,5}$$

ФРС характеризує напруженість тонічних неспецифічних впливів. Більша величина ФРС вказує на вищий функціональний рівень ЦНС. СР відображає ступінь стабільності функціонального стану нервової системи. Більший показник стійкості реакції вказує на менше розсіювання часу реакції. За РФМ можна судити про здатність мозку формувати високий функціональний рівень і стійко його утримувати.

Відома методика оцінки загального функціонального стану мозку за Т. Д. Лоскутовою передбачає необхідність комплексу устаткування з 3–4 блоків, масою до 20 кілограмів, що звужує її практичне використання. Повторні

дослідження, що займають 30 і більше хвилин, закономірно знижують психофізіологічні можливості дослідника. Крім того, обробка і аналіз отриманих даних, як правило, проводяться вручну, що вимагає тривалого часу (1–1,5 години), не виключає неточностей, не забезпечує поточної і оперативної оцінки ЗФС мозку.

Завдяки розробленню, виготовленню і апробації приладів «Молния» та більш досконалого «АВР-БОШ-1» [40], які передбачають програмоване управління і виконання тесту, автоматизовану реєстрацію 60 значень латентного періоду простої реакції, з подальшою їх передачею в комп'ютер і аналізом результатів, методика стала більш вдосконаленою. «АВР-БОШ-1» здійснює ці процеси самостійно з візуальною індикацією характеристик на моніторі.

Дослідження проводилось наступним чином: обстежуваний, у відповідь на світлові подразники, повинен щонайшвидше натиснути на кнопку великим пальцем «робочої» руки. Час реакції відображається на індикаторі експериментатора, реєструється і запам'ятовується. Усього в серії слідує 60 сигналів, інтервал між якими варіює в діапазоні 3–6 секунд, щоб уникнути вироблення рефлексу на певний час. Тривалість тесту до 6 хвилин. За даними часу латентного періоду зорово-рухової реакцій, будується графік розподілу значень латентного періоду (ЛП), що характеризує індивідуальний рівень загального функціонального стану головного мозку, а також роздруковуються протокол обстеження з величинами трьох його показників – функціонального рівня системи (ФРС), стійкості реакції (СР) і рівня функціональних можливостей (РФМ), значеннями 60 ЛП.

Необхідно зазначити, що під впливом модальності і інтенсивності подразника, а також в залежності від рівня складності і автоматизованості подразника, від функціональної готовності нервової системи, латентний період може значно змінюватися. Однак, час реакції-відповіді на стимул не може бути нижчий певної фізичної межі, або «нескоротливого мінімуму», який складає близько 100 мс [192].

Тестування проводилося в стані відносного м'язового спокою та на п'ятій хвилині відновлення після фізичного навантаження за замкнутим циклом.

2.2.5. Статистична обробка результатів досліджень

Статистичний аналіз даних проводився за допомогою програми Excel, статистичного пакету SPSS 16. Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймався рівним $p \leq 0,05$. Нормальність розподілу змінних перевірялась тестом Шапіро-Вілка. З метою вивчення впливу навчальних навантажень на функціональний стан досліджуваної системи, для порівняння двох залежних вибірок було застосовано критерій Вілкоксона. Для дослідження взаємозв'язків між показниками серцево-судинної, центральної нервової системи і фізичною працездатністю використовували непараметричний кореляційний аналіз за Спірменом. Для опису вибіркового розподілу вказували M – середнє арифметичне і m – помилка середнього арифметичного з використанням довірчого інтервалу ($M \pm 1,96 * m$). Факторна структура функціональних можливостей юнаків різного віку визначалась за методом головних компонент з варімаксним обертанням факторної матриці за допомогою статистичної програми SPSS 16 [72; 114; 135].

РОЗДІЛ 3

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ЮНАКІВ РІЗНОГО ВІКУ ДО НАВЧАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

3.1. Фізичне навантаження як один з основних видів навчальних навантажень юнаків різного віку

3.1.1. Динаміка фізичного розвитку юнаків у процесі навчання у закладі вищої освіти

Фізичний розвиток є одним із провідних критеріїв оцінки стану здоров'я дітей та молоді і відображає формування структурних і функціональних особливостей організму в онтогенезі [121; 151; 168]. Поняття «фізичний розвиток» (ФР) включає в себе сукупність морфологічних і функціональних ознак, їх взаємозв'язок і залежність від умов зовнішнього середовища. Отже, його формування відбувається під впливом спадкових факторів і навколишніх зовнішніх умов [9; 185].

Вивчення фізичного розвитку дітей та молоді дозволяє визначити основні закономірності функціонування підростаючого організму в різних умовах організації навчання та навчального навантаження з метою їх вдосконалення [22; 69; 73; 101].

Результати наших лонгитудінальних досліджень свідчать про те, що антропометричні та фізіометричні показники юнаків 17–21 років знаходилися в межах вікових норм (табл. 3.1).

Слід зазначити, що суттєвих відмінностей між показниками довжини тіла в положенні стоячи, як інформативного показника фізичного розвитку, у визначеному віковому діапазоні, у юнаків не встановлено. Незначне її зростання спостерігалось в групі обстежених 18 і 19 років (рис. 3.1). Однак, у юнаків 18 і 19 років реєструвалися достовірно більші величини довжини тіла в положенні сидячи ($p < 0,05$), по відношенню до 21-річного вікового періоду.

Таблиця 3.1

**Динаміка фізичного розвитку юнаків – студентів факультету фізичного виховання
протягом навчання у закладі вищої освіти (M±m)**

Ознака		Вік	17 років (n=50)	18 років (n=64)	19 років (n=64)	20 років (n=40)	21 рік (n=33)
Довжина тіла, см	Стоячи		178,27±0,99	179,46±0,82	180,90±1,31	179,39±0,76	180,67±0,81
	Сидячи		93,17±0,53	93,87±0,46**	94,64±0,48**	92,02±0,54	90,38±1,31
Маса тіла, кг			69,96±1,37	74,59±1,43	75,79±1,43*	72,39±1,0	73,56±1,50
Окружність грудної клітки, см	У спокої		90,43±0,74**	93,25±0,80	93,08±0,89	93,15±0,54	94,38±0,78
	На вдиху		96,86±0,74**	98,98±0,74	99,57±1,12	99,41±0,91	99,6±0,71
	На видиху		87,12±0,71**	90,04±0,74	90,05±0,96	90,22±0,87	90,13±0,67
Життєва ємність легенів, мл			4630,95±106,17	4949,09±94,42	4793,88±73,34	4755,56±75,64	4837,50±70,78
Динамометрія, кг	Кистьова	Ведуча	47,98±1,59	48,31±1,42	51,55±1,37	50,81±1,45	50,25±1,24
		Неведуча	45,98±1,42	46,04±1,12	47,24±1,53	47,30±1,82	49,50±0,96
	Станова		115,24±5,31	123,0±3,54	124,33±4,15	121,04±4,43	114,38±4,07

Примітка: * – p < 0,05 по відношенню до 17-річного віку, ** – p < 0,05 по відношенню до 21-річного віку

Отже, за нашими даними показано, що ростові процеси у сучасних юнаків стабілізуються у 20 років, порівняно з серединою минулого століття, коли стверджували, що довжина тіла припиняла змінюватися приблизно у 25 років. Наші результати не зовсім узгоджуються з даними окремих авторів [151; 168], в дослідженнях яких виявлено, що позитивні зміни довжини тіла в онтогенезі практично завершуються в 18 років.

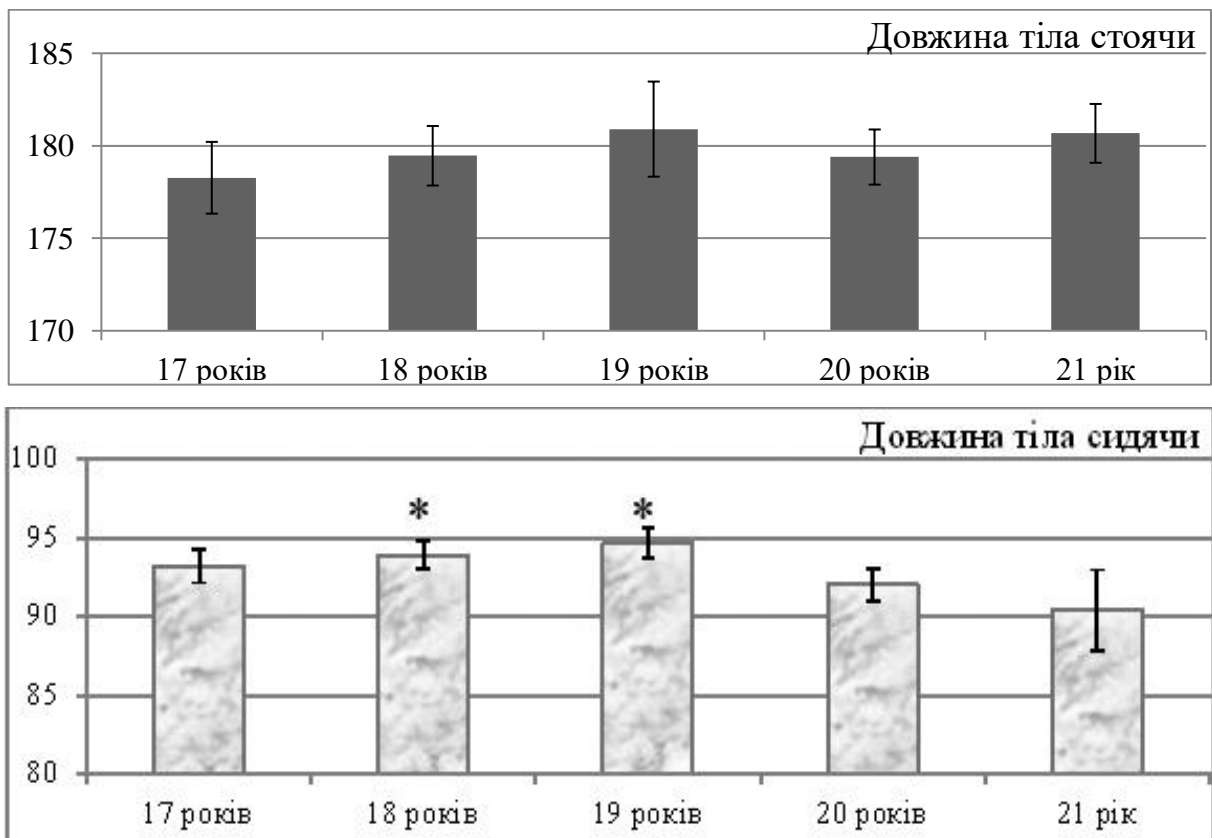


Рис. 3.1. Динаміка довжини тіла стоячи і сидючи у юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти: $p < 0,05$ по відношенню до 21-річного віку

Недостовірне збільшення спостерігалось також за критеріями маси тіла, окрім 19-річного віку. Так, в 17 років маса тіла складала $69,96 \pm 1,37$ кг, в 18–19 років дещо зростала з подальшим зниженням в 20–21 рік (рис. 3.1). Більша маса тіла юнаків 19 років ($p < 0,05$), на нашу думку, може вказувати на приріст вмісту м'язової маси.

Встановлено збільшення життєвої ємності легенів від 17 до 19 років ($p > 0,05$). Найбільші показники ЖЄЛ зареєстровано в 18-ти річному віці, найменші – в 17 років. Слід відмітити, що динаміка ЖЄЛ мала хвилеподібний характер (рис. 3.2): зростання в 18 років змінювалося зниженням в 19 з подальшим її збільшенням в 21 рік.

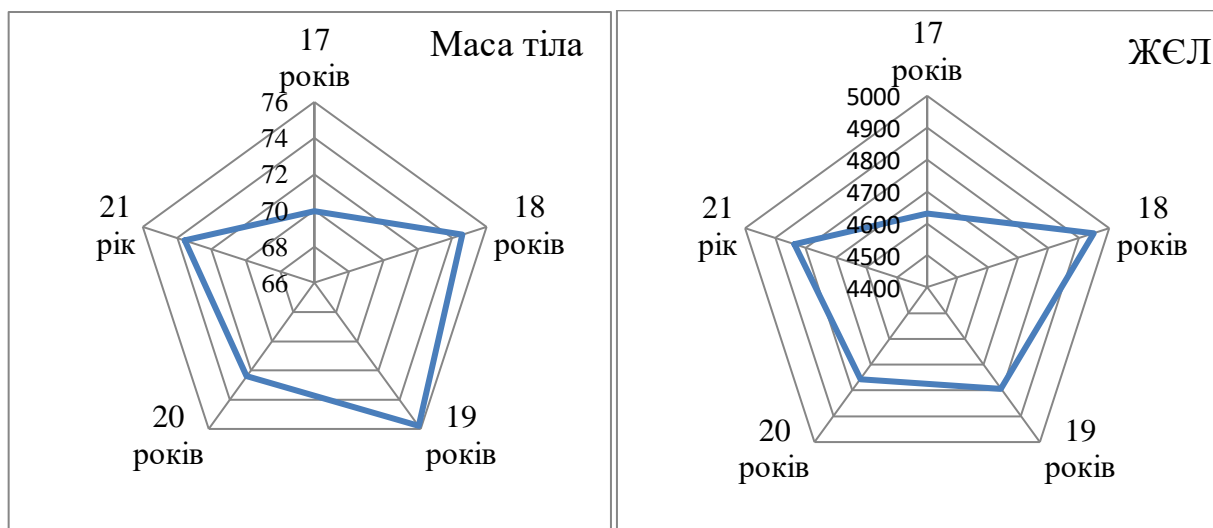


Рис. 3.2. Зміни показників маси тіла та ЖЄЛ юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти

За даними окружності грудної клітки (ОГК) юнаків протягом усього періоду навчання простежувалася позитивна динаміка (рис. 3.3).

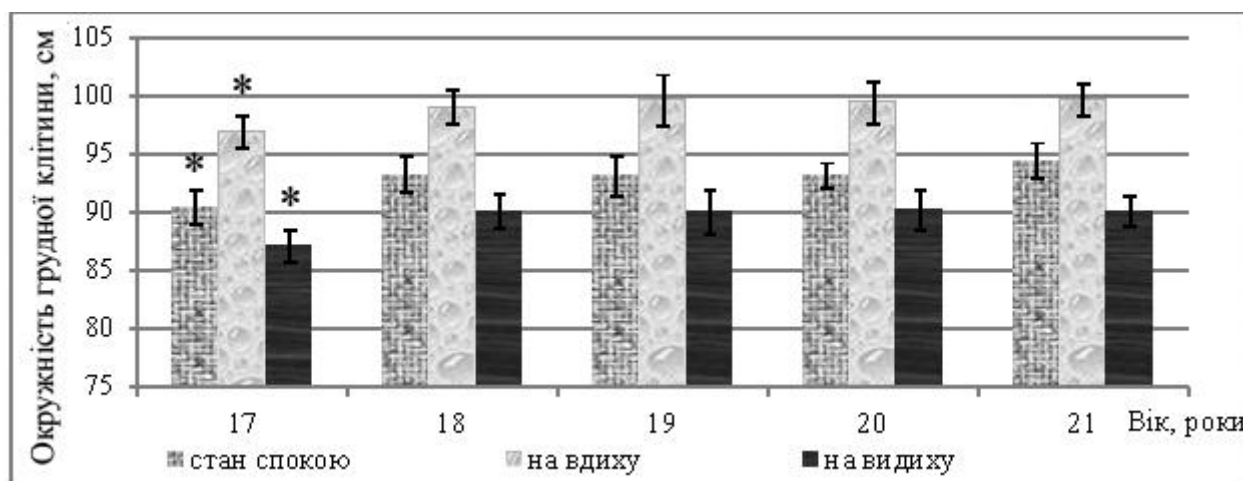


Рис. 3.3. Динаміка показників окружності грудної клітки юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти: $p < 0,05$ по відношенню до 21-річного віку

Достовірно менші величини ОГК ($p < 0,05$) було зареєстровано у 17-річних хлопців. Незначні вікові зміни вивчаємих показників можуть бути пов'язані з незначними коливаннями маси та довжини тіла обстежуваних.

За середньогруповими результатами кистьової динамометрії у юнаків з віком спостерігалось зростання показників ($p > 0,05$), однак, у віці 20–21 рік величини кистьової динамометрії «ведучої» руки дещо знижувалися (рис. 3.4). Суттєві зміни простежувалися за критеріями станової тяги. Поступове її збільшення з 17 до 19 років супроводжувалось зниженням в 20–21 річному віці, причому в 21 рік величини станової динамометрії студентів були нижчими ($p < 0,05$), ніж в попередні роки.

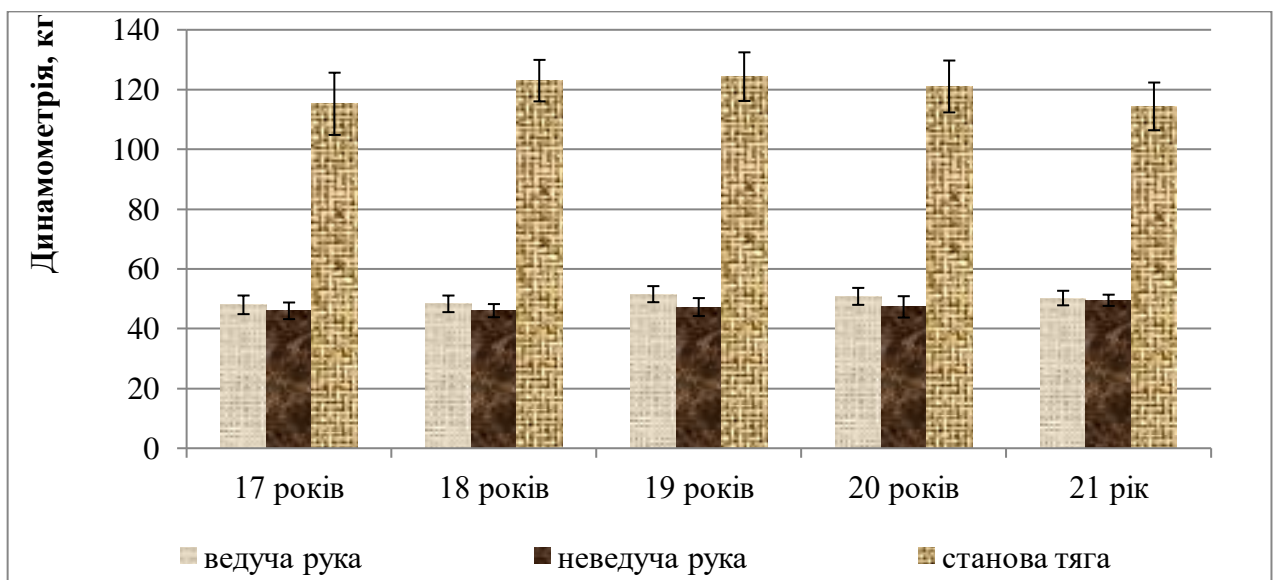


Рис. 3.4. Показники динамометрії (кистьової і станової) юнаків 17–21 років протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти

Необхідно відмітити, що станова тяга відображає стан силової підготовленості. При цьому виді тестування залучаються в процес більш ніж 75 % м'язів організму.

Міністерством охорони здоров'я України розроблено Критерії оцінки фізичного розвитку дітей [156]. Однак, це розповсюджується на вік від 6 до 17 років і, на жаль, у нашому випадку можливо оцінити тільки один віковий період. Так, за отриманими результатами, у юнаків 17 років показники

довжини, маси тіла і окружності грудної клітки перевищують нормативні на 2,6 см, 6,48 кг і 1,69 см, відповідно. Визначення гармонійності фізичного розвитку обстежуваних даної вікової групи методом стандартів показав, що 71 % з них за довжиною і масою тіла та 74 % за окружністю грудної клітки знаходились в діапазоні середнього рівня. Нижче за середній рівень мали 8 % юнаків за довжиною тіла, 2 % – за масою та 7 % – за ОГК. В свою чергу, вище за середній рівень мали 12, 22 і 19 відсотків юнаків, відповідно, за довжиною, масою тіла та ОГК. Випадків низького рівня фізичного розвитку не було зареєстровано, проте за довжиною і масою тіла спостерігалось 9 і 5 відсотків випадків, відповідно, високого рівня розвитку, що обумовлено специфікою обраного виду діяльності – фізичне виховання.

Отже, за середньогруповими даними вивчення фізичного розвитку юнаків 17–21 років у означеному періоді онтогенезу достовірні зміни зареєстровано за довжиною тіла в положенні стоячи, масою тіла та окружністю грудної клітки. Рісткові процеси у юнаків завершувалися в 20 років. Достовірне збільшення маси тіла у юнаків було зареєстровано в 19 років з подальшим її зниженням в 20–21 рік. За параметрами динамометрії спостерігалось збільшення силових якостей юнаків в 18–19 років з незначним їх зменшенням в 20–21 рік.

3.1.2. Характеристика загальної фізичної працездатності юнаків за різних років навчання у закладі вищої освіти

Специфічні риси системи функціональних резервів визначаються характером та рівнем адаптованості організму, його віковими, статевими та конституційними особливостями та виявляються інтегрально, адаптаційною реакцією організму на тестування, яку можна ефективно оцінювати за параметрами «петлі» гістерезису, здобутою за допомогою реєстрації динаміки частоти серцевих скорочень у відповідь на застосування циклічного навантаження [37; 41; 79; 180].

Методика Д. М. Давиденка і співавторів [79] дозволяє оцінювати такі характеристики системної реакції організму, як напруженість функцій під час виконання навантажувальної проби, регуляторні компоненти системної реакції організму, а також загальну фізичну працездатність.

Петля гістерезису відбиває системну адаптивну відповідь організму на фізичне навантаження. Слід відмітити, що вже сам графічний запис залежності ЧСС від зміни потужності навантаження дає чітке уявлення про індивідуальні можливості обстежуваного навіть без аналізу цифрових даних (рис. 3.5).

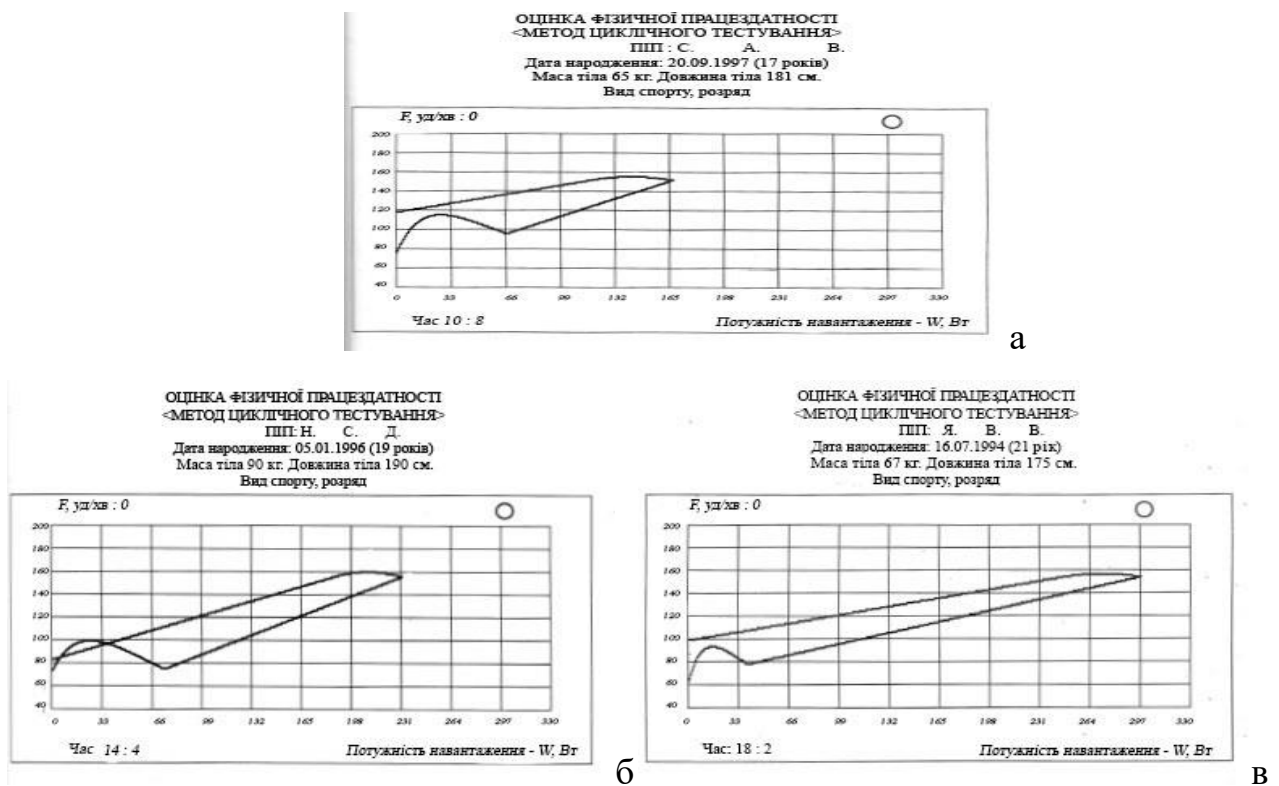


Рис. 3.5. Графічний запис залежності ЧСС від потужності навантаження, що змінюється за замкнутим циклом (юнаки різного віку: а – 17 років, б – 19 років, в – 21 рік)

Результати досліджень загальної фізичної працездатності юнаків різного віку показали, що в зазначеному віковому діапазоні, за середньогруповими даними, достовірних змін за вивченими показниками не відбувалося ($p > 0,05$) (табл. 3.2).

Так, час виконаної юнаками роботи (Тзаг, хв), який є індивідуальним, а не однаковим, як в більшості тестів [25; 105], коливався в межах $11,06 \pm 0,22$ – $11,63 \pm 0,49$ хвилин. За загальним обсягом виконаної роботи (Азаг, кДж), який розраховується за змінною потужністю і часом, позитивні зрушення в межах 8,99–10,7 % зареєстровано в групі юнаків 21 року, порівняно з віковими періодами 17–20 років, у яких відбувалися незначні коливання (1,44–1,58 %) даного критерію.

Таблиця 3.2

Показники фізичної працездатності юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними фізичного навантаження зі змінною потужністю ($M \pm m$)

Вік, роки	17 років (n=50)	18 років (n=64)	19 років (n=64)	20 років (n=40)	21 рік (n=33)
Wрев, Вт	183,28±4,42	182,71±3,91	182,52±3,64	182,44±4,50	191,92±8,10
Тзаг, хв	11,11±0,27	11,07±0,24	11,06±0,22	11,06±0,27	11,63±0,49
Азаг, кДж	62,83±3,05	61,74±2,64	62,64±2,51	61,65±3,33	69,04±5,66
PWC ₁₇₀ , Вт	216,67±6,49	218,25±5,07	218,75±7,53	217,02±5,28	230,39±10,81
PWC ₁₇₀ , кгм/хв/кг	18,85±0,53	18,07±0,37	17,98±0,53	18,67±0,48	19,65±0,88
МСК, л/хв	3,98±0,09	4,02±0,07	4,01±0,1	3,99±0,07	4,17±0,15
МСК, мл/кг	56,75±1,28	54,50±1,09	53,90±1,26	56,19±1,22	58,29±2,22

Ще один важливий показник, що характеризує функціональні можливості юнаків – потужність реверсу навантаження (Wрев, Вт) – досягався обстеженими за однакових умов, а саме, моментом досягнення ЧСС 150–155 уд/хв. Даний критерій пов'язаний з PWC₁₇₀ (рис. 3.6), тому, чітко дотримуючись методики, зокрема частоти серцевих скорочень 150–155 уд/хв на реверсі навантаження, можна спрогнозувати фізичну працездатність на рівні ЧСС у 170 уд/хв (PWC₁₇₀) [57].

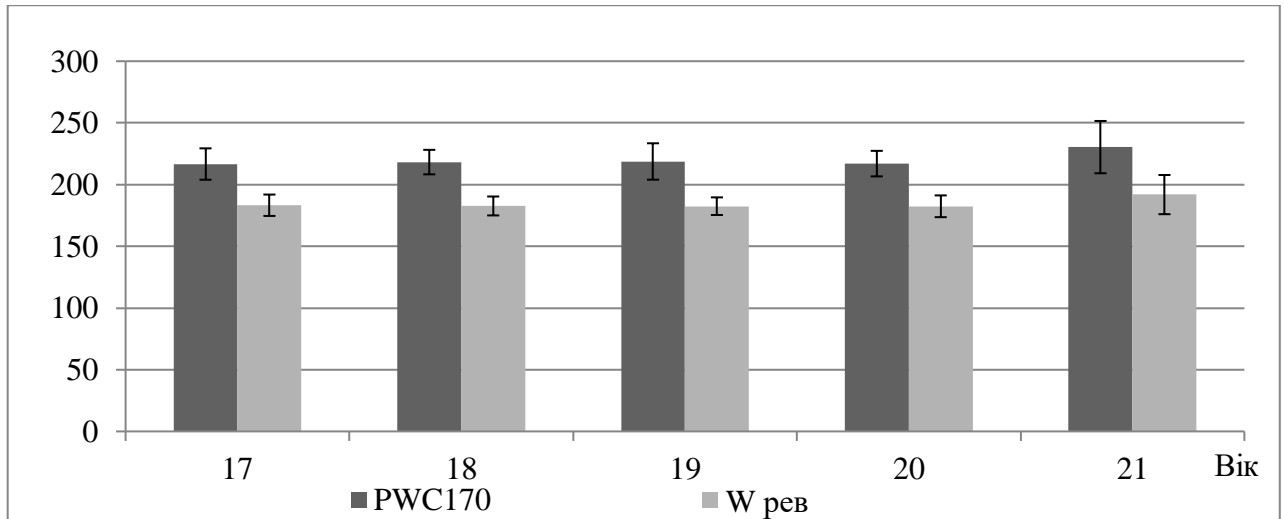


Рис. 3.6 Співвідношення PWC_{170} і $W_{\text{рев}}$ юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними тестування з реверсом

Більший час роботи характеризувався вищими значеннями $W_{\text{рев}}$. Результати наших досліджень показали, що потужність реверсу складала 83–85 % від PWC_{170} (табл. 3.3). Найвищі його величини зареєстровані у юнаків 21 року – $191,92 \pm 8,10$ Вт, що на 4,5–4,94 % більше, ніж в інших вікових групах ($p > 0,05$). В 17–20 років $W_{\text{рев}}$ знаходився майже на одному рівні – $182,44 \pm 4,50$ – $183,28 \pm 4,42$ Вт.

Таблиця 3.3

ЧСС_{рев} і співвідношення $W_{\text{рев}}$ і PWC_{170} у юнаків різного віку впродовж усього періоду навчання, за даними тестування з реверсом ($M \pm m$)

Вікова група	Залежність $W_{\text{рев}}$ і PWC_{170}		ЧСС _{рев} , уд/хв
	$W_{\text{рев}}$, %	$W_{\text{рев}}$, Вт	
17 років	84,59	$183,28 \pm 4,42$	$153,34 \pm 0,72$
18 років	83,72	$182,71 \pm 3,91$	$150,30 \pm 0,69$
19 років	83,44	$182,52 \pm 3,64$	$152,63 \pm 0,42$
20 років	84,07	$182,44 \pm 4,50$	$152,68 \pm 0,77$
21 рік	83,30	$191,92 \pm 8,10$	$151,85 \pm 0,80$

Інтегральний показник загальної фізичної працездатності (PWC_{170}) з 17 до 20 років змінювався в діапазоні 0,23–0,79 %, а у юнаків 21 років спостерігалось його підвищення по відношенню до інших вікових періодів в межах 5,05–

5,96 % ($p > 0,05$). В свою чергу, зміни величин $PWC_{170}/\text{кг}$ носили дещо інший характер. Менші величини фізичної працездатності, відносної на кілограм ваги, відмічено в 18 і 19 років, що пояснюється більшою вагою юнаків, хоча абсолютні її значення в даних вікових групах були вищими.

Основним критерієм визначення фізичної працездатності є максимальне споживання кисню (МСК). Його рівень обумовлюється продуктивністю кардіореспіраторної системи і залежить від фізіологічного стану організму (ефективності апарату зовнішнього дихання, об'єму та швидкості кровотоку, кисневої ємності крові), а також від характеру навантаження, маси м'язів, які приймають участь в роботі. Між величинами МСК і PWC_{170} існує тісний кореляційний взаємозв'язок, що використовується у формулах визначення МСК (мл/хв), за даними PWC_{170} (кгм/хв) [105].

$$\text{МСК} = 1,7 * PWC_{170} + 1240, \text{ при } PWC_{170} < 900 \text{ кгм}$$

$$\text{МСК} = 2,2 * PWC_{170} + 1070, \text{ при } PWC_{170} \geq 900 \text{ кгм}$$

Перший варіант формули використовують для характеристики рівня аеробного обміну у нетренованих осіб, а другий – у тренуваних.

Результати досліджень показали позитивну динаміку МСК у юнаків 17–18 років з подальшим недостовірним його зниженням в 19–20 років. Однак, МСК відносно маси тіла зменшувалося в 18–19-річному періоді з подальшим поступовим його підвищенням в 20–21 рік, що, аналогічно величині $PWC_{170}/\text{кг}$, обумовлено більшою масою тіла юнаків 18–19 років.

За отриманими результатами фізичної працездатності з використанням сігмальних відхилень нами було розроблено орієнтовні нормативні таблиці для оцінки функціональних можливостей юнаків різного віку на навчальні навантаження (див. додатки, табл. А.1). За даними орієнтовних нормативних таблиць, за більшістю критеріїв 60–70 % юнаків 17 років мали середній рівень працездатності, 10–18 % і 8–16 % – вище та нижче за середній рівень, відповідно. Низький і високий рівень зареєстровано у 2–6 % і 2–4 % обстежених, відповідно. Необхідно відмітити, що у юнаків 18 років середній рівень спостерігався в меншій кількості випадків, ніж в попередній віковій

групі. Починаючи з 19-річного віку, відмічалось збільшення відсоткової кількості середнього рівня і зменшення чисельності рівнів нижче та вище за середні. В 21 рік юнаків з низьким рівнем фізичної працездатності не реєструвалося, одночасно, середній та високий її рівні відмічено у 60,61–78,79 та 6,06–21,21 відсотків випадків, відповідно, що свідчить про кращі функціональні можливості організму юнаків даного вікового періоду.

Отже, результати досліджень показали, що у юнаків 17–21 років достовірних змін за середньогруповими показниками загальної фізичної працездатності в процесі тестування зі змінною потужністю не відмічалось. Вікова динаміка за всіма критеріями складала в середньому 4–6 %. Проте, аналіз динаміки фізичної працездатності в залежності від типів регуляції серцевого ритму показав логічно достовірно кращі результати ($p < 0,05$) у юнаків з переважанням парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи (табл. 3.4). У юнаків з ваготонічним типом регуляції величини фізичної працездатності знаходились на середньому, вище за середній і високому рівні. У нормотоніків розподіл відбувався між всіма рівнями: від низького до високого. Однак, більший відсоток припадав на середній рівень працездатності. В свою чергу, у обстежених з симпатикотонічним типом регуляції випадків високого рівня і вище за середній не реєструвалося, окрім 21-річного віку, серед яких відмічалось 14,3 % юнаків з високим і вище за середній рівні фізичної працездатності.

За абсолютними показниками фізичної працездатності високі їх значення припадали на 21-річний віковий період у обстежених з переважанням парасимпатичного і симпатичного відділу вегетативної нервової системи, тобто з ваготонічним і симпатикотонічним типом регуляції, в той час, як у юнаків з нормотонічним типом регуляції кращі результати зареєстровано в 17 і 19 років.

Таблиця 3.4

Показники фізичної працездатності в залежності від типів регуляції кардіоритму юнаків різного віку протягом усього періоду навчання, за даними фізичного навантаження зі змінною потужністю ($M \pm m$)

Показники	Типи регуляції	Вікові періоди				
		17 років n=50	18 років n=64	19 років n=64	20 років n=40	21 рік n=33
Тзаг, хв	В	11,60±0,42	12,16±0,64	11,30±0,43	11,87±0,62	12,58±0,50
	Н	11,07±0,38	10,75±0,35*	11,15±0,29	10,65±0,28	9,27±0,63*
	С	10,49±1,01*	10,32±0,44*	10,06±0,47	9,64±0,32*	10,27±0,95
Азаг, кДж	В	67,89±4,98	74,90±7,72	64,91±5,17	71,09±7,91	80,45±6,22
	Н	62,33±4,36	58,98±3,85*	63,62±3,45	57,34±3,12*	53,63±7,20*
	С	47,86±5,03*	54,56±4,52*	51,65±4,60	46,71±3,04*	54,55±9,90*
Wрев, Вт	В	191,49±6,91	200,60±10,61	186,42±7,07	195,87±10,24	206,91±8,23
	Н	182,64±6,34	177,44±5,70*	181,09±4,45	175,72±4,64	152,98±10,43*
	С	161,13±8,95*	170,26±7,27*	166,0±7,72	159,12±5,37*	169,37±15,61
PWC ₁₇₀ , Вт	В	223,60±11,05	233,22±12,32	213,45±7,48	228,37±13,57	249,12±11,21
	Н	216,55±9,53	212,12±6,92	217,46±6,61	210,19±5,26	182,42±11,98*
	С	208,75±15,14	206,79±10,0	199,11±11,50	190,55±7,21*	199,68±18,67*
PWC ₁₇₀ / кг, Вт/кг	В	3,21±0,13	3,06±0,16	2,93±0,17	3,15±0,17	3,29±0,17
	Н	3,06±0,13	2,95±0,09	3,0±0,11♥	2,96±0,11	2,58±0,16*
	С	2,98±0,19	2,73±0,12	2,50±0,14	2,78±0,18	2,77±0,15*
МСК, л/хв	В	4,08±0,15	4,21±0,17	4,02±0,11	4,15±0,18	4,42±0,15
	Н	3,98±0,14	3,93±0,09	4,0±0,09	3,90±0,07	3,33±0,16*
	С	3,88±0,2	3,84±0,15	3,73±0,18	3,64±0,10*	3,76±0,25
МСК / кг, мл/хв/кг	В	58,89±2,02	55,30±2,48	53,66±2,59	57,30±2,42	58,49±2,53
	Н	56,31±1,88	54,62±1,46	54,83±1,66♥	54,92±1,75	47,10±2,40*
	С	55,49±2,58	50,71±2,03	46,94±2,24	52,99±3,04	52,78±1,58

Примітки: В – ваготонічний тип регуляції, Н – нормотонічний тип, С – симпатікотонічний тип; * – $p < 0,05$ по відношенню до В-групи; ♥ – $p < 0,05$ по відношенню до С-групи

3.1.3. Динаміка рівня активації та напруження організму юнаків різного віку до навчальних фізичних навантажень

Характеристика та методика розрахунку показників рівня активації організму в різні фази тестування представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Показники рівня напруження організму людини [79]

Показники	Найменування показників	Методика розрахунку	Характеристика
$W_{\text{вихідна}}$ (Вт)	Ступінь активації організму перед навантаженням	$W_0 - W_1$	Рівень потенціальних функціональних резервів
W_1 реверсу (Вт)	Рівень напруження організму в момент реверсу	$W_0 - W_4$	Ступінь мобілізації функціональних резервів на реверсі навантаження
$W_{\text{максимальна}}$ (Вт)	Максимальний рівень напруження організму	$W_0 - W_3$	Максимальний рівень мобілізації функціональних резервів організму
$W_{\text{закінчення}}$ (Вт)	Рівень напруження організму наприкінці навантаження	$W_0 - W_2$	Ступінь активації організму в момент закінчення навантаження
A_1 зовнішня (Дж)	Зовнішня робота на одне серцеве скорочення при збільшенні навантаження	Котангенс кута α	Зовнішня робота, яка відповідає нормованому значенню фізіологічного параметра при збільшенні навантаження
A_2 зовнішня (Дж)	Зовнішня робота на одне серцеве скорочення при зменшенні навантаження	Котангенс кута β	Зовнішня робота, яка відповідає нормованому значенню фізіологічного параметра при зменшенні навантаження

Необхідно відмітити, що автори методики для характеристики рівня активації, функціонування, напруження організму в адаптаційних процесах використовували термін «енергетичний рівень» [38; 57; 79].

Одержані нами дані показників рівня напруження організму юнаків 17–21 років під час велоергометричного навантаження за замкнутим циклом представлені в таблиці 3.6.

Рівень внутрішньої потужності організму перед навантаженням ($W_{\text{поч}}$) на початку дослідження коливався в діапазоні $124,28 \pm 8,33$ Вт в 21 рік і $133,75 \pm 7,06$ Вт в 17 років. Ступінь активації організму перед навантаженням ($W_{\text{поч}}$) залежить від вихідної ЧСС і пов'язаний з часом впрацювання і кутом нахилу висхідної частини петлі (див. рис. 2.1). Він впливає на інші показники рівня напруження і ступінь мобілізації функціональних резервів у всі фазах роботи, суттєве зростання яких реєструється під час реверсу навантаження і на максимумі інерційних зрушень (W_1 реверс і $W_{\text{мах}}$). Тобто більша частота серцевих скорочень перед навантаженням обумовлює більшу початкову потужність ($W_{\text{поч}}$). Відповідно, менші її значення розцінюються як задовільний вихідний стан. З іншого боку, чим менше кут нахилу висхідної частини петлі гістерезису, тим далі точка перетину з екстраполіруємою віссю Y і, відповідно, більші цифрові значення $W_{\text{поч}}$, хоча функціональні резерви кращі. Це свідчить про неоднозначність динаміки окремих критеріїв і необхідність індивідуального аналізу [37; 57].

Таблиця 3.6

**Показники рівня напруження організму юнаків різного віку
впродовж усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними
тестування з реверсом ($M \pm m$)**

Вік, роки	17 років (n=50)	18 років (n=64)	19 років (n=64)	20 років (n=40)	21 рік (n=33)
A_1 , Дж	$1,56 \pm 0,05$	$1,55 \pm 0,03$	$1,58 \pm 0,04$	$1,53 \pm 0,04$	$1,63 \pm 0,05^{**}$
A_2 , Дж	$1,51 \pm 0,05$	$1,55 \pm 0,05$	$1,58 \pm 0,05$	$1,56 \pm 0,07$	$1,58 \pm 0,06$
$W_{\text{поч}}$, Вт	$133,75 \pm 7,06$	$132,27 \pm 7,91$	$129,41 \pm 5,30$	$127,58 \pm 7,47$	$124,28 \pm 9,33$
W_1 реверс, Вт	$372,91 \pm 10,89$	$369,59 \pm 10,07$	$370,13 \pm 10,77$	$361,14 \pm 11,71$	$372,39 \pm 13,91$
$W_{\text{вих}}$, Вт	$219,03 \pm 8,17$	$221,61 \pm 7,21$	$223,04 \pm 5,81$	$219,12 \pm 8,67$	$222,37 \pm 9,68$
$W_{\text{мах}}$, Вт	$370,33 \pm 11,67$	$365,14 \pm 11,51$	$364,18 \pm 11,28$	$355,41 \pm 13,20$	$363,28 \pm 15,22$
dW_z , Вт	$88,28 \pm 7,13$	$89,35 \pm 3,85$	$93,62 \pm 2,14$	$93,88 \pm 6,07$	$95,73 \pm 5,84$
dW_p , Вт	$29,33 \pm 1,47$	$30,91 \pm 1,31$	$31,84 \pm 0,97$	$31,16 \pm 1,47$	$34,22 \pm 1,23^*$

Примітки: * – $p < 0,05$ по відношенню до 17 років, ** – $p < 0,05$ по відношенню до 18 і 20 років

Наші дослідження виявили значний ступінь мобілізації функціональних резервів у 17-річних студентів, що підтверджено більш високими величинами рівня внутрішньої потужності організму під час реверсу ($W_{1\text{рев}}$), при максимальних значеннях ЧСС ($W_{\text{мах}}$) (рис. 3.7).

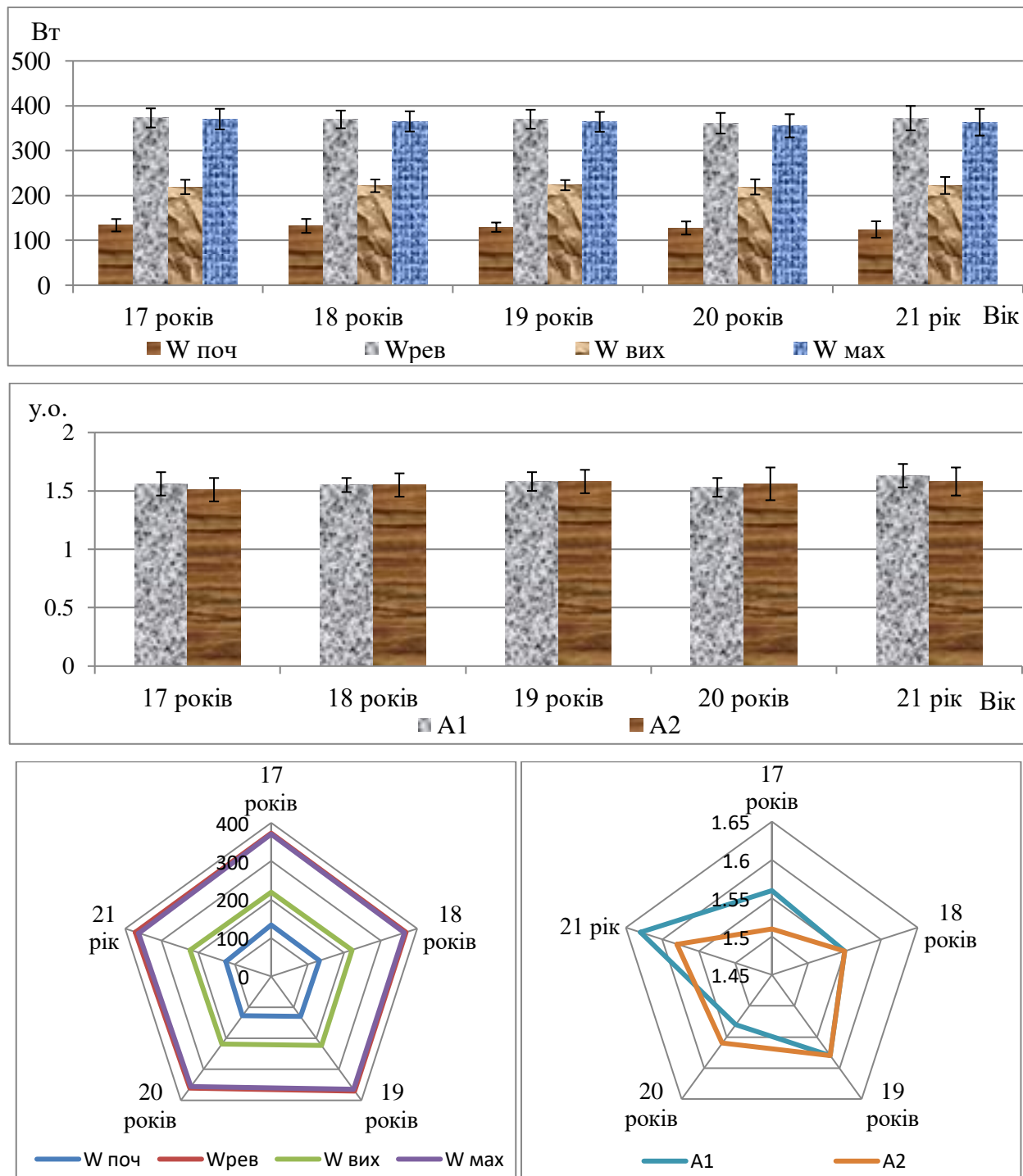


Рис. 3.7. Динаміка показників напруження організму юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними тестування фізичним навантаженням з реверсом

Цікавим показником ефективної мобілізації функціональних резервів є котангенс кута альфа ($\text{ctg } \alpha$), який пов'язаний із зовнішньою роботою, що відповідає нормованому значенню серцевого скорочення при зростанні потужності роботи (A_1): менший кут нахилу висхідної частини петлі гістерезису характеризує більший $\text{ctg } \alpha$ і кращі адаптивні можливості та імовірність їх значної мобілізації [37; 57], що підтверджувалося даними юнаків 21 років за критерієм A_1 зовнішня, який у останніх був вищим ($p < 0,05$). Кращі відновні процеси спостерігалися у 19-ти і 21-річних обстежених, на що вказувала зовнішня робота серцевого скорочення при зменшенні потужності навантаження (A_2), яка характеризується котангенсом кута β : у цьому випадку більші значення $\text{ctg } \beta$ відбивають меншу досконалість відновлення (див. табл. 3.6, рис. 3.7).

Приріст (dW_z , Вт) і витрати (dW_p , Вт) внутрішньої потужності організму під впливом навантаження, які практично не зустрічаються у функціональній діагностиці і інтерпретуються авторами методики як рівень адаптованості організму, теж засвідчують кращі функціональні резерви у юнаків старших вікових груп.

Отже, проведене дослідження дозволило визначити функціональні можливості та особливості їх мобілізації у юнаків різного віку і показало, що на дозовані навантаження з реверсом ступінь напруження організму юнаків за цих умов далекий від граничної, а фізіологічні реакції – адекватні. Відмічено, що тренування, рухова активність сприяють розширенню резервних можливостей регулювальних та забезпечувальних систем, знижують «ціну» адаптації.

За даними орієнтовних оціночних таблиць (див. додатки, табл. А.2) середній рівень за всіма показниками рівня активації включав в себе 58–84 відсотків юнаків. За потужністю напруження організму на всіх етапах тестування ($W_{\text{поч}}$, $W_{\text{рев}}$, $W_{\text{вих}}$, $W_{\text{мах}}$) в віковому періоді 19 і 21 рік реєструвався більший відсоток юнаків з середнім рівнем критеріїв. Нижче і вище за середній рівні спостерігалися в 3–23 і 2–18 відсотків випадків, відповідно.

3.2. Механізми адаптації серцево-судинної системи юнаків різного віку в процесі навчальних навантажень

Організм людини має великі резерви здоров'я і високий ступінь адаптації до змін умов навколишнього середовища, у тому числі й до розумових і фізичних навантажень. Однак адаптаційні можливості його небезмежні [30; 122]. Найбільш простими та інформативними показниками функціонального стану організму є вегетативні реакції [16; 82].

Процес адаптації організму до різноманітних умов завершується певним результатом. Якщо діючий фактор невеликий за силою або його вплив був короткочасним, організм при відносно невеликій нарузі механізмів регуляції може зберегти задовільну адаптацію. У разі впливів надзвичайної сили або їх великої тривалості виникає виражена напруга регуляторних систем, яка потрібна для мобілізації функціональних резервів організму і включення відповідних захисних механізмів, що забезпечують необхідний кінцевий ефект. Перенапруження систем регуляції може призвести до зриву адаптації з неадекватною зміною рівня функціонування основних систем організму до порушення гомеостазу з появою патологічних синдромів та захворювань [5; 20; 54]. Отже, здатність організму адаптуватися до нових умов, його адаптаційні можливості залежать від запасу його функціональних резервів, здатності своєчасно їх мобілізувати і, тим самим, запобігти виснаження регуляторних механізмів.

3.2.1. Динаміка частоти серцевих скорочень юнаків різного віку під час навантажень змінної потужності протягом навчання у закладі вищої освіти

Об'єктивна характеристика фізичної працездатності, як складової адаптаційних можливостей людини, можлива за умов визначення фізіологічної «ціни» виконаної роботи, яка може бути схарактеризована рівнем функціональної активності систем, що забезпечують роботу цілісного організму.

Серцево-судинна система є однією з основних систем життєзабезпечення, оскільки обумовлює рух крові, а з тим, транспортні функції ланцюга переносу кисню, енергетичних субстратів, продуктів обміну речовин тощо. Діяльність ССС є одним з важливих факторів, які лімітують розвиток пристосувальних реакцій організму в процесі адаптації до фізичних навантажень [20; 105; 200].

Дослідження динаміки ЧСС юнаків забезпечувалося у стані спокою, вихідному стані – на початку педалювання, коли потужність навантаження ще дорівнювала нулю, на протязі зростання і зниження потужності роботи, в період її закінчення та у 5-хвилинний період відновлення.

У положенні сидячи на велоергометрі була зареєстрована початкова частота серцевих скорочень юнаків, яка в п'ятій віковій групі (21 рік) становила $69,45 \pm 1,55$ уд/хв и була достовірно нижчою порівняно з молодшими групами, за виключенням 19-річних юнаків, що свідчило про більш сприятливий початковий рівень екстракадіальної функції і менше, пов'язане з ним, вихідне напруження організму ($p < 0,05$) (рис. 3.8, табл. 3.7).

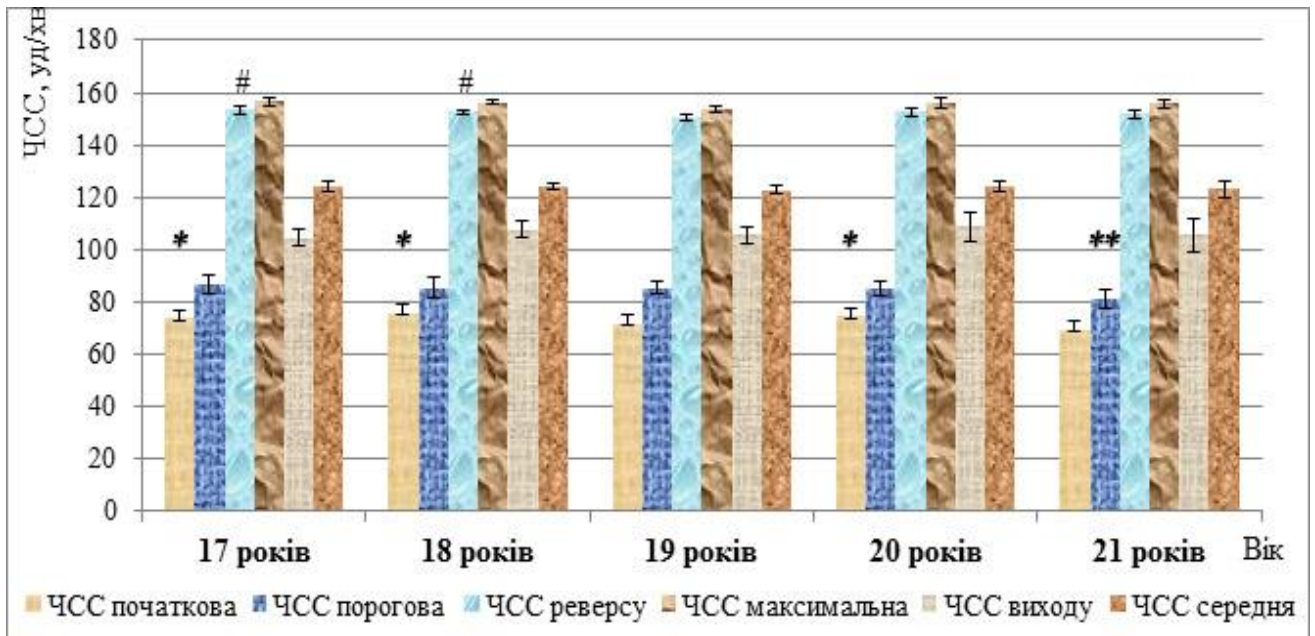


Рис. 3.8. Показники частоти серцевих скорочень юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом: * – $p < 0,05$ по відношенню до 21 років; ** – $p < 0,05$ по відношенню до 18 років; # – $p < 0,05$ по відношенню до 19 років

Порогова ЧСС, на думку авторів методики, незалежна від початкової величини і є відносно стабільним показником для кожного індивіда. В старших вікових групах студентів (21 року) початок прямолінійного зростання ЧСС знаходився на рівні $80,94 \pm 1,92$ уд/хв на відміну від 17-річних, у яких він реєструвався в межах $86,54 \pm 1,85$ уд/хв., тобто значення їх пульсу були достовірно ($p < 0,05$) меншими на 5,6 уд/хв, що відбивало економніший режим екстракардіальної функції у юнаків старших вікових груп.

Реверс навантаження, за умов досліджень, здійснювався при однакових значеннях ЧСС, яка коливалась в діапазоні $150,3 \pm 0,69$ – $153,34 \pm 0,72$ уд/хв. Середнє значення ЧСС, як результат ділення зафіксованих пульсових ударів протягом всього навантаження на загальний час роботи, був практично однаковим в усіх вікових періодах обстежених. Найбільша його величина реєструвалась в групі 20-річних юнаків і складала $124,78 \pm 0,92$ уд/хв, найменша

– в 19 років – $122,77 \pm 0,85$ уд/хв, що за рівних інших умов знижувало фізіологічну «ціну» одиниці виконаної роботи.

Таблиця 3.7

**Динаміка частоти серцевих скорочень у юнаків різного віку,
за даними тестування з реверсом, протягом усього періоду навчання у
закладі вищої освіти ($M \pm m$)**

Вік, Показники	17 років (n=50)	18 років (n=64)	19 років (n=64)	20 років (n=40)	21 рік (n=33)
ЧСС початкова, уд/хв	$73,80 \pm 1,29$	$75,75 \pm 1,84$	$71,75 \pm 1,87$	$74,62 \pm 1,42$	$69,45 \pm 1,55^*$
ЧСС порогова, уд/хв	$86,54 \pm 1,85$	$85,48 \pm 1,95$	$85,37 \pm 1,24$	$85,05 \pm 1,35$	$80,94 \pm 1,92^{**}$
ЧСС реверсу, уд/хв	$153,34 \pm 0,72$	$152,63 \pm 0,42$	$150,3 \pm 0,69^\blacklozenge$	$152,68 \pm 0,77$	$151,85 \pm 0,80$
ЧСС мах, уд/хв	$156,48 \pm 0,82$	$156,06 \pm 0,42$	$153,59 \pm 0,77$	$156,05 \pm 0,88$	$155,79 \pm 0,80$
ЧСС виходу, уд/хв	$104,46 \pm 1,70$	$107,78 \pm 1,48$	$105,64 \pm 1,6$	$108,80 \pm 2,09$	$105,55 \pm 3,14$
ЧСС середня, уд/хв	$124,08 \pm 0,88$	$124,2 \pm 0,55$	$122,77 \pm 0,85$	$124,78 \pm 0,92$	$123,0 \pm 1,46$
Пульсова вартість (L, уд)	$1363,16 \pm 33,9$	$1337,7 \pm 23,6$	$1366,93 \pm 23,05$	$1329,74 \pm 28,58$	$1422,7 \pm 34,99^\heartsuit$

Примітки: * – $p < 0,05$ за 21 рік – 17, 18, 20 років; ** – $p < 0,05$ за 21 рік – 18 років;
 \heartsuit – $p < 0,05$ за 21 рік – 18, 20 років; \blacklozenge – $p < 0,05$ за 19 років – 17, 18 років

Значення пульсової вартості роботи юнаків 19 і 21 років перевищували величини інших вікових груп (рис. 3.9), що обумовлено більшим часом і обсягом виконаної роботи при вищій середній її потужності. Це свідчить про

більшу сумарну фізіологічну «ціну» процесу адаптації до фізичного навантаження з реверсом.

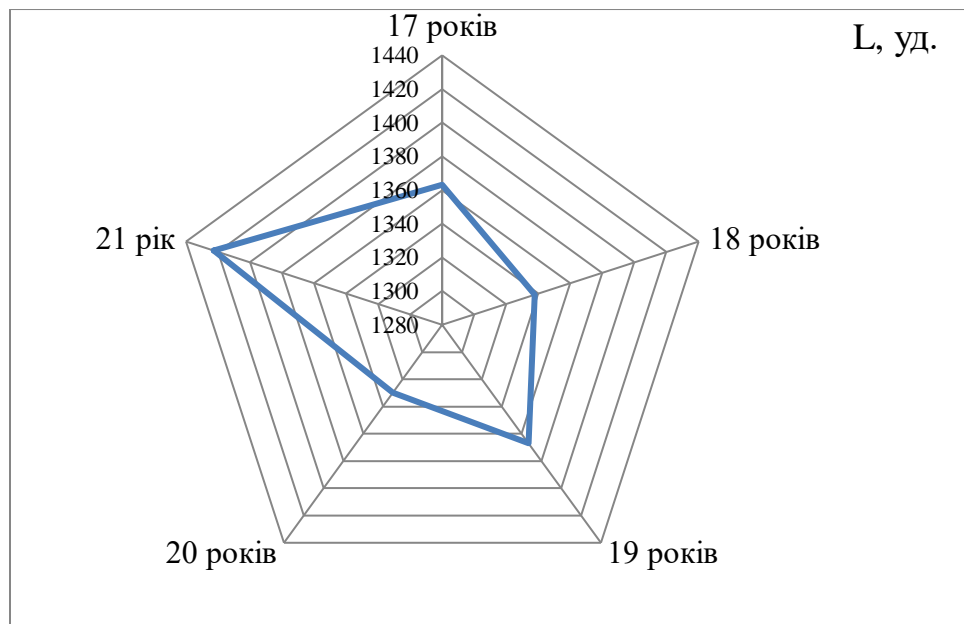


Рис. 3.9. Динаміка пульсової вартості виконаної роботи юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними тестування з реверсом

Отже, одержані дані ЧСС юнаків всіх вікових груп під час функціональної проби реєструвалися на відносно однаковому рівні, окрім початкової і порогової в 21-річному віці, різниця яких у бік зменшення коливалася в діапазоні 3,21–8,32 і 4,83–6,47 %, відповідно, до інших вікових груп. Аналогічна різниця в динаміці пульсової вартості роботи між групами знаходилася в межах 4–7 %. Встановлено, що як вихідний, так і абсолютний робочий функціональний рівень серцево-судинної системи достовірно не відрізнявся у юнаків різного віку.

Відмічено, що функціонування ССС, за даними ЧСС, у юнаків 21 року протікало при менших значеннях пульсу в процесі навантаження. На це вказувала частота серцевих скорочень початкова, порогова, реверсу, максимальна, середня та виходу з навантаження, що характеризує економічний рівень і адекватність функціональних механізмів регуляції серцево-судинної системи. Довготривала адаптація серцево-судинної системи юнаків свідчила

про зростання економізації і ефективності діяльності, що яскравіше проявлялося у вікових групах 19 і 21 років. Оптимальнішими були у них і процеси відновлення, ЧСС виходу яких була менша ($p > 0,05$) по відношенню до всіх вікових груп.

Порівняння отриманих індивідуальних даних по групам з орієнтовними нормативними таблицями (див. додатки, табл. А.3), свідчить, що показники частоти серцевих скорочень на початку тестування (ЧССпоч), максимальної (ЧССмах) і середньої (ЧССсер) більшої частки обстежених юнаків 19 і 21 років відносились до рівня $M \pm \sigma$. Аналогічна тенденція відмічалася по відношенню до рівня вище за середній. Однак, нижче за середній рівень включав в себе переважно більший відсоток юнаків 18 і 20 років, що може вказувати на менш адекватні пристосувальні реакції в даних вікових групах.

3.2.2. Стан механізмів та ефективність регуляції серцевої діяльності юнаків різного віку під час навчальних навантажень в період навчання у закладі вищої освіти

Показники *ефективності регуляції серцевої діяльності* під час виконання дозованого фізичного навантаження з реверсом визначаються за площею петлі гістерезису повного циклу навантаження (S_1), площею ділянки петлі пид час реверсу навантаження (S_2), площею ділянки петлі періоду впрацювання (S_3), часом інерції ($T_{ін}$), протягом якого відзначається зростання ЧСС після реверсу та її зниження до значень пульсу на реверсі навантаження. S_1 , S_2 , S_3 , на думку авторів методики [37; 46; 57; 79], характеризують швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень у відповідний період обстеження (див. рис. 2.1). Отримані дані дозволяють розраховувати наступні коефіцієнти: інерції ($K_{ін}$) – співвідношення ЧСС реверсу до максимальної частоти серцевих скорочень; перерозподілу ($K_{прзп}$), що представляє собою результат ділення S_2 на S_1 ; ефективності регуляції серцевої діяльності ($K_{еф}$) – відношення $T_{ін}$ до $T_{заг}$.

Результати наших досліджень свідчать, що в досліджуваному віковому діапазоні показники швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень (S_1 , S_2 , S_3) знаходилися на відносно стабільному рівні (табл. 3.8).

Відповідні параметри характеризуються площами різних ділянок петлі гістерезису. Так, величини S_1 протягом лонгітудинального дослідження з кожним роком, окрім 20-річного віку, зростали, на відміну від S_2 і S_3 , за якими спостерігалось зниження в 18, 20 та 18–20 річному віці, відповідно (рис. 3.10). Зростання наведених параметрів обумовлено високими значеннями ЧСС_{мах} та пульсу наприкінці навантаження, які збільшують площу петлі гістерезису і свідчать про гірше поточне відновлення під час навантаження.

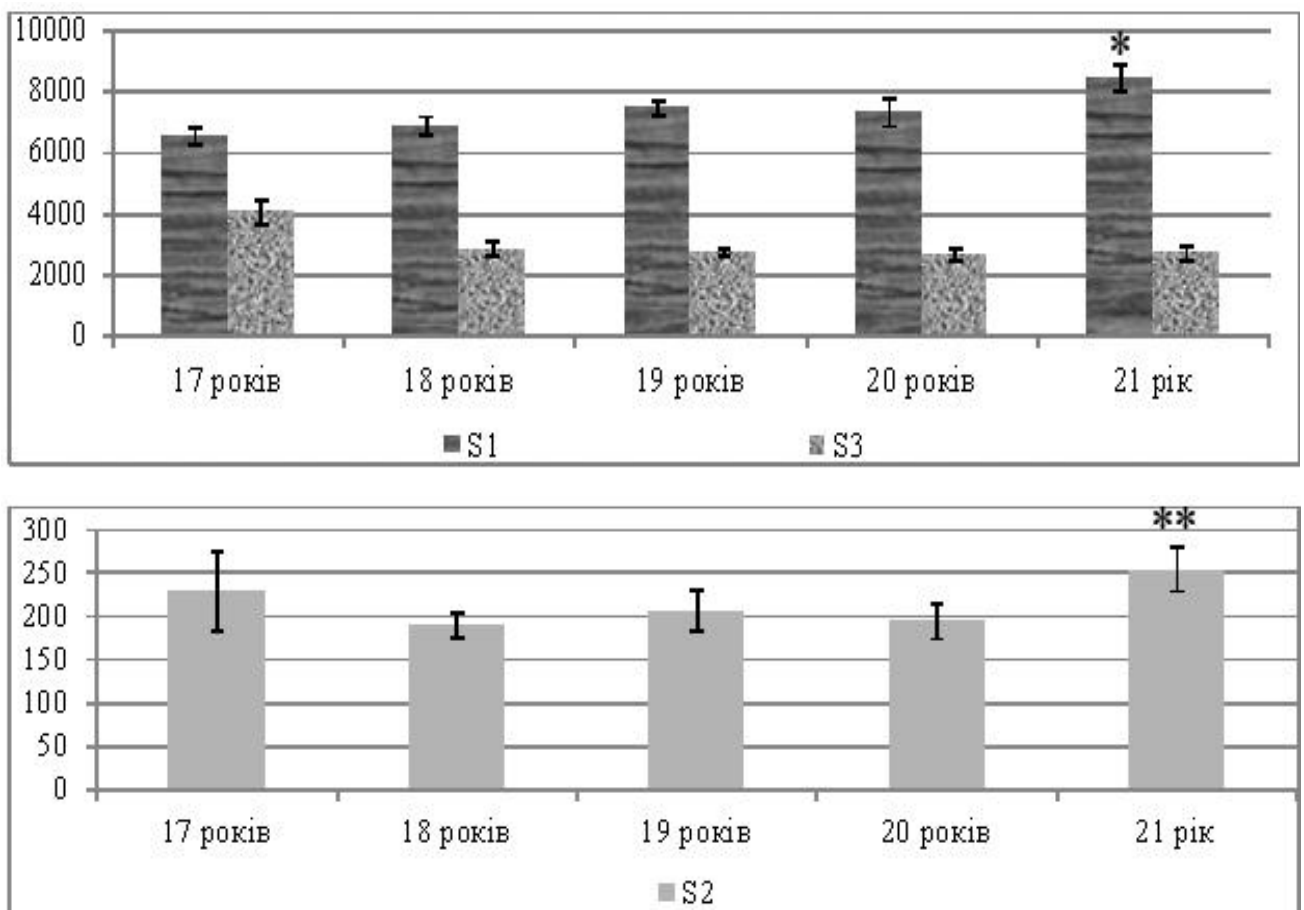


Рис. 3.10. Динаміка показників швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними тестування з реверсом: * – $p < 0,05$ по відношенню до 17 і 18 років; ** – $p < 0,05$ по відношенню до 18 років

Таблиця 3.8

Показники ефективності регуляції серцевої діяльності юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними тестування з реверсом ($M \pm m$)

Показники	Вік	17 років (n=50)	18 років (n=64)	19 років (n=64)	20 років (n=40)	21 рік (n=33)
Площа петлі гістерезису повного циклу навантаження (S_1 , Вт/с)		6567,80±281,21	6889,08±306,68	7492,70±261,24	7340,01±454,20	8472,01±460,45*
Площа ділянки петлі за умов реверсу навантаження (S_2 , Вт/с)		228,62±45,51	190,02±14,28	206,29±24,21	194,04±20,21	253,79±24,98^{vv}
Площа ділянки петлі періоду впрацювання (S_3 , Вт/с)		3223,71±222,31	2842,31±249,36	2751,60±126,78	2641,43±188,42	2709,58±255,31
Час інерції (Тін., с)		53,37±2,67	56,10±2,37	57,91±1,75	56,76±2,54	61,6±2,22^v
Коефіцієнт інерції (Кін, у. о.)		0,93±0,001[#]	0,99±0,001[#]	0,97±0,001	0,97±0,001	0,97±0,001
Коефіцієнт швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень (Кпрсп, у. о.)		0,02±0,03	0,02±0,01	0,02±0,002	0,02±0,002	0,02±0,003
Коефіцієнт ефективності регуляції серцевої діяльності (Кеф, у. о.)		0,06±0,001^{**}	0,07±0,004	0,07±0,004	0,07±0,004	0,09±0,01[#]

Примітки: * – $p < 0,05$ по відношенню до 17 і 18 років; ** – $p < 0,05$ по відношенню до 18–21 років; # – $p < 0,05$ по відношенню до інших вікових груп, ^v – $p < 0,05$ по відношенню до 17 років, ^{vv} – $p < 0,05$ по відношенню до 18 років

Час інерції ($T_{ін}$), який характеризується періодом зростання пульсу з моменту зменшення навантаження до рівня $ЧСС_{мах}$, від 17 до 21 року поступово збільшувався, окрім 20-річного періоду (рис. 3.11).

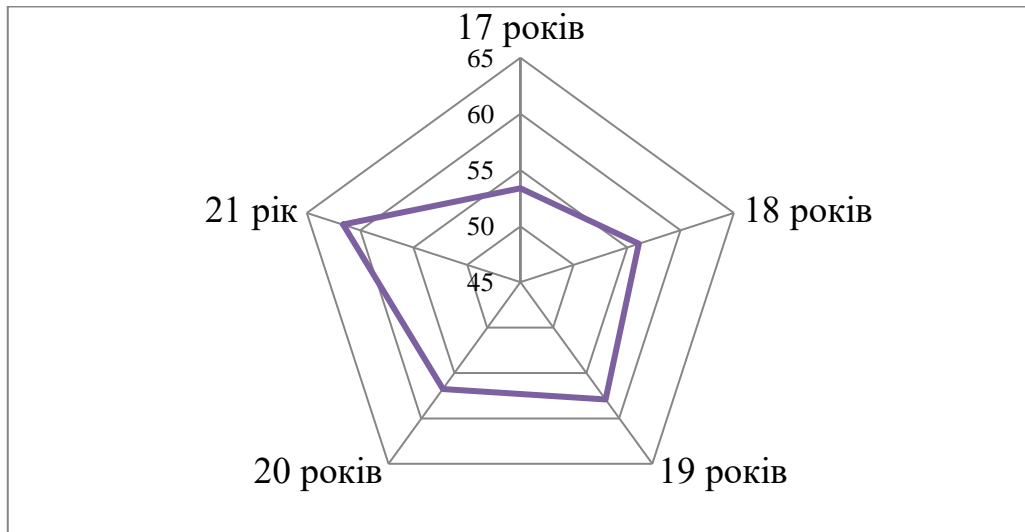


Рис. 3.11. Динаміка часу інерції юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними тестування з реверсом

Відповідний показник свідчить про інерційність серцево-судинної системи на зменшення потужності навантаження. Утримання $ЧСС$ на більш високому рівні корелює з високим рівнем фізичної працездатності, про що свідчать значення $T_{заг}$, $A_{заг}$, потужності навантаження на реверсі та ін. У юнаків 17 років спостерігалися нижчі значення $T_{ін}$, при цьому максимальні величини пульсу були у них найвищі. Це явище пояснюється недостатньою досконалістю механізмів регуляції серцевої діяльності 17-річних юнаків по відношенню до більш дорослих. Порівняння отриманих даних часу інерції $ЧСС$ з аналогічними результатами у спортсменів високої кваліфікації (веслярі) [57], свідчить, що інерційність зростання $ЧСС$ у них перевищує наші дані, за умов кращої працездатності.

Коефіцієнт інерції ($K_{ін}$), що отримується в результаті ділення $ЧСС$ реверсу на $ЧСС$ максимальну, знаходився в межах 0,93; 0,97 та 0,99 у. о. в 17, 19–21 та 18 років, відповідно (рис. 3.12). Збільшення $K_{ін}$ свідчило про вдосконалення механізмів регуляції серцевої діяльності. Але, зростання цього

показника до 1,0 у. о. можливе за умов однакових ЧСС_{срєв} та ЧСС_{маx}, що практично не зустрічається, і свідчить про порушення регуляторних механізмів.

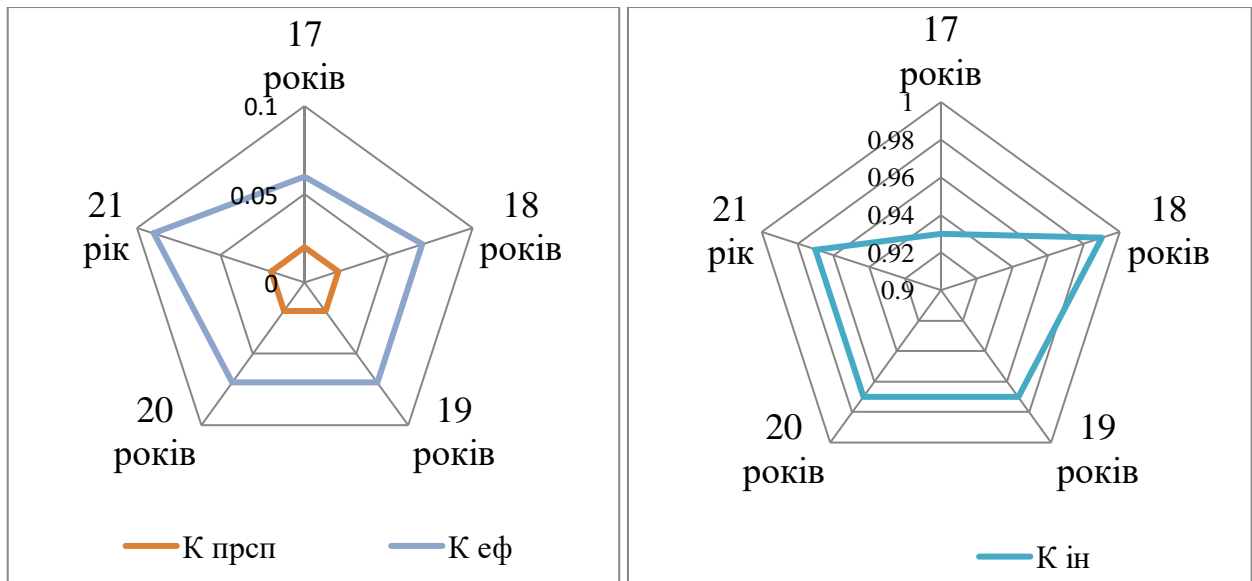


Рис. 3.12. Динаміка індексів ефективності регуляції серцевої діяльності юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними тестування з реверсом

Коефіцієнт швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень (Кпрзп), який розраховується діленням S_2 на S_1 , у більшості юнаків не відрізнявся і знаходився в діапазоні 0,02–0,03 у. о. (рис. 3.12). Це узгоджується з літературними даними, отриманими раніше [57].

Коефіцієнт ефективності регуляції серцевої діяльності (Кеф), що характеризується співвідношенням часу інерції до загального часу роботи, з віком зростав (рис. 3.12) і становив 0,07–0,09 у. о. Менша величина цього показника вказувала на більший загальний час роботи.

На основі отриманих даних показників ефективності регуляції серцевої діяльності були розроблені модельні характеристики (табл. А.4, див. додатки), за допомогою яких можна отримати більш повну і точну інформацію про рівень функціональних можливостей молоді, яка виражається якісно і кількісно в балах.

Отже, встановлено, що результати дослідження ефективності регуляції серцевої діяльності юнаків при навантаженнях з реверсом, в цілому

підтверджують вікові закономірності росту і розвитку, які виявляються в установленні і удосконаленні регуляторних механізмів з віком. Одержані нові дані ефективності регуляції серцевої діяльності за методикою Давиденко Д. М. та співавторів [79] можуть слугувати орієнтовними нормами для оцінювання адекватності реакцій систем, короткочасної і довгострокової адаптації.

Показники стану механізмів регуляції юнаків різного віку в процесі навчання у закладі вищої освіти. Зміни кардіоритму є важливою ланкою в адаптації організму до умов внутрішнього та зовнішнього середовища, що дозволяє використовувати характеристики серцевого ритму для оцінки функціонального стану в цілому.

У стані відносного м'язового спокою за індексом напруження кардіоритму (ІН) визначено три типи регуляції діяльності серця: нормотонічний, симпатикотонічний та ваготонічний [16; 18]. Перший тип – нормотонічний – характеризує баланс всіх ланок регуляції, другий тип – симпатикотонічний – відображає перевагу симпатичного відділу вегетативної нервової системи (ВНС) і адренергічного каналу регуляції. Третій тип – ваготонічний – характеризує перевагу парасимпатичного відділу ВНС і холінергічного каналу регуляції, що свідчить про високі функціональні можливості [16; 18].

За даними, отриманими при реєстрації кардіоритму, серед юнаків 17 років спостерігалось 60 % випадків з нормотонічним типом регуляції, 16 % – з симпатикотонічним, 24 % – з ваготонічним (табл. 3.9).

З кожним віковим періодом зменшувалася кількість обстежених з симпатикотонічним типом регуляції серцевого ритму, що може характеризуватися як позитивна ознака. Переважання нормотонічного типу регуляції спостерігалось у обстежених з 17 до 20 років ($p < 0,05$), а у 21-річних юнаків було зареєстровано більше відсоткове співвідношення ваготонічного типу регуляції, що свідчить про домінування парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи.

Отже, вивчення динаміки кардіоритму юнаків 17–21 років, за даними варіаційної пульсометрії, і отримані нами результати свідчать, що в стані м'язового спокою у більшості (до 85 %) обстежених реєструвався оптимальний нормо- та ваготонічний типи регуляції.

Таблиця 3.9

**Розподіл юнаків різного віку за типами регуляції серцевого ритму
протягом усього періоду навчання**

Вік	Показники	Типи регуляції		
		Ваготонічний	Нормотонічний	Симпатикотонічний
17 років (n=50)	M±m	22,47±1,77	62,14±2,26	152,58±14,47
	% випадків	24	60	16
18 років (n=64)	M±m	21,31±1,93	50,87±2,40*	145,29±13,26**
	%	16,67	55	28,33
19 років (n=64)	M±m	21,22±1,38	52,91±2,22*	149,37±13,97**
	%	29,03	56,45	14,52
20 років (n=40)	M±m	20,69±1,69	57,16±3,45	131,25±15,91
	%	21,21	57,58	21,21
21 рік (n=33)	M±m	19,36±1,88	56,90±5,09	100,11±4,41*
	%	45	30	25

Примітки: * – $p < 0,05$ по відношенню до 17 років; ** – $p < 0,05$ по відношенню до 21 року

Аналізуючи показники модального значення (M_0) серцевого ритму юнаків різного віку, які відображають найбільш ймовірний рівень функціонування синусового вузла, слід відмітити його зменшення в 19 років по відношенню до 17-річного віку, з подальшим збільшенням в 21 рік, про що свідчили показники достовірності відмінностей ($p < 0,05$) за групами 19 і 21 років (табл. 3.10). Достовірно більші показники значень моди відображають більш економний рівень функціонування серця [10; 18; 44; 45; 49; 50; 53; 111; 112; 18; 200].

Таблиця 3.10

**Показники серцевого ритму юнаків різного віку
в стані відносного м'язового спокою
протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти ($M \pm m$)**

Показники	Вікові групи, роки				
	17 років (n=50)	18 років (n=64)	19 років (n=64)	20 років (n=40)	21 рік (n=33)
Mo, с	0,78±0,02	0,77±0,02	0,73±0,02	0,77±0,02	0,86±0,03*
АМо, %	18,91±0,6	20,08±0,72	18,81±0,98	17,93±0,80	18,50±1,08
ΔX, с	0,25±0,01	0,28±0,01	0,26±0,01	0,26±0,02	0,28±0,02
ІН, у. о.	55,47±3,47	58,26±3,87	57,71±5,79	55,32±4,86	50,81±6,30
ВІР, у. о.	6,10±0,33	6,52±0,44	5,60±0,44	5,90±0,40	4,93±0,45
ІВР, у. о.	86,25±7,0	98,59±11,19	82,01±6,44	79,72±5,97	82,04±9,31
ПАІР, у. о.	26,01±0,98	28,66±1,39	25,89±2,16	24,25±1,43	22,43±1,57**
АМГК, у. о.	3,31±0,24	3,15±0,22	3,08±0,20	3,22±0,19	3,36±0,22

Примітки: * – $p < 0,05$ по відношенню до 19 років; ** – $p < 0,05$ по відношенню до 18 років

В цілому, вікова динаміка стану пейсмейкера ритму серця у обстежених груп відображала відому тенденцію підвищення парасимпатичної активності вегетативної нервової системи з віком, що підтверджується іншими авторами.

Різниця між тривалістю найбільшого і найменшого RR-інтервалів, вказує на ступінь варіабельності кардіоінтервалів (ΔX , с). За своїм фізіологічним змістом ΔX є відображенням сумарного ефекту регуляції серцевого ритму з боку парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи. В досліджуваних вікових групах в стані спокою достовірних відмінностей варіаційного розмаху, який коливався в діапазоні від 0,25 с до 0,28 с, не спостерігалось. Оскільки вплив блукаючого нерва на дихальні зміни серцевого ритму звичайно переважає над недихальними, варіаційний розмах можна вважати показником, який значною мірою пов'язаний зі станом парасимпатичної частини вегетативної нервової системи.

Критерій активності симпатичного відділу вегетативної нервової системи, що характеризується величиною амплітуди моди (АМо), в стані відносного м'язового спокою відповідав віковим нормам і знаходився в межах 17,93 та 20,08 %. Даний показник відображає стабілізуючий ефект централізації управління ритмом серця, що обумовлено, в основному, ступенем активації симпатичного відділу вегетативної нервової системи. При зростанні тонусу симпатичного або парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи має місце, відповідно, збільшення або зменшення чисельного значення АМо.

Індекс напруження (ІН) є інтегральним показником стану регуляторних систем, що характеризує ступінь централізації регуляції і відображає сумарну активність симпато-адреналової системи. Цей показник надзвичайно чутливий до тонусу симпатичної нервової системи. Встановлено, що в обстежених групах юнаків значення ІН в стані спокою знаходилися на рівні $50,81 \pm 6,30$ – $58,26 \pm 3,86$ у. о., що дозволяє віднести ці величини до вікової норми з оптимальним рівнем регуляції.

Величина ПАПР, що характеризується співвідношенням АМо/Мо, і відбиває вплив симпатичного відділу вегетативної нервової системи на синусовий вузол, в вихідному стані коливалась в діапазоні від $22,43 \pm 1,57$ у. о. в 21 рік до $28,66 \pm 1,39$ у. о. в 18 років ($p < 0,05$). У юнаків вікових груп 17, 18 і 20 років достовірних відмінностей не виявлено. Величини цього критерію становили $26,01 \pm 0,98$; $25,89 \pm 2,16$ і $24,25 \pm 1,43$ у. о., відповідно. Отже, вищий рівень впливу симпатичного відділу ВНС на синусовий вузол спостерігався в групі юнаків 18-річного віку, і, навпаки, менший вплив – у обстежених 21 року, про що свідчили також величини індексу вегетативної рівноваги.

Узагальнюючи дані про стан механізмів регуляції серцевого ритму юнаків різного віку у відносному м'язовому спокої, необхідно відмітити позитивну тенденцію до їх удосконалення з віком у 19 і 21 рік, з періодами достовірних змін у бік напруження в 17, 18 і 20 років.

Фізичні навантаження справляють різнобічний вплив на організм, який визначається, з одного боку, специфікою і тривалістю самого навантаження, а з

іншого – суб'єктом рухової активності. У процесі адаптації організму до систематичних фізичних навантажень спостерігаються виражені структурно-функціональні перетворення серця, які полягають у зменшенні кінцевих розмірів і об'ємів його порожнин у систолі й діастолі, зменшенні товщини задньої стінки лівого шлуночка в систолі, підвищенні скоротливості серцевого м'яза й сили вигнання крові з серця [33]. Було встановлено також, що зазначений характер адаптивних перебудов не залежить від статі, а змінювався залежно від етапу тренувального процесу та поточного рівня загальної фізичної працездатності й аеробної продуктивності, що підтверджує дослідження інших науковців [85; 106; 114; 190].

Фізичне навантаження, потужність якого змінювалася за замкнутим циклом від нуля до певної величини (ЧСС у 150–155 уд/хв) з наступним зменшенням до вихідного рівня зі швидкістю 33 Вт/хв, характеризувалося високо достовірними змінами показників на вершині (реверсі) роботи ($p < 0,05-0,01$; табл. 3.11).

Рівень і якість регулювання функцій чітко виявляється при переході організму зі стану спокою до роботи і, навпаки, від діяльності до спокою. Під час виконання навантаження відбувається перебудова не тільки фізіологічних систем організму, але і вегетативних регуляторних механізмів, активація симпатичних впливів і зниження парасимпатичних [194; 206].

Порівняльна оцінка показників ритму серця юнаків 17–21 років дає можливість виявити наявність адаптаційних змін, обумовлених віковими особливостями. На реверсі навантаження закономірно відбувалося зменшення тривалості кардіоінтервалів (рис. 3.14).

Таблиця 3.11

Статистичні та варіаційні показники серцевого ритму юнаків різного віку впродовж усього періоду навчання, за даними тестування навантаженням з реверсом ($M \pm m$)

Показники	Стан	Вікові групи, роки				
		17 років n=50	18 років n=64	19 років n=64	20 років n=40	21 рік n=33
Mo, с	Р	0,38±0,001 [#]	0,38±0,001 [#]	0,38±0,001 [#]	0,39±0,002 [#]	0,38±0,001 [#]
	К	0,58±0,01 [*]	0,56±0,01 [*]	0,57±0,01 [*]	0,56±0,02 [*]	0,59±0,03 [*]
	В	0,63±0,01 ^{**}	0,64±0,01 ^{**}	0,64±0,01 ^{**}	0,62±0,01 ^{**}	0,66±0,03 ^{**}
АМо, %	Р	58,04±1,55 [#]	59,80±1,43 [#]	56,39±1,85 [#]	61,63±2,31 [#]	53,60±3,35 [#]
	К	26,90±0,93	30,78±1,37 [*]	29,26±1,09	32,94±2,13	29,40±2,39
	В	26,28±1,13 ^{**}	25,30±0,95 ^{**}	25,17±0,74 ^{**}	25,06±1,20 ^{**}	23,38±1,56 ^{**}
ΔX, с	Р	0,05±0,002 [#]	0,05±0,002 [#]	0,05±0,002 [#]	0,05±0,01 [#]	0,05±0,002 [#]
	К	0,16±0,01	0,15±0,01	0,15±0,01	0,15±0,01	0,17±0,03
	В	0,18±0,01 ^{**}	0,18±0,01 ^{**}	0,18±0,01 ^{**}	0,19±0,02 ^{**}	0,20±0,02 ^{**}
ІН, у. о.	Р	1754,43±138,90 [#]	1927,17±110,57 [#]	1875,24±113,55 [#]	2251,90±168,86 [#]	1916,05±273,77 [#]
	К	199,22±23,20	276,58±45,24	236,53±20,99 [*]	344,20±55,98 [*]	247,89±55,41
	В	155,91±12,40 ^{**}	141,71±10,85 ^{**}	139,13±9,46 ^{**}	137,16±14,09 ^{**}	119,70±21,90 ^{**}
ІВР, у. о.	Р	1332,68±105,56 [#]	1458,12±88,46 [#]	1416,72±72,49 [#]	1688,70±125,25 [#]	1446,42±208,06 [#]
	К	214,93±20,91	292,03±44,97	252,20±18,86	344,91±64,68	275,19±61,63
	В	187,80±14,04 ^{**}	175,84±12,93 ^{**}	172,09±10,93 ^{**}	165,17±16,32 ^{**}	148,84±23,58 ^{**}
ПАПР, у. о.	Р	152,62±4,33 [#]	157,99±3,88 [#]	149,39±5,0 [#]	163,72±6,07 [#]	141,94±8,81 [#]
	К	48,26±2,17	56,67±3,06 [*]	53,77±2,49 [*]	64,28±5,67 [*]	52,02±4,57
	В	42,84±2,0 ^{**}	40,24±1,68 ^{**}	40,49±1,89 ^{**}	41,44±2,27 ^{**}	36,69±3,36 ^{**}
АМГК, у. о.	Р	8,39±0,50 [#]	8,99±0,48 [#]	9,19±0,43 [#]	10,45±0,73 [#]	9,40±0,91 [#]
	К	4,05±0,18	4,54±0,31	4,32±0,24	4,80±0,55	4,58±0,73
	В	4,08±0,18 ^{**}	4,05±0,18 ^{**}	4,05±0,22 ^{**}	3,82±0,26 ^{**}	3,77±0,31 ^{**}

Примітки: Р – реверс навантаження, К – стан наприкінці навантаження, В – 5 хвилина відновлення; * – $p < 0,05-0,001$ по відношенню К до В; ** – $p < 0,05$ по відношенню Р до В, # – $p < 0,05$ по відношенню Р до К.

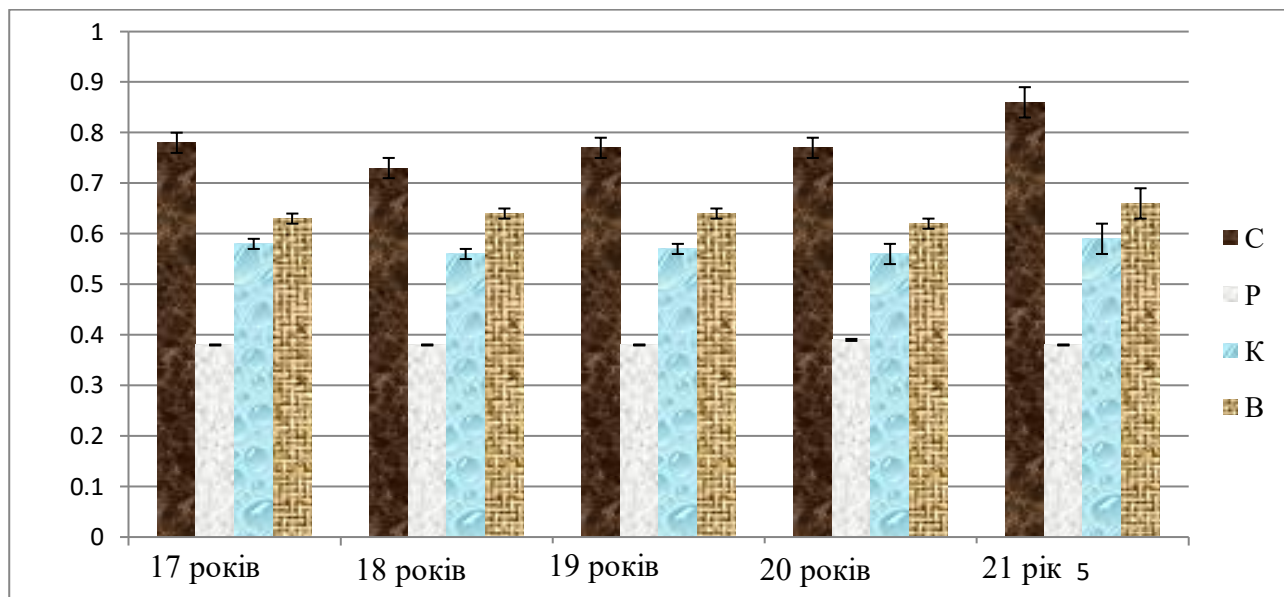


Рис. 3.14. Динаміка модальних значень кардіоінтервалів юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за даними тестування з реверсом: С – стан спокою, Р – реверс потужності навантаження, К – значення наприкінці м'язової роботи, В – п'ять хвилин відновлення

Більші значення M_0 $0,39 \pm 0,002$ с належали юнакам 20 років, проти $0,38 \pm 0,01$ с в інших вікових періодах. Необхідно відмітити, що достовірних різниць між групами не встановлено. В середньому спостерігалось зменшення кардіоінтервалів в 2 рази і більше.

Реакція на м'язові навантаження логічно виражалася в централізації механізмів регуляції, збільшенні їх напруження, на що вказувало зростання амплітуди моди і індексу вегетативної рівноваги (ІВР). Збільшення $M_0/\Delta X$ підтверджувало активацію гуморального каналу при зростанні переваги впливу адренергічних механізмів регуляції над холінергічними. Так, в групі юнаків 17 років показник $M_0/\Delta X$ збільшився приблизно в 2,53 рази і склав 8,39 у. о. В 20-річному віці відмічалися зрушення у 3,25 разів при вищих абсолютних значеннях цього критерію (10,45 у. о.).

Інтегральний показник стану механізмів регуляції серцевого ритму (ІН) в наших дослідженнях, на відміну від багатьох інших робіт, реєструвався

безпосередньо під час м'язової роботи, що дозволило вивчити динаміку ВСР в процесі фізичних навантажень, і що має вагоме значення в оцінці адаптаційних можливостей юнацького організму.

Результати, одержані під час досліджень, показали, що серед обстежених груп юнаків найбільша величина індексу напруження під час реверсу відмічена в 20-річному віці, яка у 5 разів і більше перевищувала вихідні значення (рис. 3.15), що свідчить про високе напруження механізмів регуляції серцевої діяльності ($p < 0,05-0,001$).

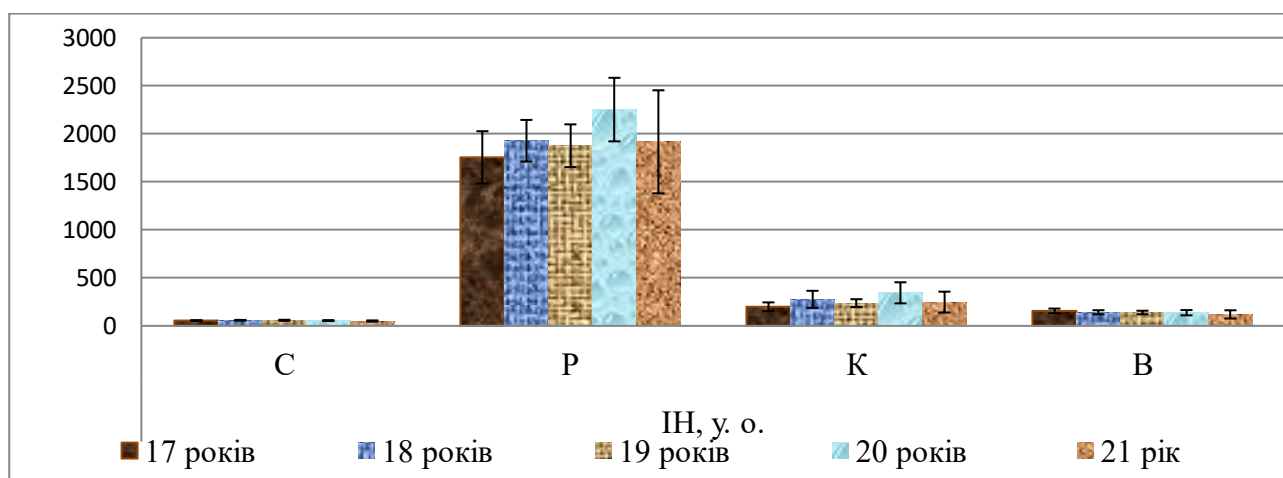


Рис. 3.15. Зміни індексу напруження юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти під дією дозованого навантаження: С – стан спокою, Р – реверс потужності навантаження, К – значення наприкінці м'язової роботи, В – п'ята хвилина відновлення

Зареєстровані значення ІН в період тестування спостерігалися в більшості обстежених груп, що може підтвердити адекватність обраного фізичного навантаження адаптаційним можливостям юнаків 17–21 років, оскільки граничні, зареєстровані при напруженій роботі до відмови, величини ІН можуть досягати 4–5 тис., а теоретично розраховані – більше 20 тис. у. о. [4].

Отже, отримані дані дають можливість визначити вікові особливості реакції на дозовані фізичні навантаження і оцінити адаптаційні резерви механізмів регуляції серцевого ритму юнаків 17–21 років.

Після фізичного навантаження динаміка відновних процесів свідчила про їх гетерохронність, навіть на рівні різних показників однієї загальної системи механізмів регуляції серцевого ритму, про наявність напруження і суттєві післяробочі зміни у ранній період відпочинку (5 хв). В зазначені терміни залишалися ще підвищеними АМо (від 9,5 % до 27 %), ІВР (від 6 % до 38 %) і Мо/ΔХ (на 6 %, 5 % і 12 %), що може відбивати недостатність такого терміну для повного відновлення після дозованих навантажень і слугувати підґрунтям для визначення часу відпочинку обстежених в процесі фізичного виховання (рис. 3.16).

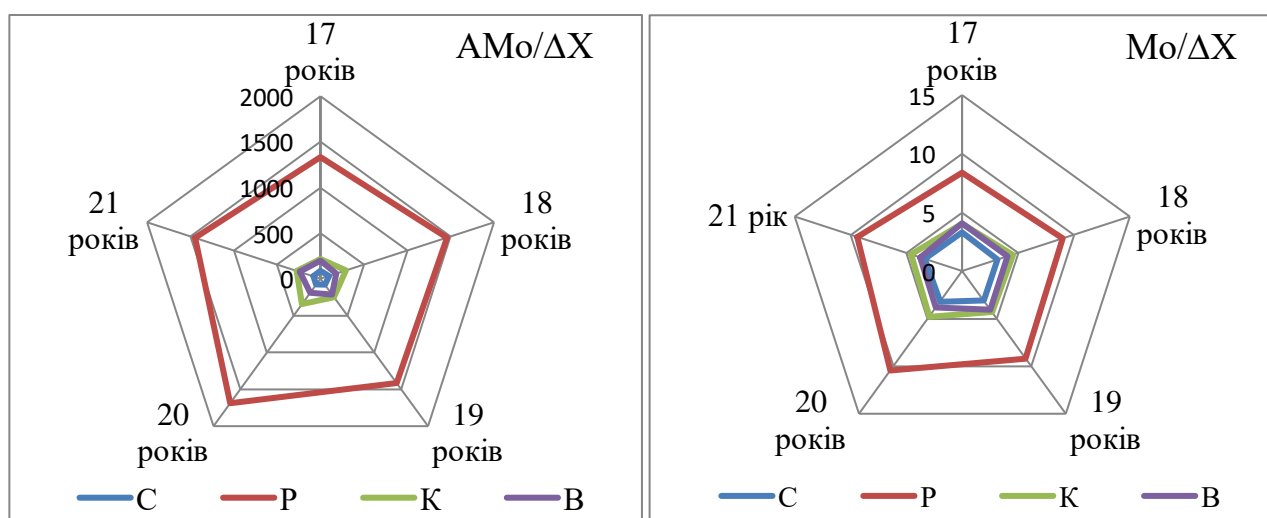


Рис. 3.16. Динаміка індексу вегетативної напруги (АМо/ΔХ) і показника адекватності процесів регуляції (Мо/ΔХ) юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти, за умов дозованого фізичного навантаження зі змінною потужністю: С – стан спокою, Р – реверс потужності навантаження, К – значення наприкінці м'язової роботи, В – п'ять хвилин відновлення

Виключенням може бути модальна ЧСС, яка, за даними такого показника варіаційної пульсометрії як Мо, після завершення навантаження наближалася до вихідного рівня практично в усіх вікових групах (див. рис. 3.14). Індекс напруження (ІН) в період відновлення знижувався в зазначених періодах (див. рис. 3.15), але все одно не досягав вихідних значень.

Відновний період в досліджуваних групах протікав однаково позитивно. Однак, за більшістю показників, сприятливе функціонування серцево-судинної системи спостерігалось у юнаків 19 і 21 років: більший обсяг виконаної роботи передбачав більшу потужність напруження організму під час навантаження, у зв'язку з цим пульсова вартість у них була вищою. Необхідно відмітити також, що ІН в відновлювальному періоді не досягав вихідних значень по групах на 36–42 %. Разом з тим, за індивідуальними даними більший відсоток юнаків з повною реституцією індексу напруження регуляторних механізмів відмічався саме в 19 і 21 років – 62,3 та 65 відсотків, відповідно, в той час, як в 17, 18 і 20 років зареєстровано 57,58–59,02 % випадків відновлення.

Цікавим питанням є динаміка відновлення в залежності від типів регуляції. Наші дослідження показали (рис. 3.17), що, за середньогруповими даними, у юнаків з ваготонічним і нормотонічним типом регуляції індекс напруження на п'ятій хвилині відновлення досягав верхньої межі норми (до 150 у. о.).

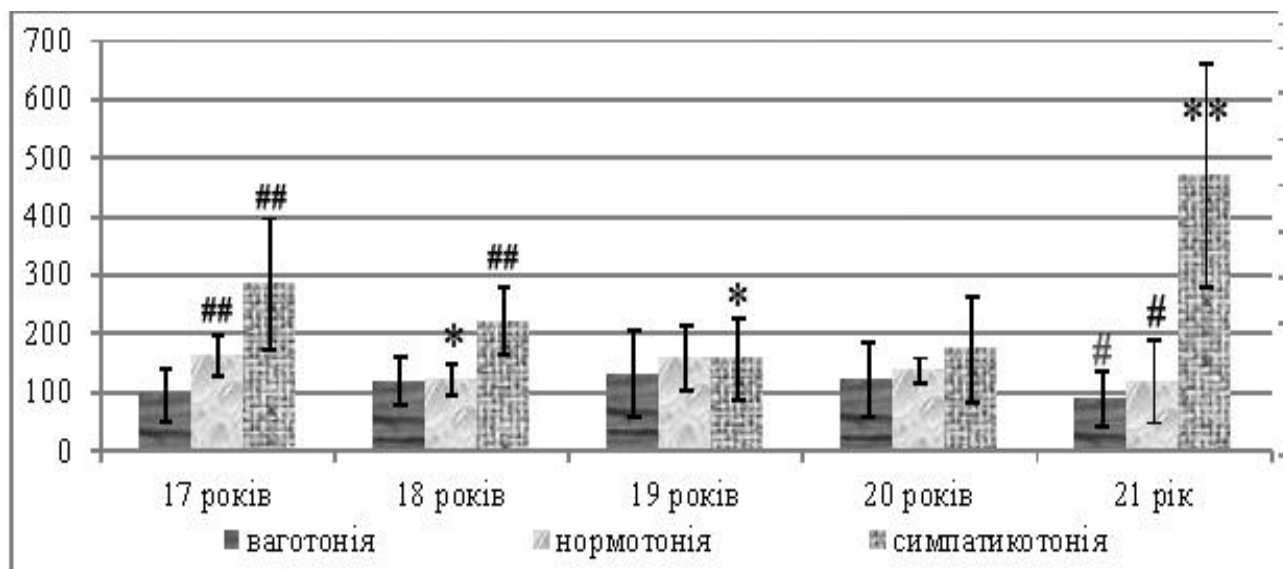


Рис. 3.17. Стан механізмів регуляції кардіоритму за індексом напруження у юнаків різного віку на п'ятій хвилині відновлення після фізичного навантаження з реверсом в залежності від типів регуляції протягом періоду навчання у закладі вищої освіти: * – $p < 0,05$ по відношенню до 17 років; ** – $p < 0,05$ по відношенню до інших вікових періодів; # – $p < 0,05$ по відношенню до осіб з симпатикотонії, ## – $p < 0,05$ по відношенню до осіб з ваготонії

Аналіз відновних процесів у обстежених з симпатикотонічним типом регуляції виявив позитивну динаміку відновлення за ІН у 19-річних обстежених. Однак, у юнаків 21 років повного відновлення ІН у цей період не відбувалось, що може бути обумовлено більшим часом, потужністю і обсягом виконаної роботи. Необхідно відмітити, що частота серцевих скорочень в процесі тестування і відновлення в даній групі була меншою по відношенню до інших вікових груп. Отже, це підтверджує існуючу думку, що не можна тільки за частотою серцевих скорочень судити про відновні процеси: ЧСС може досягати вихідних значень, однак напруження регуляторних механізмів ще залишатиметься [17, с. 27; 47].

Відновлення регуляторних механізмів юнаків незалежно від типів регуляції проходило переважно за рахунок модального значення (M_0 , с) тривалості кардіоциклів. У симпатикотоніків внесок у відновні процеси належав темпам зниження амплітуди моди (AM_0 , %).

Аналіз індивідуальних даних в стані відновлення показав, що більший відсоток відновлених за ІН серед ваготоніків належав юнакам 17 і 21 років, нормотоніків – 19 і 21 років, симпатикотоніків – 19 років (рис. 3.18).

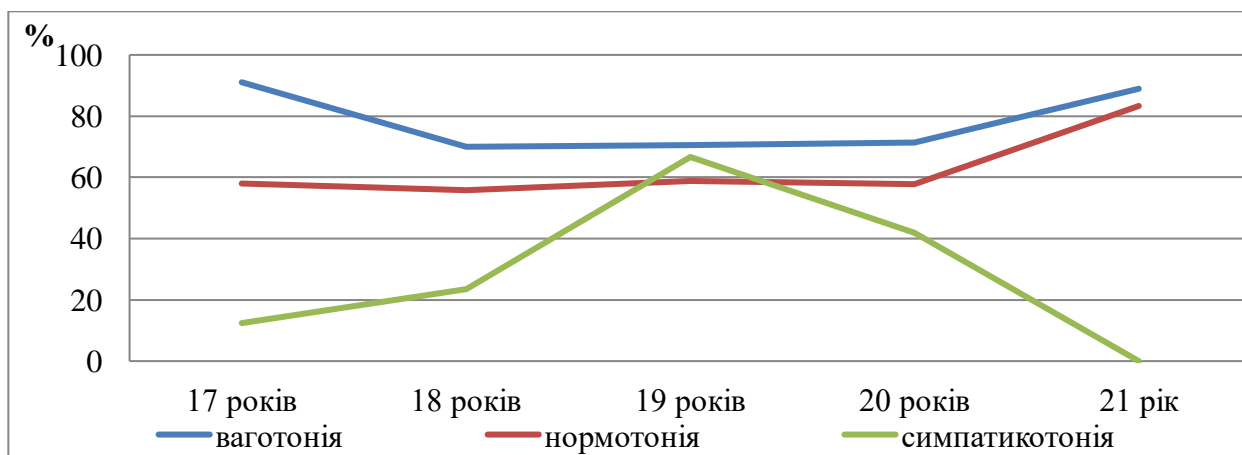


Рис. 3.18. Залежність швидкості відновлення стану механізмів регуляції серцевого ритму юнаків різного віку від вихідного типу регуляції після фізичного навантаження з реверсом (кількість випадків повернення в зону норми, $ІН \leq 150$ у. о., на 5-й хв відпочинку, в %)

Менший відсоток відновлення відмічався у 18–19-річних ваготоніків, 18–річних нормотоніків, 17–18-річних симпатікотоніків.

Отже, навантаження за замкнутим циклом викликало зміни вегетативного балансу і виражене напруження механізмів регуляції серцевої діяльності у юнаків різного віку, про що свідчило зменшення модального значення (M_0), варіаційного розкиду (ΔX) та збільшення амплітуди моди (AM_0) і індексу напруження (IN). Збільшення $M_0/\Delta X$ вказувало на активацію гуморального каналу регуляції при зростанні переваги впливу адренергічних механізмів регуляції над холінергічними. Слід зазначити, що виявлений рівень напруження механізмів регуляції був далеким від значень, зареєстрованих при роботі до відмови [227]. Наприкінці велоергометричної проби, коли потужність навантаження зменшувалась до нуля, показники варіаційної пульсометрії стабілізувалися, проте рівень регуляції не досягав вихідних значень в жодній групі обстежених. Проведене дослідження виявило, що на навантаження за замкнутим циклом (з реверсом) відмічалась значне напруження регуляторних механізмів серцевого ритму, яка, однак, не досягала граничних меж і може розцінюватися як адекватна для даної потужності навантаження. Повного відновлення показників регуляції серцевого ритму не відбувалося у ранньому післяробочому періоді, що обумовлює збільшення терміну функціонального контролю після тестування.

3.2.3. Характеристика показників адаптаційного потенціалу юнаків різного віку протягом навчання у закладі вищої освіти

Функціональний стан серцево-судинної системи найбільш оперативно реагує на м'язові зусилля, у зв'язку з чим може слугувати надійним індикатором адаптивних реакцій організму [15; 62; 65; 112; 115; 119; 132; 207; 208; 219; 240]. Дослідники позитивно висловлюються відносно методу визначення адаптаційного потенціалу людини за індексом функціональних змін. Однак,

існують декілька оціночних нормативних значень адаптаційного потенціалу (табл. 3.12) з посиланнями на роботи Р. М. Баєвського [18; 30].

Таблиця 3.12

**Співвідношення показників індексу функціональних змін
та рівня адаптації, за даними різних авторів [за 204]**

Оцінка рівня	Значення ІФЗ у балах		
	Баєвський Р. М. і співавт., 1997, 2009	Арабаджі Л. І., 2012; Баєв О. А., 2012; Цинкер В. М., Дугарова Д. В., 2011	Квашніна Л.В. і співавт., 2010
Задовільна адаптація	до 2,59	$\leq 2,10$	1,82 – 1,9
Напруження механізмів адаптації	2,60 – 3,09	2,11 – 3,20	1,55 – 1,81 1,91 – 2,17
Незадовільна адаптація	3,10 – 3,49	3,21 – 4,30	1,29 – 1,54 2,18 – 2,44
Зрив адаптації	3,50 і більше	$\geq 4,31$	$\leq 1,28$ $\geq 2,45$

За результатами наших досліджень, за таблицею Л. Квашніної [147] лише 8 % обстежених 17-річного вікового періоду можливо віднести до групи осіб із задовільною адаптацією, близько 75 % характеризувалися напруженням механізмів адаптації, 17 % обстежених відносилися до осіб з незадовільною адаптацією. За таблицями інших дослідників у 75 % юнаків реєструвалась задовільна адаптація, а у 25 % – напруження механізмів адаптації.

Отже, для оцінки одержаних даних адаптаційного потенціалу юнаків різного віку протягом періоду навчання ми використовували шкалу, якою користувалися у подібних дослідженнях Арабаджі Л. І., Баєв О. А., Цинкер В. М. та інші [9; 15; 187].

Оцінка адаптивних можливостей серцево-судинної системи за індивідуальними величинами АП не виявила в обстеженому контингенті випадків незадовільної адаптації і зриву адаптації (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

**Оцінка величин адаптаційного потенціалу юнаків різного віку протягом
усього періоду навчання у закладі вищої освіти (%)**

Вікові періоди, роки	M±m	Адаптивні можливості			
		Задовільна адаптація	Напруження механізмів адаптації	Незадовільна адаптація	Зрив адаптації
17	1,93±0,03	74,51	25,49	0	0
18	2,11±0,04*	52,38	47,62	0	0
19	2,05±0,05	61,29	38,71	0	0
20	2,03±0,03	60	40	0	0
21	1,99±0,05	65	35	0	0

Примітка: * – $p < 0,05$ по відношенню до 17 років

Проведений аналіз відсоткового розподілу юнаків з різними адаптивними можливостями дозволив виявити під час лонгітудинальних досліджень більший відсоток обстежених з задовільною адаптацією в вікових групах юнаків 17 і 21 років, в той час, як достовірно більше напруження регуляторних систем була зареєстрована в віковому аспекті 18 років ($p < 0,05$). Необхідно відмітити, що 18-річний віковий період припадає на I–II курс навчання.

3.3. Функціональний стан та механізми адаптації центральної нервової системи юнаків різного віку в процесі навчальних навантажень

Особливості динаміки загального функціонального стану головного мозку юнаків різного віку під впливом навчальних фізичних навантажень.

Динаміку загального функціонального стану центральної нервової системи досліджували за даними часу простої зорово-рухової реакції [126]. Проста сенсомоторна реакція реалізується через формування функціональної системи,

робота якої залежить від погодженості, синхронності тимчасових і просторових параметрів цієї системи і збігу ритмів збудження в нервових клітинах [63; 192].

Аналіз даних рефлексометрії свідчить, що фоновий функціональний стан мозку більшості юнаків знаходився в межах вікової норми (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Динаміка показників загального функціонального стану центральної нервової системи в стані відносного м'язового спокою юнаків різного віку протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти

Вік	Показники (у.о.)*		
	ФРС	СР	РФМ
17 років (n=50)	4,73±0,05	1,95±0,08	3,63±0,09
18 років (n=64)	4,73±0,04	1,94±0,06	3,60±0,06
19 років (n=64)	4,65±0,04	1,85±0,07	3,52±0,08
20 років (n=40)	4,77±0,06	1,99±0,08	3,67±0,10
21 рік (n=33)	4,69±0,07	1,88±0,13	3,55±0,14

Примітка: * – пояснення в тексті

Аналіз індивідуальних даних виявив середню і високу варіативність показників ($CV = 6-27\%$), що свідчить про формування індивідуального рівня функціональної системи. За вихідними значеннями величини функціонального рівня системи (ФРС), стійкості реакції (СР), рівня функціональних можливостей (РФМ) обстежених, незалежно від віку і умов досліджень, можливо поділити на три основні групи [126] – з низьким, середнім і високим функціональним рівнем центральної нервової системи. Відмінності спостерігалися за процентним співвідношенням обстежених в групах (рис. 3.19). Оптимальним вважається середній рівень. Патологічні рівні (за градацією Т. Д. Лоскутової [126]) виокремлюються при значеннях загального функціонального стану (ЗФС) мозку, що досягають низького рівня. Перевищення верхньої границі норми автором взагалі не передбачалося.

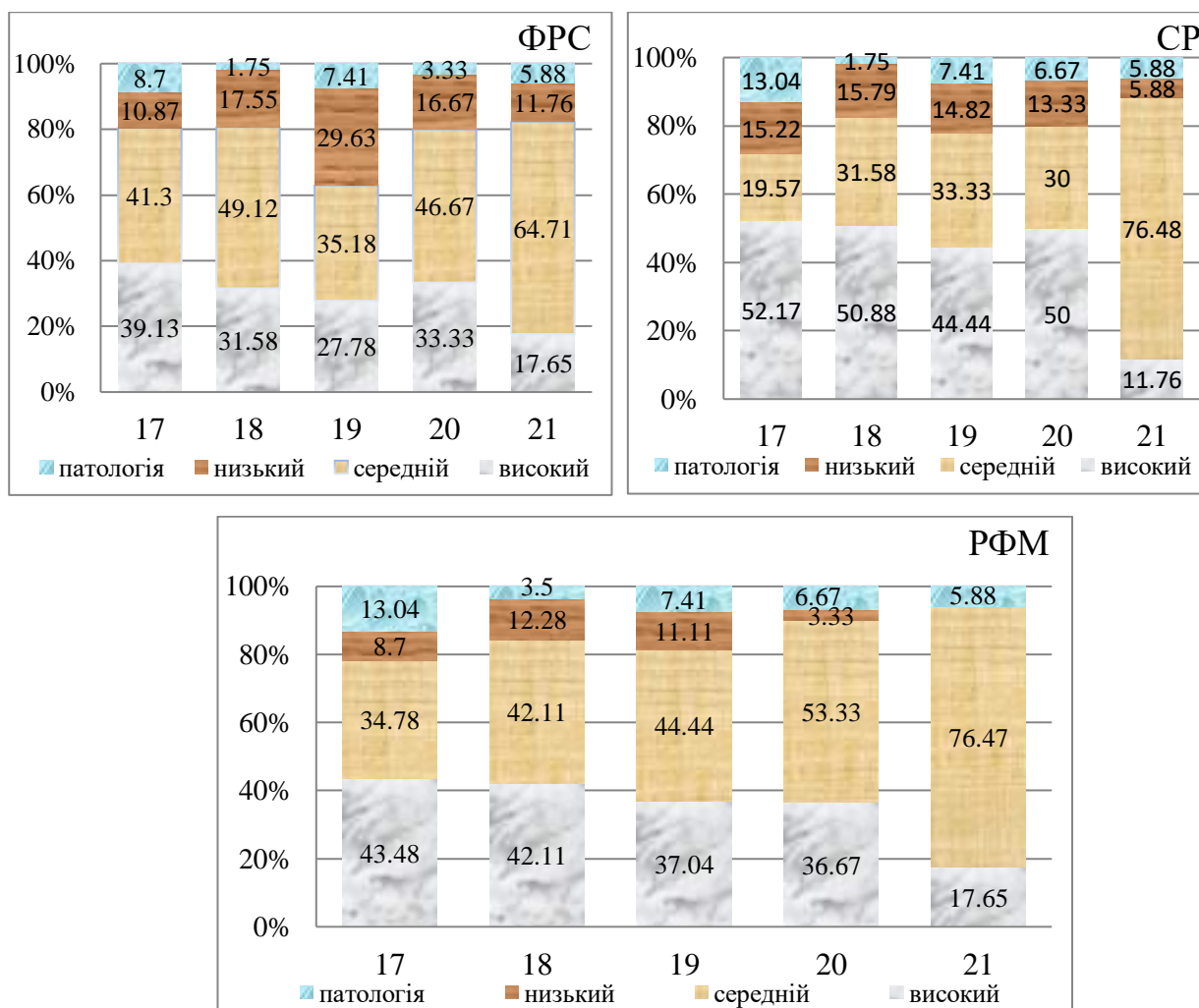


Рис. 3.19. Рівні загального функціонального стану мозку юнаків різного віку в стані спокою (за Т. Д. Лоскутовою)

За величинами функціонального рівня системи, який характеризується механізмами, що відображають напруженість тонічних неспецифічних впливів, у юнаків з кожним роком збільшувався відсоток середнього рівня, окрім 19-річного віку, коли за рахунок збільшення випадків низького рівня, зменшувалася кількість обстежених із середнім рівнем критеріїв. Необхідно відмітити, що деякі автори [48; 90] вважають, що зростання показників вказує на поліпшення функціонального стану мозку. Ми припускаємо, що цієї думки дотримувалась і Т. Д. Лоскутова [126], виділяючи патологічні рівні, засновані тільки на низьких значеннях ЗФС мозку. Однак збільшення критеріїв ЗФС мозку, як показали наші дослідження, не завжди свідчать про поліпшення стану механізмів регуляції церебрального гомеостазу [48; 183; 203].

Так, величини стійкості реакції теж мали позитивну динаміку, що відбиває підвищення стабільності функціонального стану системи, окрім групи юнаків 19 років. В даному віковому періоді середній рівень зменшувався за рахунок відсоткового збільшення високого рівня, що може розцінюватись як напруження регуляторних механізмів у обстежуваного контингенту.

Лише за інтегративним показником функціонального стану ЦНС – рівнем функціональних можливостей, який дозволяє судити про здібність нервової системи формувати і тривало утримувати функціональну систему – спостерігалось поступове збільшення середнього рівня на протязі всього періоду лонгітудинального дослідження юнаків. При цьому також виявлено поступове зменшення кількості випадків високого і низького рівнів та патологічних станів.

Під дією дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом досліджувані показники у юнаків змінювалися неоднаково: в одних випадках значення збільшувалися, в інших – навпаки, зменшувалися (рис. 3.20).

Грунтуючись на встановлені закономірності, нами виявлено два основних типи динаміки показників ЗФС мозку юнаків на дозоване навантаження з реверсом, які відрізняються за спрямованістю, глибиною зрушень і кількісним співвідношенням: при високому рівні ЗФС мозку слідує, як правило, зниження показників, при низьких вихідних значеннях, навпаки, відбувається підвищення критеріїв ЗФС мозку. Виявлені особливості узгоджуються і підтверджують раніше відмічені закономірності реакції ЗФС мозку у широкого кола обстежених як на розумові, так і на дозовані та граничні м'язові навантаження [36; 42; 177; 203].

Отже, динаміка параметрів ЦНС відбувається за «законом маятника», якому підкорюються ряд інших систем і показників. Як третій тип реакції ЗФС мозку на фізичні і розумові навантаження слід розглядати відсутність такої або різноспрямовані зміни його параметрів, що розцінюється як жорсткість системи і неадекватність реагування.

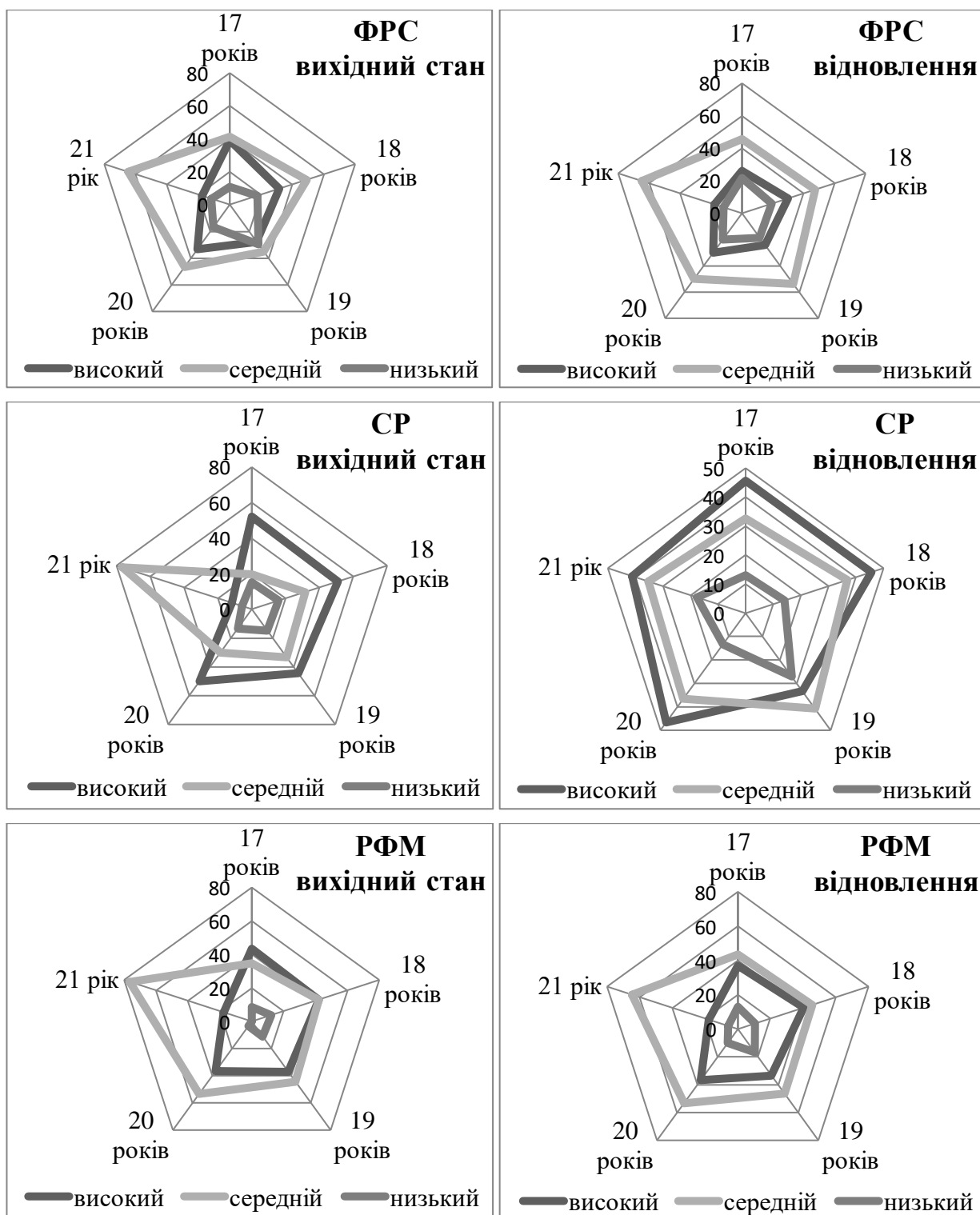


Рис. 3.20. Критерії загального функціонального стану головного мозку юнаків різного віку в стані спокою і на п'ятій хвилині відновлення після дозованого фізичного навантаження протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти

В підвищенні кожного з показників ЗФС мозку юнаків проглядалася загальна тенденція. Зрушення стійкості реакції серед всіх груп обстежених коливалася в діапазоні 17–38 %. Максимальне збільшення її величин було зареєстровано у юнаків 18 років, що свідчить про напруження функціонування системи. Необхідно відмітити, що в 17-річному віці зростання цього критерію теж досягало майже 31 %. Починаючи з 19 років, у юнаків простежувався менший діапазон збільшення СР: 35, 23 та 17 відсотків у 19, 20 і 21-річному віці, відповідно. Це вказує на удосконалення механізмів регуляції центральної нервової системи юнаків старших вікових груп. Показник функціонального рівня системи зростав значно менше (3–8%), ніж попередній критерій оцінки функціонального стану мозку. Рівень функціональних можливостей в середньому по групах збільшувався на 10–14 %. Отже, стійкість реакції є найбільш варіативною і чутливою до аферентних впливів (табл. 3.15).

Зменшення показників ЗФС мозку, спостерігалось в меншій кількості випадків. Так, за стійкістю реакції, зрушення складали 17–25 %, за ФРС – 4–6 %, за рівнем функціональних можливостей – 10–17 %.

Встановлені типи реакції носять універсальний характер і відмічаються у представників різного віку, статі, фізичної підготовленості під впливом дозованих і граничних м'язових, а також розумових навантажень. У зв'язку з цим, реакцію центральної нервової системи слід оцінювати за діапазоном відхилень (табл. 3.14) від вихідного рівня: зрушення показників в межах ± 25 % розглядати як реакцію активації, в межах ± 50 % – як реакцію напруги, а коливання понад 50 % – як передпатологію з можливим переходом у стан хвороби [17].

Це узгоджується з висновками А. М. Зимкіної [90], що порушення церебрального гомеостазу може відбуватися наступними характеристиками: зрушенням рівнів збудливості, лабільності і реактивності, коливанням цих показників за фізіологічними границями, надзвичайною стійкістю функціонального рівня, повільним відновленням та дисоціацією регулюючих систем.

Таблиця 3.15

**Діапазон відхилень вихідного рівня показників ЗФС мозку юнаків
різного віку після фізичного навантаження за замкнутим циклом протягом
усього періоду навчання у закладі вищої освіти (%)**

Зрушення, %	Вікові періоди	ФРС	СР	РФМ
± 25 %	17 років	97,82	63,04	82,61
	18 років	98,25	57,89	82,47
	19 років	96,30	62,96	83,34
	20 років	96,67	63,34	100
	21 рік	94,12	76,48	82,35
± 50 %	17 років	0	23,91	17,39
	18 років	0	24,56	12,28
	19 років	1,85	22,22	12,96
	20 років	0	33,33	0
	21 рік	0	11,76	17,65
Понад ± 50 %	17 років	0	13,05	0
	18 років	0	15,79	3,50
	19 років	0	14,82	1,85
	20 років	0	3,33	0
	21 рік	0	11,76	0
Немає змін	17 років	2,17	0	0
	18 років	1,75	1,75	1,75
	19 років	1,85	0	1,85
	20 років	3,33	0	0
	21 рік	5,88	0	0

Такий підхід дає об'єктивнішу індивідуальну характеристику адаптивним реакціям центральної нервової системи на фізичні і розумові навантаження і, можливо, на інші чинники.

Отже, наші дослідження встановили, що у юнаків різного віку показники ЗФС мозку в стані відносного м'язового спокою знаходились в межах норми. Адаптаційні реакції ЦНС юнаків на фізичне навантаження за замкнутим циклом відбувалися різноспрямовано: при високому фоновому функціональному стані відмічалось зменшення критеріїв ЗФС мозку після навантаження та при низьких вихідних значеннях – збільшення у відновлювальний період. Це свідчить, що фізичне навантаження викликає конвергентні зміни рівня загального функціонального стану центральної нервової системи.

РОЗДІЛ 4

ІНТЕРКОРЕЛЯЦІЯ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА МЕХАНІЗМІВ АДАПТАЦІЇ ЮНАКІВ РІЗНОГО ВІКУ В ПРОЦЕСІ НАВЧАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

З метою уточнення закономірностей адаптаційних реакцій та стану регуляторних механізмів організму юнаків до навантаження зі зміною потужності був здійснений кореляційний аналіз між показниками фізичного розвитку, фізичної працездатності, ССС, варіаційної пульсометрії, рівня напруження організму та активації ЦНС.

З показників фізичної працездатності до кореляційного аналізу були залучені потужність реверсу ($W_{рев}$), загальний час роботи ($T_{заг}$), робота загальна ($A_{заг}$), максимальне споживання кисню (МСК), а також величини фізичної працездатності відносні та абсолютні (PWC_{170} , $Вт$ та PWC_{170} , $Вт/кг$). Усього було піддано кореляції 86 показників (див. додаток Б.1).

Отримані коефіцієнти кореляції свідчать про наявність досить тісних взаємозв'язків між всіма показниками фізичної працездатності. Так, між загальною роботою ($A_{заг}$) та її часом ($T_{заг}$) коефіцієнт кореляції майже доходив фізіологічного рівня. Тому вони були об'єднані в одну групу. При проведенні кореляційного аналізу між величинами загальної роботи, її часом та потужністю реверсу навантаження юнаків 17 років виявлено ряд взаємопов'язаних ознак (рис. 4.1). Сильні позитивні зв'язки зареєстровано з: МСК ($r = 0,938; 0,977$), PWC_{170} , $Вт$ ($r = 0,915; 0,956$), A_1 ($r = 0,780; 0,818$), W_{max} ($r = 0,791; 0,834$), потужність реверсу ($W_1_{рев}$) організму при навантаженні ($r = 0,796; 0,844$), пульсова вартість роботи ($r = 0,911; 0,956$) відносно до $T_{заг}$ та $W_{рев}$ і $A_{заг}$ ($p < 0,001$).

Середній кореляційний зв'язок спостерігався між PWC_{170} , $Вт/кг$ та величинами загальної роботи, її часу і потужності реверсу навантаження ($r = 0,563; 0,606; p < 0,001$).

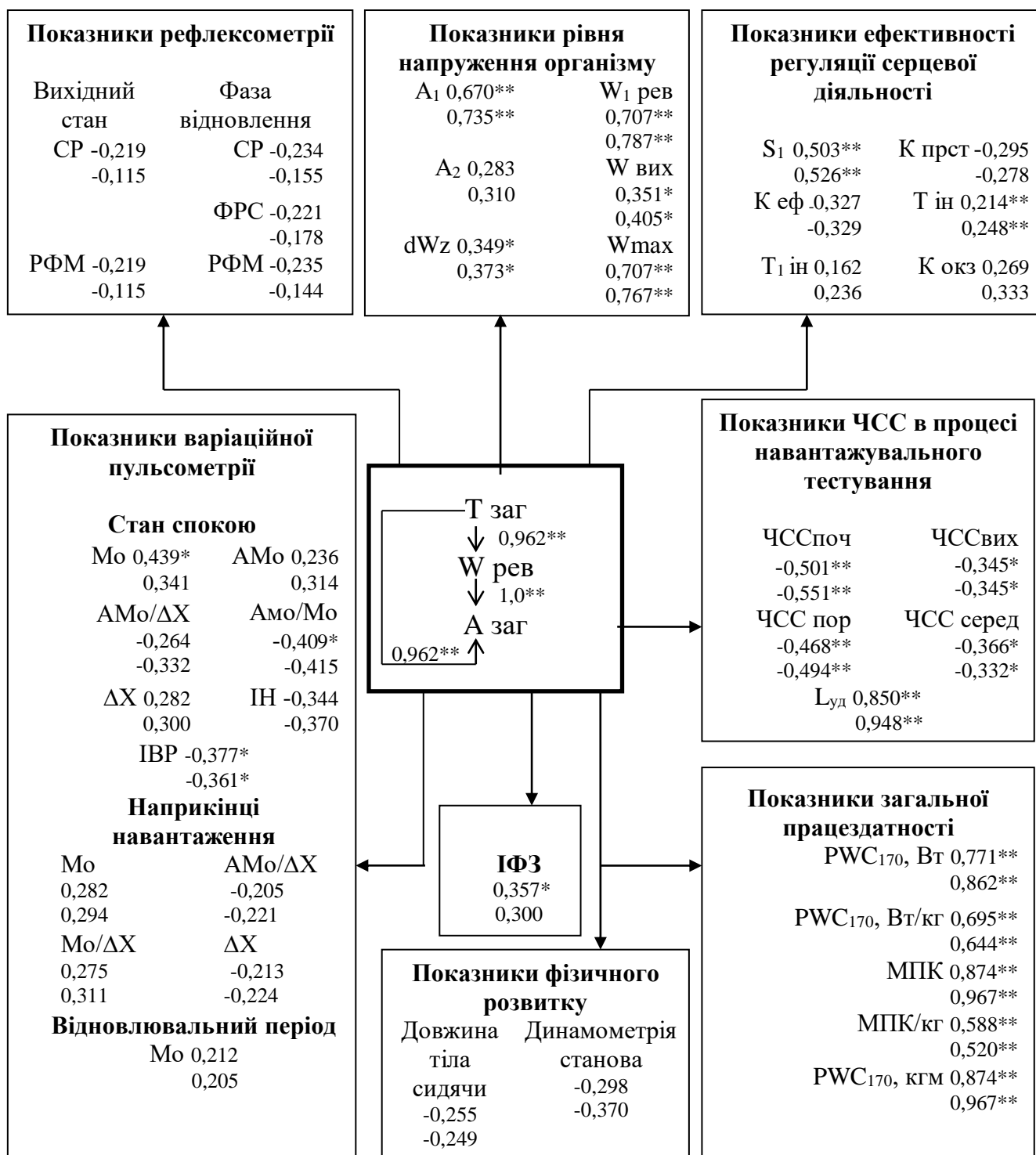


Рис. 4.1. Залежність між критеріями фізичного стану і функціональними механізмами адаптації юнаків 17 років: в чисельнику вказані коефіцієнти Tзаг, в знаменнику – Aзаг і Wрев (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$)

Між окремими показниками фізичної працездатності, ССС, ЦНС зареєстровані слабкі кореляційні зв'язки, причому як позитивні, так і негативні (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Кореляційний взаємозв'язок між показниками загальної працездатності, варіаційної пульсометрії і рефлексометрії у юнаків 17 років

№ з/п	Показники	Тзаг	Wрев	Азаг
1	S ₁	0,362*	0,347*	0,347*
2	S ₂	0,251*	0,345*	0,345*
3	Tін	0,466**	0,420**	0,420**
4	Kін	0,240	0,257	0,257
5	Kссс	-0,285	-0,313	-0,313
6	ЧСС початкова	-0,371*	-0,367	-0,367*
7	ЧСС реверсу	0,209	0,217	0,217
8	ЧСС порогова	-0,378*	-0,377*	-0,377*
9	ЧСС виходу з навантаження	-0,431**	-0,482**	-0,482**
10	ЧСС середня	-0,388*	-0,420**	-0,420**
11	МПК/кг	0,455**	0,487**	0,487**
12	IФЗ	0,357*	0,300	0,300
13	A ₂	0,354*	0,327*	0,327*
14	CP [#]	-	-0,239	-0,239
15	CP ^{##}	0,282	0,253	0,253
16	ФРС [#]	-	-0,220	-0,220
17	ФРС ^{##}	0,289	0,251	0,251
18	РФМ [#]	-	-0,246	-0,246
19	РФМ ^{##}	0,294	0,272	0,272
20	Mo [#]	0,298	0,351*	0,351*
21	AMo [#]	-0,240	-0,264	-0,264
22	IH [#]	-0,219	-0,272	-0,272
23	IBP [#]	-0,225	-0,262	-0,262
24	AMo/Mo [#]	-0,293	-0,357*	-0,357*

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$; # – вихідний стан, ## – відновлення після м'язового навантаження

При проведенні кореляційного аналізу між показниками ССС, ЦНС, фізичного розвитку і PWC_{170} , $PWC_{170}/кг$ та МСК виявлені позитивні і негативні середньої сили і слабкі зв'язки (рис. 4.2, табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Кореляційний взаємозв'язок між показниками PWC_{170} , МСК, фізичного розвитку, варіаційної пульсометрії і рефлексометрії юнаків 17 років

№ з/п	Показники	PWC_{170} , кгм/кг	МСК	PWC_{170} , Вт,
1	Довжина тіла сидячи	0,413*	-	-
2	Маса тіла	0,397*	-0,378*	-0,378*
3	ОГК в спокої	0,403*	-0,227	-0,227
4	ОГК на вдиху	0,417*	-0,234	-0,234
5	ОГК на видиху	0,416*	-	-
6	ЖЕЛ	0,270	-	-
7	Динамометрія права рука	0,352	-	-
8	Станова динамометрія	0,124	-0,294	-0,294
9	S_1	0,354*	0,266	0,266
10	S_2	0,467*	0,347*	0,347*
11	S_3	-	0,389*	0,389*
12	Тін	0,551**	0,242	0,242
13	Кін	-0,392*	-0,383*	-0,383*
14	Кпрзп	0,280	0,288	0,288
15	Кссс	-0,299	-	-
16	ЧСС початкова	-0,331*	-0,465**	-0,465**
17	ЧСС реверсу	-0,254	-	-
18	ЧСС середня	-0,341*	-0,325*	-0,325*
19	ЧСС порогова	-0,316*	-0,355*	-0,355*
20	ЧСС виходу з навантаження	-0,449**	-0,508**	-0,508**
21	L уд	0,956**	0,555**	0,555**
22	ІФЗ	0,304	-	-
23	A_1	0,824**	0,351*	0,351*
24	A_2	0,288*	-	-
25	W початкова	0,391*	-	-
26	W реверсу організму	0,839**	0,368*	0,368*
27	W виходу	0,453**	-	-
28	Wмаx	0,806**	0,350*	0,350*
29	CP [#]	-0,239	-0,259	-0,259
30	CP ^{##}	-	0,280	0,280
31	ФРС [#]	-0,219	-0,313	-0,313
32	ФРС ^{##}	-	0,250	0,250
33	РФМ [#]	-0,236	-0,254	-0,254
34	РФМ ^{##}	-	0,272	0,272
35	Mo [#]	0,344*	0,310	0,310
36	AMo [#]	-0,224	-0,244	-0,244
37	ІН [#]	-0,227	-0,212	-0,212
38	ІВР [#]	-0,217	-	-
39	AMo/Mo [#]	-0,312	-0,340*	-0,340*
40	Mo наприкінці навантаження	0,276	0,294	0,294

Примітки: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$; # – вихідний стан, ## – відновлення після м'язового навантаження.

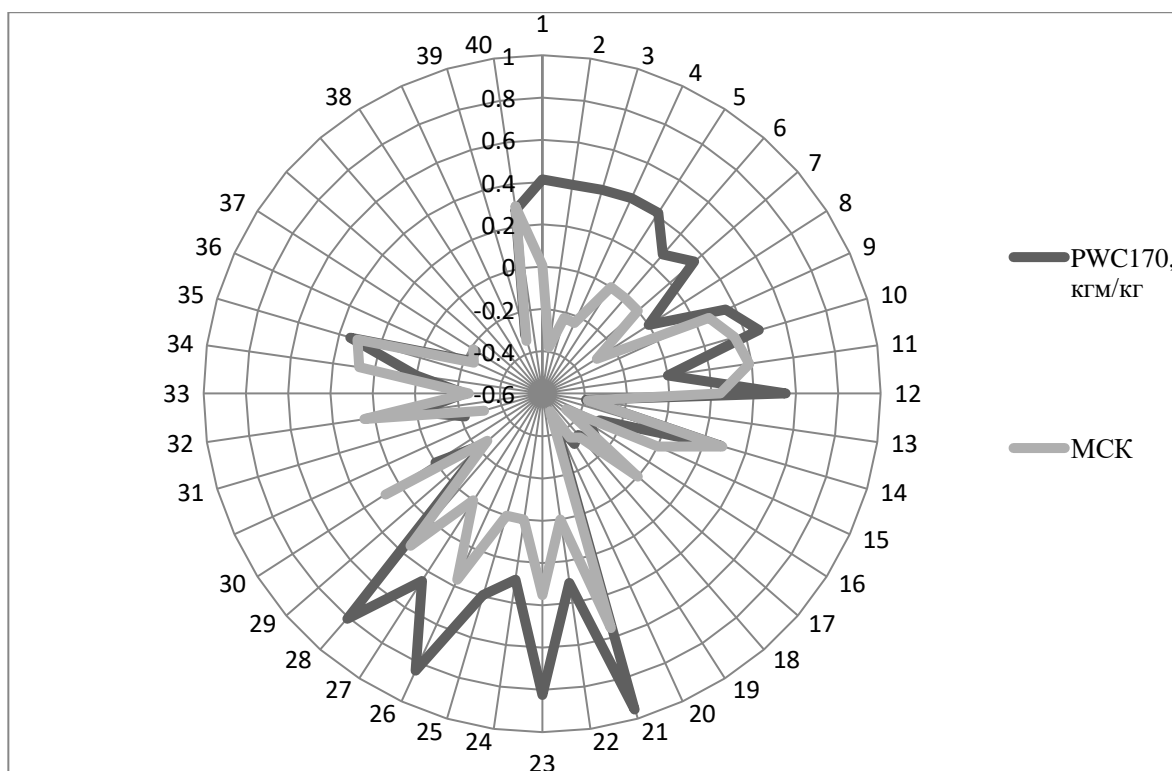


Рис. 4.2. Кореляційний взаємозв'язок між показниками $PWC_{170}/кг$, МСК, фізичного розвитку, варіаційної пульсометрії і рефлексометрії юнаків 17 років: нумерація параметрів тестування відповідає табличним даним (табл. 4.2.)

В віковому аспекті кореляційні зв'язки змінювались неоднаково (див. додатки Б.1–Б.5). Так, за показниками фізичної працездатності суттєвих змін не виявлено. За критеріями простої зорово-рухової реакції спостерігалася наступна динаміка: в 17 років за ФРС, СР та РФМ реєструвались слабкі негативні зв'язки в вихідному стані та позитивні в фазі відновлення. В 18 років тільки за стійкістю реакції вихідного рівня було виявлено слабкі позитивні зв'язки ($r = 0,353 - 0,490$, $p < 0,001$). У юнаків 19 і 20 років знову виявлялися слабкі кореляційні зв'язки, причому за всіма показниками в обох станах. Необхідно відмітити, що в 19 років, на відміну від 20-річного періоду, вони були позитивними. Проте, в 21-річному віці за ФРС та $W_{рев}$ і Азаг, а також за Тзаг і СР, РФМ в відновлювальний період реєструвались середньої сили кореляційні взаємозв'язки ($r = 0,503 - 0,568$, $p < 0,05$).

Отже, результати кореляційного аналізу між показниками фізичної працездатності та варіаційної пульсометрії показав, що з віком збільшувалася кількість критеріїв серцевого ритму, що корелюють з фізичною працездатністю.

Кореляційні зв'язки величин навантажувального тестування з критеріями фізичного розвитку у юнаків реєструвались в 17, 20 і 21 рік. Причому, в 20 років спостерігалася більша кількість негативних зв'язків, ніж в інші вікові періоди.

Факторна структура функціональних можливостей та механізмів адаптації юнаків різного віку в умовах навчальних навантажень.

Факторний аналіз проводився за методом головних компонент з варімаксімним обертанням факторної матриці за допомогою статистичної програми SPSS 16. До факторного аналізу функціональних можливостей юнаків різного віку увійшли антропометричні та фізіометричні параметри, дані оцінки загального функціонального стану мозку за статистичними параметрами розподілу значень часу простої зорово-рухової реакції, стану механізмів регуляції та оцінки функціональних можливостей організму при використанні навантаження за замкненим циклом [41; 79; 176].

Факторний аналіз дозволив виділити в кожній віковій групі юнаків загальну кількість провідних факторів: у 17 років – 15, у 18 років – 13, у 19 років – 15, у 20 років – 14, у 21 рік – 12 факторів. На частку виділених факторів припадало 94,66; 88,74; 94,21; 96,19; 97,82 відсотків сумарної дисперсії вибірки, відповідно (рис. 4.4). У факторному аналізі були використані параметри 86 змінних. Описувались фактори, вага яких перевищувала 5 % від загальної дисперсії вибірки.

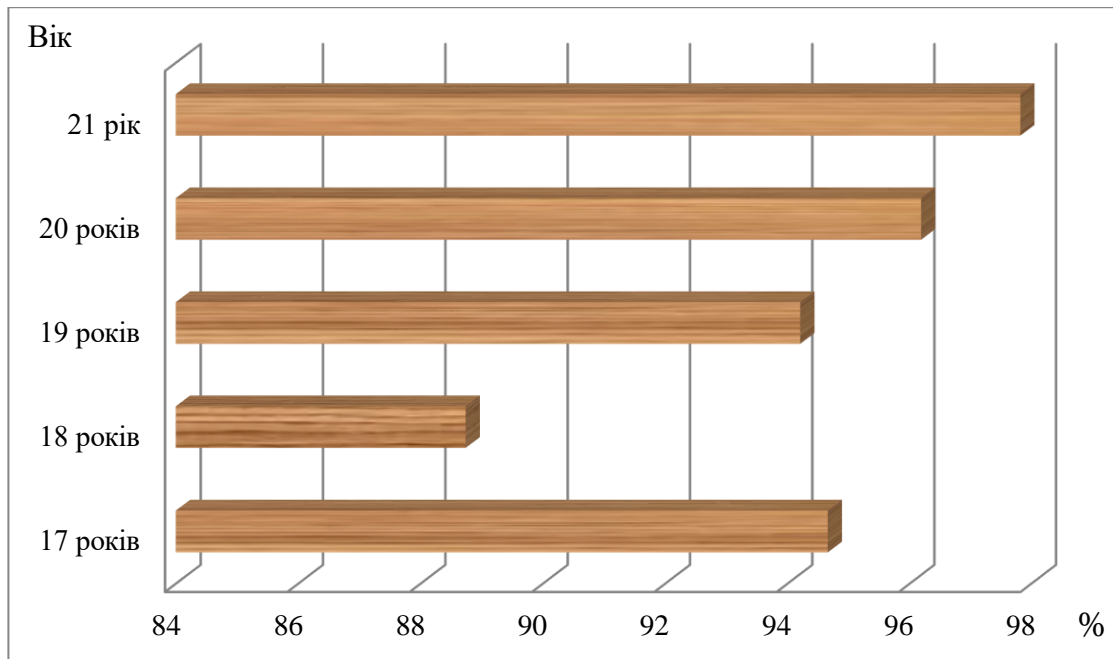


Рис. 4.4. Співвідношення виділених факторів загальної дисперсії (%) юнаків різного віку

Так, у юнаків 17 років у факторі I, який складав 18,90% загальної дисперсії вибірки, найбільшу факторну вагу мали абсолютні показники фізичної працездатності: потужність реверсу ($W_{рев}$), загальний час роботи ($T_{заг}$), PWC_{170} ($Вт$), загальний обсяг роботи ($A_{заг}$), максимальне споживання кисню ($МСК$), пульсова вартість виконаної механічної роботи (L); показники рівня активації (напруження) організму при навантаженні (за [79]): ступінь активації організму перед навантаженням ($W_{поч}$), рівень напруження організму в момент реверсу ($W_{1\text{ реві}}$), максимальний рівень напруження організму ($W_{мах}$), рівень напруження організму наприкінці навантаження ($W_{вих}$); час інерції ($T_{ін}$), а також довжина тіла в положенні стоячи. Виходячи з цього, основними компонентами даного фактора, у першу чергу, є показники фізичної працездатності і рівня активації організму в процесі навантаження. В меншому ступені факторне навантаження несуть показники часу інерції і довжини тіла в положенні стоячи.

У внутрішньофакторній структурі II фактору (11,88 % загальної дисперсії вибірки) найбільш значимими були показники регуляції серцевого ритму у

відновлювальний період після навантаження зі змінною потужністю: індекс напруження регуляторних систем (ІН), вегетативний показник ритму (ВІР), індекс вегетативної рівноваги (ІВР), варіаційний розкид (ΔX), показник активності адренергічних і холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції ($M_o/\Delta X$), показник адекватності процесів регуляції (AM_o/M_o), модальне значення кардіоритму (M_o), амплітуда моди (AM_o). Менш значимими були ті ж самі показники механізмів регуляції серцевого ритму, які зареєстровані наприкінці велоергометричного навантаження. На фактор III доводилось 7,51% загальної дисперсії вибірки. З високою факторною вагою увійшли показники варіаційної пульсометрії на реверсі навантаження ($ЧСС=150-155$ уд/хв): ІН, $AM_o/\Delta X$, $M_o/\Delta X$, ІВР, AM_o , AM_o/M_o , ΔX .

Фактор IV (7,08 % загальної дисперсії вибірки) складався з антропометричних показників (маса тіла, окружність грудної клітки в стані спокою, на вдиху і на видиху, кистьова динамометрія лівої руки), максимального споживання кисню і відносного показника фізичної працездатності ($MCK/кг$, $PWC_{170}/кг$), а також індекс функціональних змін (ІФЗ), який дозволяв охарактеризувати адаптаційний потенціал юнаків. Фактор V (6,32 %) характеризувався показниками загального функціонального стану головного мозку після фізичного навантаження за замкнутим циклом: стійкість реакції (СР), рівень функціональних можливостей (РФМ), функціональний рівень системи (ФРС), вірогідність і діапазон реакції, що зустрічаються найчастіше (P_{max} , $dT 0,5$).

Фактор VI (5,94 %) визначався показниками регуляції кардіоритму вихідного стану до навантаження: ІН, $AM_o/\Delta X$, ІВР, AM_o , AM_o/M_o , ΔX . Фактор VII (5,57%) характеризувався окремими даними ефективності регуляції серцевої діяльності: коефіцієнту інерції (Кін), швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S_2), коефіцієнту швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень ($K_{прсп}$).

Навантаження VIII фактору (5,55 %) формувалось з показників зовнішньої роботи серцевого скорочення при зменшенні потужності навантаження (A_2),

частоти серцевих скорочень наприкінці навантаження ($ЧСС_{вих}$), рівня напруження організму наприкінці навантаження ($W_{вих}$), коефіцієнту залишкових адаптивних резервів ($K_{ссс}$), а також швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень у процесі повного циклу тестування (S_1). Фактор IX (5,05 %) визначався показниками простої зорово-рухової реакції в стані відносного спокою і на п'ятій хвилині відновлення, а саме, найбільш вірогідним часом реакції ($T_{мод}$) і середнім її значенням ($T_{0,5}$).

Узагальнюючи інтерпретацію факторно-аналітичних даних юнаків 17 років, можна встановити, що найбільш вагомий внесок забезпечують фізична працездатність, фізичний розвиток і рівень механізмів регуляції серцевого ритму. Менший внесок у цьому віці припадав на показники серцево-судинної і центральної нервової систем.

За результатами досліджень групи юнаків 18 років (табл. 4.3) у генеральному факторі, який є найбільш суттєвим, насамперед виділяються показники, що характеризують фізичну працездатність та рівень активації та напруження організму з однаковим знаком на полюсі, що свідчить про зростання значення цих показників у збільшенні функціональних можливостей організму обстежених.

У II факторі з часткою 11,21 % від загальної дисперсії увійшли деякі перемінні рівня напруження організму (вихідна потужність організму – $W_{поч}$, на реверсі навантаження – $W_{1реверсу}$, а також dW_p).

Навантаження III-IV факторів з вагою 8,39, 7,87 і 7,72 відсотків, відповідно, складалось з показників варіаційної пульсометрії наприкінці м'язової діяльності (I фактор), відносному спокої (IV фактор) та відновлювального періоду (V фактор). Показники ефективності серцевої діяльності (швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження – S_2 , коефіцієнт інерції – $K_{ін}$, час інерції – $T_{ін}$) об'єднались в VI факторі, який складав 7,6 % від загальної дисперсії. В VII фактор увійшли модальне значення кардіоінтервалів після навантаження та індекс напруження на реверсі, що свідчить про більш швидке відновлення тривалості

кардіоінтервалів при меншому напруженні регуляторних систем на реверсі навантаження.

Таблиця 4.3

**Факторна структура функціональних можливостей та механізмів
адаптації юнаків 18 років**

Фактор	Показники	Внесок у загальну дисперсію, %
I	Показники фізичної працездатності (Тзаг, Wрев, Азаг, PWC ₁₇₀ , МСК, PWC ₁₇₀ /кг, МСК/кг), пульсова вартість виконаної велоергометричної роботи (L) та рівня активації організму (W вих, А ₁).	18,62
II	Показники рівня напруження організму (Wпоч, dWр, W ₁ рев)	11,21
III	Показники регуляції серцевого ритму наприкінці навантаження зі змінною потужністю: показник адекватності процесів регуляції (АМо/Мо), індекс вегетативної рівноваги (ІВР), варіаційний розкид (ΔХ), показник активності адренергічних і холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції (Мо/ΔХ), індекс напруження регуляторних систем (ІН)	8,39
IV	Показники регуляції серцевого ритму вихідного стану до навантаження: АМо/Мо, ІВР, ΔХ, Мо/ΔХ, АМо/ΔХ, ІН.	7,87
V	Показники варіаційної пульсометрії у стані відновлення після м'язової роботи (АМо/Мо, ΔХ, ІВР, ІН Мо/ΔХ, АМо/ΔХ)	7,72
VI	Показники ефективності регуляції серцевої діяльності: швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S ₂), коефіцієнт інерції (Кін), час інерції (Тін), а також dWz	7,6
VII	Модальне значення кардіоінтервалів наприкінці м'язової роботи (Мо), індекс напруження регуляторних систем на реверсі навантаження	6,67

Під час аналізу факторної структури юнаків 19 років виявлено 15 факторів, з яких вісім мали частку більше за 5 % від загальної дисперсії (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Факторна структура функціональних можливостей
та механізмів адаптації юнаків 19 років**

Фактор	Показники	Внесок у загальну дисперсію, %
I	Показники фізичної працездатності ($W_{рев}$, $T_{заг}$, $A_{заг}$, МСК, PWC_{170} , $PWC_{170}/кг$, МСК/кг), пульсова вартість виконаної велоергометричної роботи (L), зовнішня робота при збільшенні навантаження (A_1), швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень у процесі повного циклу тестування (S_1), середня частота серцевих скорочень	20,38
II	Показники ефективності регуляції серцевої діяльності: час інерції ($T_{ін}$), коефіцієнти перерозподілу потужності серцевих скорочень ($K_{прзп}$), ефективності регуляції ($K_{еф}$), інерції ($K_{ін}$), швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S_2)	10,22
III	Показники ефективності регуляції серцевої діяльності (швидкість перерозподілу потужності в перехідний період для висхідного навантаження – S_3 , $K_{ссс}$) і рівня напруження організму (рівень внутрішньої потужності організму перед навантаженням – $W_{поч}$, в момент реверсу – $W_{1рев}$, наприкінці навантаження – $W_{вих}$, максимальний рівень потужності – $W_{мах}$)	8,77
IV	Показники регуляції серцевого ритму наприкінці навантаження зі змінною потужністю: $AMo/\Delta X$, амплітуда модальних значень (AMo), індекс напруження регуляторних систем (ІН), показник адекватності процесів регуляції (AMo/Mo), індекс вегетативної рівноваги (ІВР), показник активності адренергічних і холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції ($Mo/\Delta X$), варіаційний розкид (ΔX)	7,91
V	Показники регуляції серцевого ритму відновлювального періоду після навантаження: ІН, ІВР, $AMo/\Delta X$, AMo , AMo/Mo , $Mo/\Delta X$, ΔX .	7,82
VI	Показники варіаційної пульсометрії у стані відносного спокою ($AMo/\Delta X$, ІВР, ΔX , $Mo/\Delta X$, ІН, AMo , AMo/Mo)	6,71
VII	Показники варіаційної пульсометрії на реверсі навантаження (ІВР, $Mo/\Delta X$, ІН, $AMo/\Delta X$, ΔX)	6,36
VIII	Модальне значення кардіоінтервалів в відносному спокої, наприкінці м'язової роботи та в період відновлення (Mo), частота серцевих скорочень порогова і виходу з навантажень, виконана зовнішня робота при зниженні навантаження (A_2)	6,14

До першого фактору (20,38 %), як і в інших вікових групах, увійшли показники фізичної працездатності ($W_{рев}$, $T_{заг}$, $A_{заг}$, MCK , PWC_{170} , $PWC_{170}/кг$, $MCK/кг$), пульсова вартість виконаної роботи, деякі критерії рівня напруження організму (зовнішня робота на одне серцеве скорочення за умов підвищення навантаження – A_1), а також середня частота серцевих скорочень при навантаженні з негативним знаком на полюсі, що вказує на кращі адаптаційні можливості юнаків і меншу фізіологічну «ціну» адаптації. Другий фактор увібрав до себе 10,22 % від загальної дисперсії і наступні перемінні регуляції серцевої діяльності: швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S_2), коефіцієнт швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень ($K_{прзп}$), коефіцієнт інерції ($K_{ін}$), час інерції ($T_{ін}$), коефіцієнт ефективності регуляції ($K_{еф}$).

Третій фактор мав частку 8,77 % від загальної вибірки і складався з окремих перемінних рівня активації і напруження ($W_{поч}$, W_{max} , $W_1_{рев}$, $W_{вих}$) та ефективності регуляції серцевої діяльності ($K_{ссс}$ та S_3) з різними знаками на полюсах, що пояснюється кращими показниками енергетичного рівня при менших значеннях $K_{ссс}$ та S_3 . Отже, до трьох провідних факторів увійшли показники, які були одержані завдяки методиці тестування з реверсом [79], що підтверджує її високу інформативність. Критерії варіаційної пульсометрії одразу після навантаження, на п'ятій хвилині відновлення після м'язової роботи, в стані спокою і на реверсі навантаження розподілились між IV, V, VI і VII факторами, відповідно, з відсотковими долями 7,91; 7,82; 6,71 і 6,36 %. Варіативність тривалості кардіоінтервалів в усіх станах мала негативний знак, що логічно вказує на залежність функціональних можливостей юнаків даного вікового періоду від оптимального їх розкиду.

До VIII фактору (6,14 %) увійшли модальне значення R-R-інтервалів в спокої, наприкінці навантаження і в відновлювальний період та частота серцевих скорочень порогова, виходу і зовнішня робота при зниженні навантаження з різними знаками на уніполярних полюсах. Отже, провідними критеріями оцінки функціональних можливостей юнаків 19 років є показники

фізичної працездатності, ефективності регуляції серцевої діяльності, енергетичного рівня організму, які можна визначити при використанні фізичного навантаження за замкнутим циклом. Менш інформативними для даного віку можна вважати величини варіаційної пульсометрії.

При проведенні факторного аналізу виокремлених показників в 20-річному віці визначено 13 факторів, які склали 96,19 % від загальної дисперсії, однак вагомими вважались 8 факторів (табл. 4.5).

До першого фактору з часткою 17,13 % увійшли показники фізичної працездатності, пульсова вартість роботи та частота серцевих скорочень у вихідному стані. Другий фактор (11,28 %) включав показники варіаційної пульсометрії наприкінці м'язової діяльності, зовнішню роботу, виконану при зниженні навантаження (A_2), а також частоту серцевих скорочень в момент закінчення роботи.

Третій фактор характеризувався показниками рівня напруження організму (рівень внутрішньої потужності організму перед навантаженням – $W_{\text{поч}}$, в момент реверсу – $W_{1\text{рев}}$, наприкінці навантаження – $W_{\text{вих}}$, максимальний рівень потужності – $W_{\text{мах}}$) та ефективності регуляції серцевої діяльності (швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень у процесі повного циклу тестування – S_1 , частота серцевих скорочень порогова, $K_{\text{ссс}}$). Важливо відмітити, що кращі адаптаційні можливості супроводжуються меншими величинами $K_{\text{ссс}}$ і S_1 , про що свідчить їх негативний знак на полюсах. Четвертий фактор увібрав до себе показники ефективності регуляції серцевої діяльності: швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S_2), час інерції ($T_{\text{ін}}$), коефіцієнти перерозподілу потужності серцевих скорочень ($K_{\text{прсп}}$), ефективності регуляції ($K_{\text{еф}}$), інерції ($K_{\text{ін}}$). У V, VI і VII фактори з частками 8,31; 8,06 і 6,56 % увійшли показники серцевого ритму в відновлювальний період, на реверсі навантаження і вихідного стану, відповідно. В даному віковому періоді виявляються критерії оцінювання функціональних можливостей юнаків в стані спокою за часом простої зорово-

рухової реакції, які увійшли у восьмий фактор з долею 5,79 % від загальної дисперсії.

Таблиця 4.5

**Факторна структура функціональних можливостей
та механізмів адаптації юнаків 20 років**

Фактор	Показники	Внесок у загальну дисперсію, %
I	Показники фізичної працездатності ($W_{рев}$, $T_{заг}$, $A_{заг}$, MCK , PWC_{170} , $PWC_{170}/кг$, $MCK/кг$), пульсова вартість виконаної велоергометричної роботи (L), частота серцевих скорочень в стані відносного м'язового спокою	17,13
II	Показники механізмів регуляції серцевого ритму наприкінці навантаження зі змінною потужністю: показник адекватності процесів регуляції (AMo/Mo), індекс напруження регуляторних систем (IH), індекс вегетативної рівноваги (IBP), $AMo/\Delta X$, амплітуда модальних значень (AMo), варіаційний розкид (ΔX), модальне значення кардіоінтервалів (Mo), показник активності адренергічних і холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції ($Mo/\Delta X$), ЧСС виходу з навантаження, зовнішня робота при зменшенні навантаження.	11,28
III	Показники рівня активації і напруження організму (рівень внутрішньої потужності організму перед навантаженням – $W_{поч}$, в момент реверсу – $W_{1рев}$, наприкінці навантаження – $W_{вих}$, максимальний рівень потужності – $W_{мах}$, зовнішня робота, виконана при збільшенні навантаження) та ефективності регуляції серцевої діяльності (швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень у процесі повного циклу тестування – S_1 , $K_{ссс}$, порогова частота серцевих скорочень)	10,42
IV	Показники ефективності регуляції серцевої діяльності: швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S_2), час інерції ($T_{ін}$), коефіцієнти ефективності регуляції ($K_{еф}$), інерції ($K_{ін}$), перерозподілу потужності серцевих скорочень ($K_{прсп}$)	9,84
V	Показники регуляції серцевого ритму відновлювального періоду після навантаження: $AMo/\Delta X$, IH , IBP , AMo , $Mo/\Delta X$, AMo/Mo , ΔX .	8,31
VI	Показники варіаційної пульсометрії на реверсі навантаження ($Mo/\Delta X$, IBP , IH , $AMo/\Delta X$, ΔX)	8,06
VII	Показники варіаційної пульсометрії у стані відносного спокою (AMo , AMo/Mo , $AMo/\Delta X$, IH , ΔX)	6,56
VIII	Показники загального функціонального стану мозку в спокої: рівень функціональних можливостей ($РФМ$), стійкість реакції ($СР$), функціональний рівень системи ($ФРС$)	5,79

Отже, юнаків 20-річного вікового періоду можна в першу чергу оцінювати за параметрами фізичної працездатності, варіабельності серцевого ритму наприкінці дозованого навантаження. Вторинними критеріями оцінювання є механізми регуляції серцевого ритму і показники функціонального стану головного мозку вихідного рівня.

В віковому періоді 21 рік відбувається менше розсіювання параметрів факторної структури. У юнаків даного віку виявлено 12 факторів з часткою 97,82 % від загальної дисперсії. Відбувається збільшення кількості перемінних по факторам, що спрощує процес оцінювання функціональних можливостей (табл. 4.6).

Так, I фактор складав 20,33 % загальної дисперсії і характеризувався показниками фізичної працездатності, пульсовою вартістю виконаної роботи, окремими перемінними ефективності регуляції серцевої діяльності, середньою і пороговою частотою серцевих скорочень, а також критеріями ЗФС мозку після навантаження. За цих умов, при менших значеннях швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень у процесі повного циклу тестування, частоти серцевих скорочень та коефіцієнту ефективності спостерігалися кращі функціональні можливості юнаків. Другий фактор увібрав до себе показники механізмів регуляції кардіоритму в спокої, одразу після навантаження та на п'ятій хвилині відновлення, які, окрім варіаційного розкиду, мали однаковий знак на уніполярних полюсах. III фактор (12,09 %) характеризував рівень напруження організму за рівнями внутрішньої потужності організму перед навантаженням – $W_{\text{поч}}$, в момент реверсу – $W_{1 \text{ реві}}$, наприкінці навантаження – $W_{\text{вих}}$ а також максимальним рівнем потужності – $W_{\text{мах}}$, причому їх більші величини обумовлювали меншу швидкість перерозподілу потужності в перехідний період для висхідного навантаження (S_3). IV фактор включав показники ефективності серцевої діяльності: швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S_2), час інерції ($T_{\text{ін}}$), коефіцієнти інерції ($K_{\text{ін}}$), перерозподілу потужності серцевих скорочень ($K_{\text{прзп}}$). Показники варіаційної пульсометрії на реверсі навантаження

увійшли до V фактору з часткою 8,93 % від загальної дисперсії, в той час як VI фактор визначався відносними показниками максимального споживання кисню та фізичної працездатності, а також масою та довжиною тіла.

Таблиця 4.6

**Факторна структура функціональних можливостей
та механізмів адаптації юнаків 21 років**

Фактор	Показники	Внесок (%) у загальну дисперсію,
I	Показники фізичної працездатності (Тзаг, Wрев, Азаг, PWC ₁₇₀ , МСК), пульсова вартість виконаної велоергометричної роботи (L), зовнішня робота, виконана при збільшенні навантаження), ефективності регуляції серцевої діяльності (швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень у процесі повного циклу тестування – S ₁ , коефіцієнт ефективності регуляції – Кеф), частота серцевих скорочень середня, порогова і виходу з навантаження, а також показники функціонального стану головного мозку в відновлювальний період (ФРС, СР, РФМ)	20,33
II	Показники механізмів регуляції серцевого ритму в стані відносного спокою, наприкінці навантаження зі змінною потужністю та в відновленні: показник адекватності процесів регуляції (АМо/Мо), індекс напруження регуляторних систем (ІН), індекс вегетативної рівноваги (ІВР), АМо/ΔХ, амплітуда модальних значень (АМо), варіаційний розкид (ΔХ), модальне значення кардіоінтервалів (Мо), показник активності адренергічних і холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції (Мо/ΔХ).	19,65
III	Показники рівня активації організму (рівень внутрішньої потужності організму перед навантаженням – Wпоч, в момент реверсу – W ₁ рев, наприкінці навантаження – Wвих, максимальний рівень потужності – Wмах, швидкість перерозподілу потужності в перехідний період для висхідного навантаження – S ₃	12,09
IV	Показники ефективності регуляції серцевої діяльності: швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S ₂), час інерції (Тін), коефіцієнти інерції (Кін), перерозподілу потужності серцевих скорочень (Кпрзп)	9,88
V	Показники регуляції серцевого ритму на реверсі навантаження: Мо/ΔХ, ІВР, АМо/ΔХ, ІН, ΔХ, АМо, АМо/Мо	8,93
VI	Відносні показники максимального споживання кисню і PWC ₁₇₀ , маса і довжина тіла	6,59
VII	Зовнішня робота, що виконана при зменшенні навантаження (А ₂), Кссс	6,26

Отже, факторна структура функціональних можливостей юнаків 21 року дозволяє більш системно охарактеризувати адаптаційні реакції завдяки більшій компактності перемінних. Даних студентів можна оцінювати як за всіма параметрами одночасно, так і за сукупністю вибірових.

На підставі встановлених причинно-наслідкових зв'язків наведених факторів з функціональних можливостей юнаків різного віку слід відмітити, що основними складовими першого фактору у всіх вікових періодах були показники фізичної працездатності (Тзаг, Азаг, Wрев, PWC₁₇₀, PWC₁₇₀/кг, МСК) та пульсова вартість виконаної роботи (рис. 4.5).

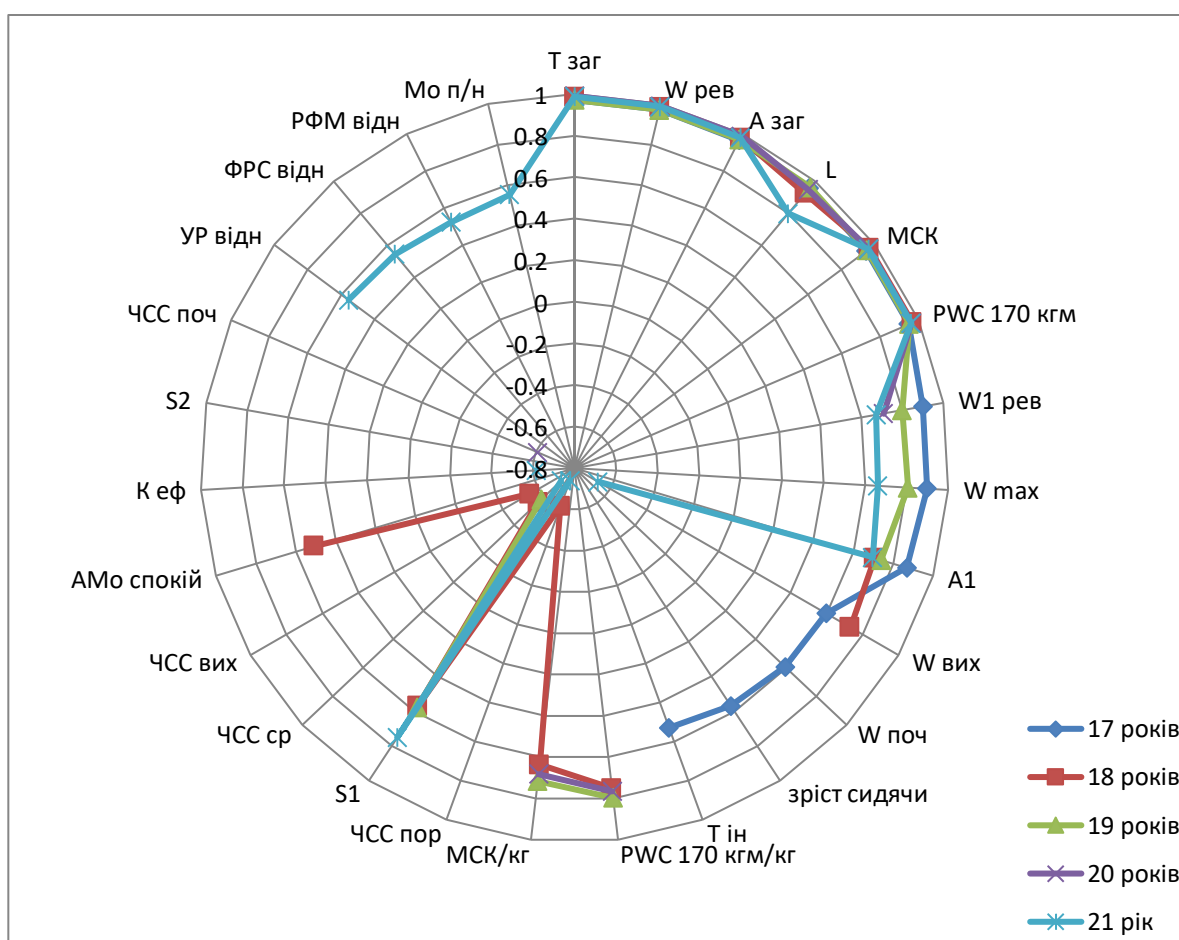


Рис. 4.5. Функціональний профіль юнаків різного віку, за даними I фактору

Вагомими складовими провідних факторів в 17 років виступають величини варіабельності серцевого ритму, критерії ЗФС мозку у відновний період та з невисокою вагою – показники якості регуляції серцевої діяльності. Необхідно підкреслити, що показники варіаційної пульсометрії займають

основне місце поряд з рівнем активації та напруження організму і ефективністю регуляції серцевих скорочень також і в 18 і 19 років. Критерії загального стану мозку присутні в 17 років і в 21. З віком зменшується загальна кількість факторів та кількість залучених змінних, зменшенням значень рівнів ЗФС мозку.

Отже, факторний аналіз дозволив виявити особливості оцінки функціональних можливостей юнаків різного віку, які характеризувалися різною кількістю (від 12 до 15) та вагою (5,05–20,38 %) визначених факторів і їх складових (3–16). Основними складовими першого фактору у всіх обстежених вікових групах були показники фізичної працездатності (Тзаг, Азаг, Wрев, PWC₁₇₀, PWC₁₇₀/кг, МСК) та пульсова вартість виконаної роботи (L). Вагомими складовими провідних факторів виступили величини варіабельності серцевого ритму та з невисокою вагою – показники якості регуляції серцевої діяльності. З віком зменшуються загальна кількість факторів та кількість залучених змінних, вплив рівня функціональної активності центральної нервової системи.

Виходячи з кореляційного і факторного аналізу, ми обрали низку найбільш інформативних показників, за допомогою яких можна охарактеризувати функціональні можливості організму юнаків 17–21 року. Дані величини розподілили на 3 блоки: інтегрувальний, забезпечувальний і регулювальний. Інтегрувальний блок характеризує фізичну працездатність: потужність реверсу навантаження (Wрев), загальний обсяг виконаної роботи (Азаг), а також відносний показник фізичної працездатності (PWC₁₇₀/кг). Забезпечувальний компонент увібрав пульсову вартість виконаної роботи (L), максимальну потужність організму під час навантаження (Wмах), індекс функціональних змін (ІФЗ), який характеризує адаптаційний потенціал, а також відносну величину максимального споживання кисню (МСК/кг). До регулювального блоку віднесли деякі показники регуляції серцевої діяльності (швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S₂), коефіцієнт інерції (Кін)), зовнішню роботу, яка відповідає одному серцевому скороченню за умов зростання навантаження (А₁), модальне значення кардіоінтервалів (Мо), вегетативний показник ритму (ВІР), індекс напруження

регуляторних систем (ІН), а також показники загального функціонального стану мозку – рівень функціональних можливостей (РФМ) і функціональний рівень системи (ФРС).

На підставі даних критеріїв було розроблено блок-схему комплексної оцінки функціональних можливостей юнаків 17–21 років для характеристики функціонального стану організму студентів (табл. 4.7). За допомогою розроблених орієнтовних нормативних таблиць за п'ятибальною системою оцінювання було виділено п'ять рівнів: низький, нижче за середній, середній, вище за середній, високий.

Що стосується оцінки загального функціонального стану мозку, бали розподіляли інакше. Виходячи з правила, яке було обґрунтовано вище (див. розділ III, § 3.3), оптимальним рівнем для критеріїв, які характеризують ЗФС мозку, є середній; на цей рівень припало 5 балів. На низький і високий рівні призначено по 1 балу, оскільки вважається, що дані рівні можуть характеризувати напругу функціонального стану ЦНС. В свою чергу, рівні вище та нижче за середні отримали по 3 бали. Такої градації зазнали також коефіцієнт інерції та індекс напруги регуляторних механізмів.

Отже, після обстеження, за кожним з 15 критеріїв можна одержати від 1 до 5 балів. Мінімальна загальна кількість балів дорівнює 15, максимальна – 75.

Вважаємо, що запропонована блок-схема має перспективи практичного впровадження і стане в нагоді педагогам, студентам факультетів фізичного виховання для оцінки і прогнозу функціональних резервів організму у період навчання у закладах вищої освіти.

Однак, необхідно підкреслити, що блок-схема комплексної оцінки розроблена за результатами обстеження студентів факультету фізичного виховання. Тому, оцінювання висококваліфікованих спортсменів за її допомогою не зовсім доцільно.

Таблиця 4.7

**Блок-схема комплексної оцінки (прогнозу) функціональних можливостей
юнаків 17–21 років, за даними тестування навантаженням
змінної потужності (з реверсом)**

№ з/п	Показники	Бали					Кількість балів
		1	2	3	4	5	
Інтегровальний блок (фізична працездатність)							
1	W _{рєв} , Вт	< 125,11	125,12–153,51	153,52–210,32	210,33–238,73	> 238,74	
2	Азаг, кДж	< 24,71	24,72–42,36	42,36–77,67	77,68–95,32	> 95,33	
3	PWC ₁₇₀ /кг, Вт/кг	< 1,91	1,92–2,43	2,44–3,49	3,50–4,02	> 4,03	
Забезпечувальний блок							
4	Пульсова вартість виконаної роботи (L), уд	< 976	977–1170	1171–1559	1560–1753	> 1754	
5	W _{мах} , Вт	< 194,49	194,50–280,10	280,11–451,34	451,35–536,95	> 536,96	
6	ІФЗ, у. о.	> 2,73	2,38–2,72	1,69–2,37	1,35–1,68	< 1,34	
7	МСК/кг, мл/кг	< 38,29	38,30–46,49	46,50–62,89	62,90–71,09	> 71,10	
Регулювальний блок							
8	S ₂ , Вт	< 72	73–129	130–241	242–301	> 302	
9	A ₁ , Дж	< 0,83	0,84–1,20	1,21–1,94	1,95–2,31	> 2,32	
10	Мо спокою, с	< 0,49	0,50–0,62	0,63–0,89	0,9–1,02	> 1,03	
11	ВІР спокою, у. о.	> 8,42	6,94–8,41	3,95–6,93	2,46–3,94	< 2,45	
Оцінка окремих показників *		1 бали	3 балів	5 балів	3 бали	1 бали	
12	ФРС, у. о.	< 3,94	3,95–4,23	4,24–4,83	4,84–5,12	> 5,13	
13	РФМ, у. о.	< 2,49	2,50–3,04	3,05–4,14	4,15–4,68	> 4,69	
14	ІН спокою, у. о.	< 22,39	37,23–66,87	22,40–37,22	66,88–81,70	> 81,71	
15	К інерції, у.о.	< 0,93	0,94–0,95	0,96–0,98	0,985–0,99	> 1,0	
Загальна сума балів							
Оцінка в балах							
до 15		16–30		31–45		46–60	
61–75							
Оцінка словесна							
Низька		Нижче за середню		Середня		Вище за середню	
Висока							

Примітка: * – оптимальним рівнем є *середній*, крайні значення вказують на зниження функціональних можливостей

В таблиці 4.8, як приклад, відображено результати обстежень юнака 18 років за даними розробленої нами блок-схеми комплексної оцінки функціональних можливостей.

Таблиця 4.8

**Протокол індивідуальної комплексної оцінки (прогнозу)
функціональних можливостей юнака 18 років Андрея А.**

№ у блок- схемі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Бали	3	3	3	3	3	2	3	1	3	3	1	2	2	2	3
Сума балів	37														
Оцінка	Середня														

Протокол дає змогу виокремити «сильні» та «слабкі» сторони функціональних можливостей обстеженого юнака, що є підґрунтям для корекції функціонального стану засобами психологічної, фізичної чи іншої підготовки. Проаналізуємо лише складові з негативними оцінками, які викликали б більшу тривогу педагогів, тренерів, самого обстеженого. В даному прикладі є незадовільний рівень ІФЗ та модальне значення кардіоінтервалів. Оскільки у формулу ІФЗ, окрім віку обстеженого, входять такі чинники, як ЧСС, АТ, маса та довжина тіла, можливо дійти висновку про низьку ефективність системи забезпечення – кровообігу, що пов'язане з критерієм M_o , яка свідчить про високу ЧСС і забезпечення ХОК екстра-, а не інтракардіальними складовими. Слід звернути увагу і на значення антропометричних показників, а саме масу тіла, як більш лабільний критерій і який може збільшуватися (зменшуватися) у короткі інтервали часу. У нашому випадку за умови оптимальних значень інших параметрів, що входять до формули розрахунку ІФЗ, високі його значення (низький рівень), можуть бути обумовлені надлишковою масою тіла, оскільки вона входить у формулу з позитивним знаком і чим більшою вона буде, тим більшими будуть значення ІФЗ. Необхідно з'ясувати у першому випадку причини зменшення ефективності ССС, у другому – чинники збільшення маси тіла, яка характеризує енергетичні складові функціональних можливостей обстеженого (надлишковий позитивний баланс), імовірними з яких можуть бути нераціональне харчування, інтенсифікація тренувального процесу або їх сумісний вплив. Виключимо захворювання.

Отже, вивчення функціональних механізмів адаптації до навчальних фізичних навантажень дозволило розробити орієнтовні нормативні таблиці та блок-схему комплексної оцінки (прогнозування) функціональних можливостей юнаків 17–21 років, за результатами тестування навантаженням зі змінною потужністю.

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Рівень здоров'я юнаків не можна розглядати як стійкий стан. Це динамічний процес постійного пристосування до умов навколишнього середовища (сім'я, школа, зростаючі психоемоційні і фізичні навантаження). Механізми вегетативної регуляції грають в цьому процесі головну роль: забезпечення пристосування до умов, що змінюються при оптимальній нарузі регуляторних систем. Стан вираженого напруження регуляторних систем веде до порушення вегетативного балансу і зниження адаптаційно-резервних можливостей організму [107; 149; 162; 163].

Оцінка поточного стану організму може полягати у визначенні ступеня його адаптації до умов навколишнього середовища. Характер розвитку адаптивних реакцій залежить від багатьох факторів. Тому адаптацію студентів до навчальних навантажень слід розглядати в різних аспектах. У науково-методичних джерелах добре висвітленими є питання про стан механізмів регуляції серцевої діяльності та загальну реактивність організму студентів у процесі адаптації до навчання [10; 71; 96; 102], реакції ССС на інформаційні і психоемоціональні навантаження [11; 26; 68; 70; 76; 86; 162; 174], оцінку загального функціонального стану студентів окремих курсів навчання [183; 184], психофізіологічного стану студентів [127; 154], вплив екзаменаційного стресу на організм студентів [59; 159], адаптацію студентів молодших курсів в залежності від психофізіологічних властивостей [127; 190], вплив фізичної активності на організм студентів [12; 98; 142; 148; 169]. Однак, щодо комплексного поетапного дослідження механізмів адаптації студентів протягом усіх років навчання у закладах вищої освіти дані відсутні.

Процес адаптації молоді до нових умов навчання у закладі вищої освіти є досить складним і ставить високі вимоги до фізіологічних функцій організму і пластичність психіки [23; 127; 159; 163; 167]. Аналіз літературних джерел засвідчує зниження рівня фізичного розвитку та здоров'я молоді, підвищення

впливу на організм негативних факторів і, як наслідок, збільшення захворюваності й зниження працездатності, зростаючий список випадків раптових смертей юнаків під час занять фізичною культурою. Соціально-економічні чинники, недоліки в організації навчального процесу, порушення режиму життєдіяльності, зокрема, гіпокінезія, хронічне недосипання, нераціональне харчування, можуть слугувати основними причинами захворюваності. В той же час, як свідчать наукові пошуки, рівень фізичного розвитку і фізичної підготовленості сучасної, зокрема допризовної молоді не відповідає необхідним вимогам і в багатьох випадках є незадовільним.

Виходячи з вищезазначеного, дисертаційна робота присвячена комплексному дослідженні функціональних механізмів адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень протягом усього періоду навчання у закладі вищої освіти.

Фізичний розвиток є одним з провідних критеріїв оцінки стану здоров'я дітей та молоді і відображає формування структурних і функціональних особливостей організму в онтогенезі [121; 151; 168]. Його формування відбувається під впливом спадкових факторів і навколишніх зовнішніх умов [8; 185]. Вивчення фізичного розвитку дітей та молоді дозволяє визначити основні закономірності функціонування підростаючого організму в різних умовах організації навчання та навчального навантаження з метою їх вдосконалення [22; 69; 73; 101].

Нами встановлено, що за антропометричними даними студентів протягом навчання у закладі вищої освіти достовірних змін не спостерігалось. Суттєвих відмінностей між показниками довжини тіла, як інформативного показника фізичного розвитку, у юнаків не встановлено. Недостовірно її зростання спостерігалось в групі юнаків 18 і 19 років. Виявлено сповільнення темпів морфо-функціонального розвитку в 20 років, який може розцінюватися як період відносної стабілізації процесів росту і розвитку в онтогенезі, хоча раніше довжина тіла збільшувалась приблизно до 25 років. Це не зовсім узгоджується з даними окремих авторів [168], в дослідженнях яких виявлено, що ріст тіла

практично завершується у 18 років. Достовірне ($p < 0,05$) збільшення маси тіла студентів реєструвалось в 19 років з подальшим її зниженням в 20–21 рік. Одержані дані окружності грудної клітки мали виражене збільшення у 18 років по відношенню до 17-річних хлопців. Надалі достовірні зміни не простежувалась, що може бути пов'язано з незначними змінами маси та довжини тіла обстежуваних. За даними динамометрії, які характеризували силову підготовленість хлопців спостерігалася тенденція щодо зниження їх фізичної підготовленості в 20–21 років, на що вказує негативна динаміка кистьової і станової динамометрії у юнаків даного вікового періоду. Життєва ємність легенів від 17 до 19 років недостовірно збільшувалась ($p > 0,05$). Найбільші показники ЖЄЛ спостерігалися в 18-ти річному віці, найменші – в 17 років. Слід відмітити, що динаміка величин ЖЄЛ мала хвилеподібний характер: зростання в 18 років змінювалось зниженням в 19 з подальшим їх збільшенням в 21 рік.

Умовою будь-якого виду м'язової діяльності є фізичне навантаження, що визначається особливостями фізіологічних систем, які приймають участь у відтворенні енергії в організмі, або фізичною працездатністю організму та функціональними резервами. Високу фізичну працездатність обумовлюють функціональні можливості організму, ефективність і економічність роботи фізіологічних систем та досконалість механізмів біологічної регуляції [99; 194]. Фізична працездатність визначається, як потенційна спроможність людини проявляти максимум м'язового зусилля в статичній, динамічній або змішаній роботі [232]. Її рівень залежить як від функціональних можливостей організму, так і від характеру та умов діяльності. Ряд науковців вважає, що працездатність характеризується максимумом виконаної роботи [139; 155]. На нашу та думку інших дослідників, рівень фізичної працездатності також залежить від функціонального стану окремих органів та фізіологічних систем організму [218; 242]. При максимальному рівні фізичної працездатності задіюються механізми мобілізації функціональних резервів організму [39].

Вважається, що проби з фізичним навантаженням, які використовують для характеристики загальної працездатності [13], повинні бути однотипними, стандартними, дозованими, а при оцінюванні ступеню реакції на навантаження слід враховувати її інтенсивність і тривалість. Для визначення фізичної працездатності використовують біг, ходьбу, присідання, підйом і спуск зі сходинки певної висоти (степ-тест), велоергометрію [36]. Однак, найдоцільнішим вважається тестування фізичної працездатності з використанням навантаження зі змінною потужністю [79]. Специфічні риси системи функціональних резервів визначаються характером та рівнем адаптованості організму, його віковими, статевими та конституційними особливостями та виявляються інтегрально, адаптаційною реакцією організму на тестування, яку можна ефективно оцінювати за параметрами «петлі» гістерезису, здобутою за допомогою реєстрації динаміки частоти серцевих скорочень у відповідь на застосування циклічного навантаження [37; 41; 79].

Фізична працездатність юнаків, яка вивчалась в процесі тестування зі зміною потужності за методикою Д. М. Давиденка і співавторів [79], відповідали віковим нормам. За загальним обсягом виконаної роботи позитивні зрушення в межах 8,99–10,7 % спостерігалися в групі юнаків 21 року, порівняно з віковими періодами 17–20 років, у яких відбувалися незначні коливання (1,44–1,58 %) цього критерію. Інтегральний показник загальної фізичної працездатності – PWC_{170} – за середньогруповими показниками з кожним роком змінювався. Від 17 до 20 років зрушення цього показника відбувались в діапазоні 0,23–0,79 %, а у юнаків 21 років спостерігалось його недостовірне підвищення по відношенню до інших вікових періодів в межах 5,05–5,96 %. В свою чергу, відносні величини ($PWC_{170}/кг$) мали дещо інший характер. Менші величини фізичної працездатності відносно на кг ваги відмічено в 18 і 19 років, що пояснюється більшою вагою юнаків, хоча абсолютні її значення в даних вікових групах вищі.

Про точність наших даних можна з впевненістю стверджувати, оскільки отримані вони при безперервній роботі з поступовим підвищенням потужності навантаження та постійною реєстрацією тривалості кардіоциклів, що

відбивається на графіку і кількість їх досягає до тисячі і більше. При цьому, екстраполяція здійснюється з урахуванням інерційності ССС, яка теж оцінюється при тестуванні у цифровому вигляді і доповнює загальну характеристику функціональних механізмів адаптаційних можливостей. Крім того, обране тестування доповнює оцінку фізичної працездатності низкою нових критеріїв.

Давиденко Д. М. зі співавторами в своїх публікаціях [79; 80], в основному, обґрунтовували методику та надавали характеристику критеріям дослідження. Нормативи показників загальної фізичної працездатності ними не визначалися. У зв'язку з цим, одержані результати можна порівняти лише з даними небагатьох окремих науковців [25; 105], а також з даними досліджень, проведених на кафедрі біології і основ здоров'я Університету Ушинського протягом останніх років (Босенко А. І. і співавтори, 1984–2016).

Так, за даними Карпмана В. Л. і співавторів (1988) в залежності від виду спорту і кваліфікаційного розряду, величини PWC_{170} знаходились в межах 1042–1727 кгм/хв, $PWC_{170}/кг$ – 13,8–25,5 кгм/хв/кг, $МСК/кг$ – 57–77 мл/хв/кг. Отже, за PWC_{170} , $PWC_{170}/кг$ результати обстежень юнаків 17–21 років співпадають з оціночними критеріями Карпмана В. Л. Однак, відносні показники максимального споживання кисню в наших дослідженнях нижче, що може обумовлюється більшою вагою обстежених нами юнаків (70,61–75,93 кг проти 67,16–74,12) [105; 175].

За оціночними таблицями Білоцерковського З. Б. (2005) абсолютні та відносні величини PWC_{170} обстежених нами юнаків 17–21 років знаходились на нижній границі норми [25; 175].

Порівняльна характеристика даних обстежень студентів I і II курсів факультету фізичного виховання педагогічного університету і студентів академії зв'язку ім. О. С. Попова [161; 175] того ж віку виявила превалювання перших над такими, що не займалися спортом (на 20–56 %). Відомо, що студенти I-II курсів відносяться до вікового періоду 17–19 років. В даному віковому діапазоні, за результатами досліджень студентів педагогічного університету,

відмічалася негативна динаміка показників фізичної працездатності в межах 9–25 %. Найменші зміни в бік зниження зареєстровані за потужністю реверсу навантаження (9,09–9,91 %), максимальним споживанням кисню (10,64–11,53 %), загальним часом роботи (13,41–13,80 %), найбільші – за обсягом виконаної роботи – 23,09–24,52 %, що може обумовлюватися процесами адаптації і збільшенням маси тіла при незначному зростанні тренуваності. Одночасно зауважимо, що навіть за такої динаміки функціональні можливості юнаків – студентів факультету фізичного виховання були кращими за показники студентів академії зв'язку, рухова активність яких регламентувалась обов'язковими заняттями фізичним вихованням.

Порівняльний аналіз результатів досліджень юнаків 17–21 років і веслярів, які проходили велоергометричне тестування в підготовчий і змагальний періоди річного циклу тренувань [42], виявив, що всі критерії фізичної працездатності юнаків були нижчими на 5,58–25,18 та 21,91–51,23 відсотків, відповідно до вказаних періодів. Найбільші відмінності спостерігались за загальним обсягом роботи – від 16,21–25,18 % в підготовчому до 45,38–51,23 % у змагальний період, що логічно підтверджується більшою витривалістю веслярів, обумовленою багатолітніми тренуваннями. Величини PWC_{170} (Вт) в підготовчий період були вищі за дані юнаків 17–21 років на 5,58–11,20 %. Однак, $PWC_{170}/кг$ (Вт/кг) виявляє більшу різницю (на 10,89–19,38 %), зокрема, завдяки меншій маси тіла веслярів.

Отже, величини загальної фізичної працездатності юнаків 17–21 років, за даними тестування фізичним навантаженням зі зміною потужності, знаходились в межах нормативних значень Карпмана В. Л, Белоцерковського З. Б. та ін., були вищі за вказані критерії студентів технічного вишу, які займалися фізичним удосконаленням на обов'язкових заняттях з фізичного виховання. Однак, порівняно зі спортсменами-веслярами високого класу дані юнаків були достовірно меншими.

За даними рівня напруження і активації організму юнаків, одержаними за методикою велоергометричного тестування [79], наші дослідження свідчили про

більшу мобілізацію функціональних резервів у 17-річних студентів, що підтверджується більш високими величинами рівня внутрішньої потужності організму під час реверсу ($W_{1\text{реверсу}}$), при максимальних значеннях ЧСС ($W_{\text{максимальна}}$). Отримані величини в значній мірі залежать від рівня фізичної працездатності та вихідного рівня внутрішньої потужності організму юнаків перед велоергометричним навантаженням. Цікавим показником ефективної мобілізації функціональних резервів є котангенс кута альфа ($\text{ctg } \alpha$), який пов'язаний з зовнішньою роботою, що відповідає нормованому значенню фізіологічного параметра при зростанні потужності роботи [37; 57], у нашому випадку, серцевого скорочення (A_1): чим менший кут нахилу висхідної частини петлі гістерезису, тим більший $\text{ctg } \alpha$, тим більші адаптивні можливості та імовірність їх значної мобілізації, що підтверджується даними юнаків 21 років за критерієм A_1 зовнішня, який у останніх ($p > 0,05$) більший, порівняно з даними інших вікових груп. Результати досліджень підтверджують і відомий факт про більш ефективніші відновні процеси у тренуваних, при цьому вибраний метод дає можливість характеризувати їх безпосередньо в процесі роботи, тобто оцінювати поточне відновлення за формою петлі, її поперечником, кутом нахилу низхідної частини петлі гістерезису, зовнішньою роботою серцевого скорочення при зменшенні потужності навантаження (A_2), яка характеризується котангенсом кута β . Більші значення $\text{ctg } \beta$, як у 19-ти і 21-річних обстежених, відбивають меншу досконалість відновлення.

Об'єктивна характеристика фізичної працездатності, як складової адаптаційних можливостей людини, можлива за умов визначення фізіологічної «ціни» виконаної роботи, яка може бути схарактеризована рівнем функціональної активності систем, що забезпечують роботу цілісного організму [17; 20; 104].

Серцево-судинна система є однією з основних систем життєзабезпечення, оскільки обумовлює рух крові, а з тим, транспортні функції ланцюга переносу кисню, енергетичних субстратів, продуктів обміну речовин тощо. Діяльність

ССС є одним з важливих факторів, які лімітують розвиток пристосувальних реакцій організму в процесі адаптації до фізичних навантажень [20; 105; 200].

Дослідження динаміки ЧСС юнаків забезпечувалось у стані спокою, вихідному стані – на початку педалювання, коли потужність навантаження ще дорівнювала нулю, на протязі зростання і зниження потужності роботи, в період її закінчення та у 5-хвилинний період відновлення.

Відмічено, що функціонування серцево-судинної системи, за даними ЧСС, у юнаків 21 року протікало при недостовірно менших значеннях пульсу в процесі навантаження. Про це свідчить частота серцевих скорочень вихідна, порогова, реверсу, максимальна, середня та виходу з навантаження, що характеризує більш економічний рівень і меншу абсолютну «ціну» функціонування серцево-судинної системи. Кращі відновні процеси за частотою серцевих скорочень зареєстровані в групі юнаків 18 років. Довготривала адаптація серцево-судинної системи юнаків свідчить про економізацію і ефективність діяльності, що логічно більше виявляється в вікових групах 19 і 21 років. Більш оптимальними є у них і процеси відновлення, ЧСС виходу яких менша по відношенню до всіх груп.

Зміни кардіоритму є важливою ланкою в адаптації організму до умов внутрішнього та зовнішнього середовища, що дозволяє використовувати характеристики серцевого ритму для оцінки функціонального стану в цілому.

За даними, отриманими при реєстрації кардіоритму, у юнаків 17 років спостерігалось 60 % випадків з нормотонічним типом регуляції, 16 % – з симпатикотонічним, 24 % – з ваготонічним. З кожним віковим періодом зменшувалась кількість обстежених з симпатикотонічним типом регуляції серцевого ритму, що може характеризуватися як позитивна ознака. Переважання нормотонічного типу регуляції спостерігалось у обстежених з 17 до 20 років ($p < 0,05$), а у 21-річних юнаків було зареєстровано більше відсоткове співвідношення ваготонічного типу, що свідчить про домінування парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи над симпатичним.

Аналізуючи показники модального значення (M_0) серцевого ритму юнаків різного віку, які відображають найбільш ймовірний рівень функціонування синусового вузла, слід відмітити його зменшення в 19 років по відношенню до 17-річного віку, з подальшим збільшенням в 21 рік, про що свідчили показники достовірності відмінностей ($p < 0,05$) за групами 19 і 21 років. Достовірно більші показники значень моди відображають більш економний рівень функціонування серця [11; 23; 181; 260]. В цілому, вікова динаміка стану пейсмейкера ритму серця у обстежених груп відображає відому тенденцію підвищення парасимпатичної активності вегетативної нервової системи з віком, що підтверджується іншими авторами.

Узагальнюючи дані про стан механізмів регуляції серцевого ритму юнаків різного віку у відносному м'язовому спокої, необхідно відмітити позитивну тенденцію до їх удосконалення з віком у 19 і 21 рік, з періодами достовірних змін у бік напруження в 17, 18 і 20 років.

Фізичні навантаження надають різноспрямований вплив на організм, який визначається, з одного боку, специфікою і тривалістю самого навантаження, а з іншого – суб'єктом рухової активності. У процесі адаптації організму до систематичних фізичних навантажень спостерігаються виражені структурно-функціональні перетворення серця, які полягають у зменшенні кінцевих розмірів і об'ємів його порожнин у систолі й діастолі, підвищенні скоротливості серцевого м'яза й сили вигнання крові з серця [33]. Було встановлено також, що зазначений характер адаптивних перебудов залежить не від статі, а від етапу тренувального процесу та поточного рівня загальної фізичної працездатності й аеробної продуктивності, що підтверджує дослідження інших науковців [85; 106; 114; 191]. Рівень і якість регулювання функцій чітко виявляється під час переходу організму зі стану спокою до роботи і, навпаки, від діяльності до спокою. При виконанні навантаження відбувається перебудова не тільки фізіологічних систем організму, але і вегетативних регуляторних механізмів, активація симпатичних впливів і зниження парасимпатичних [194; 206].

Реакція на м'язові напруження логічно виражалася в централізації механізмів регуляції, збільшенні їх напруження, на що вказує зростання величин АМо і АМо/ΔХ. Збільшення Мо/ΔХ підтверджує активацію гуморального каналу при зростанні переваги впливу адренергічних механізмів регуляції над холінергічними. Так, в групі юнаків 17 років показник Мо/ΔХ збільшився приблизно в 2,53 рази и склав 8,39 у. о. В 20-річному віці відмічалися значні зрушення (у 3,25 разів) при більших абсолютних значеннях цього критерію (10,45 у. о.). Результати, одержані в процесі досліджень показали високе напруження механізмів регуляції серцевої діяльності в 20-річному віці, на що вказує найбільша величина індексу напруження під час реверсу, яка була вище вихідних значень у 5 разів і більше ($p < 0,05-0,001$).

Після фізичного навантаження динаміка відновних процесів свідчить про їх гетерохронність, навіть на рівні різних показників однієї загальної системи механізмів регуляції серцевого ритму, про наявність напруги і суттєві післяробочі зміни у ранній період відпочинку (5 хв.). В зазначені терміни залишаються ще підвищеними АМо (від 9,5 % до 27 %), ІВР (від 6 % до 38 %) і Мо/ΔХ (на 6 %, 5 % і 12 %), що може відбивати недостатність такого терміну для повного відновлення після дозованих навантажень і слугувати підґрунтям для визначення часу відпочинку обстежених в процесі фізичного виховання. Виключенням може бути модальна ЧСС, яка, після завершення навантаження наближалася до вихідного рівня практично в усіх вікових групах. Індекс напруження (ІН) в період відновлення знижувався, але все одно не досягав вихідних значень.

Дані варіаційної пульсометрії у відновний період свідчили про більш виражене напруження функціонування серцево-судинної системи юнаків 17 і 21 років порівняно з іншими віковими групами. На навантаження регуляторні механізми серцево-судинної системи відповідають збільшенням ІН, АМо, АМо/ΔХ, Мо/ΔХ і зниженням Мо і ΔХ.

Адаптаційні процеси в організмі відбуваються під безпосереднім контролем центральної нервової системи. Динаміку загального функціонального

стану центральної нервової системи досліджували за даними часу простої зорово-рухової реакції до навантаження та на п'ятій хвилині відновлення. За вихідними значеннями величини функціонального рівня системи (ФРС), стійкості реакції (СР), рівня функціональних можливостей (РФМ) юнаків поділено на три основні градації (за Т. Д. Лоскутової): з низьким, середнім і високим функціональним рівнем центральної нервової системи. Оптимальним вважається середній рівень. За показниками ФРС з кожним роком збільшувався відсоток юнаків з середнім рівнем, що свідчить про удосконалення стану механізмів регуляції. Водночас, необхідно відмітити, що в 19-річному віці, спостерігалось збільшення високого рівня за рахунок переходу юнаків з низького рівня в середній. Аналогічна динаміка реєструвалась і за РФМ, СР.

Під впливом дозованого фізичного навантаження зі зміною потужності досліджувані критерії змінювались неоднаково: при високому фоновому функціональному стані відмічалось їх зменшення після навантаження та при низьких вихідних значеннях – збільшення в відновлювальний період. Зрушення стійкості реакції у всіх групах обстежених коливалась в діапазоні 17–38 %. Максимальне збільшення її величин було зареєстровано у юнаків 18 років, що свідчить про напруження функціонування системи. З 19 річного періоду простежується менший діапазон коливань СР, що вказує на поліпшення процесів адаптації центральної нервової системи юнаків старших вікових груп. Показник функціонального рівня системи зростав значно менше (3–8%). Рівень функціональних можливостей в середньому по групах збільшувався на 10–14 %. Отже, найбільш варіативним і чутливим до аферентних впливів є стійкість реакції, і, відповідно, стабільність функціонального стану.

Динаміка параметрів ЦНС відбувалась в залежності від вихідного рівня [60], за «законом маятника», якому підкорюються ряд інших систем і показників – реакція гіпофізу за гонадо- і кортикотропіном [131], рівень серотоніну, дофаміну тощо. Ймовірно, аферентна нервова імпульсація з пропріорецепторів працюючих м'язів, що поступає до кори головного мозку через ретикулярну формацію, спричиняє на останню гальмівний або збуджувальний ефект в

залежності від вихідного рівня активності, яка, в свою чергу, обумовлює конвергентні зміни ЗФС мозку, регуляторним субстратом якого вона є [90; 126]. Як третій тип реакції ЗФС мозку на фізичні і розумові навантаження слід розглядати відсутність такої або різноспрямовані зміни його параметрів, що розцінюється як жорсткість системи і неадекватність реагування.

Встановлені типи реакції носять універсальний характер і відмічаються у представників різного віку, статі, фізичної підготовленості під впливом дозованих і граничних м'язових, а також розумових навантажень. У зв'язку з цим, реакцію центральної нервової системи слід оцінювати за діапазоном відхилень від вихідного рівня: зрушення показників в межах $\pm 25\%$ розглядати як реакцію активації, в межах $\pm 50\%$ – як реакцію напруги, а коливання понад 50% – як перед патологію з можливим переходом у стан хвороби [17].

Такий підхід дає об'єктивнішу індивідуальну характеристику адаптивним реакціям центральної нервової системи на фізичні і розумові навантаження і, можливо, на інші чинники.

З метою уточнення закономірностей адаптаційних реакцій та стану регуляторних механізмів організму юнаків до навантаження зі зміною потужності був здійснений кореляційний аналіз між показниками фізичної працездатності, варіаційної пульсометрії та рефлексометрії [176].

Отримані коефіцієнти кореляції свідчать про наявність досить тісних взаємозв'язків між всіма показниками фізичної працездатності. Середньої сили кореляційний зв'язок спостерігався між $PWC_{170}/кг$ та величинами виконаної загальної роботи, її часу і потужності реверсу навантаження ($r = 0,563; 0,606; p < 0,001$). Між деякими показниками фізичної працездатності, ССС, ЦНС зареєстровані слабкі кореляційні зв'язки, причому як позитивні, так і негативні.

При проведенні кореляційного аналізу між показниками ССС, ЦНС, фізичного розвитку і PWC_{170} , $PWC_{170}/кг$ та МСК виявлені позитивні і негативні середньої сили і слабкі зв'язки.

В віковому аспекті кореляційні зв'язки змінювались неоднаково. Так, за показниками фізичної працездатності суттєвих змін не виявлено. За

показниками простої зорово-рухової реакції спостерігається наступна динаміка: в 17 років за критеріями ФРС, СР та РФМ реєструвались слабкі негативні зв'язки в вихідному стані та позитивні в фазі відновлення. В 18 років тільки за стійкістю реакції вихідного рівня було виявлено слабкі позитивні зв'язки ($r = 0,353 - 0,490$, $p < 0,001$). У юнаків 19 і 20 років знову виявлялися слабкі кореляційні зв'язки за показниками фізичної працездатності та рефлексометрії, причому за всіма показниками в обох станах. Необхідно відмітити, що в 19 років, на відміну від 20-річного періоду, вони були позитивними. Проте в 21-річному віці за показниками ФРС та $W_{рев}$ і A заг, а також за $T_{заг}$ і СР, РФМ в відновлювальний період реєструвались середні кореляційні взаємозв'язки ($r = 0,503 - 0,568$, $p < 0,05$). За даними кореляційного аналізу фізичної працездатності та варіаційної пульсометрії також спостерігалися неоднозначні залежності.

Отже, динаміка кореляційного аналізу між показниками фізичної працездатності та критеріями стану механізмів регуляції кардіоритму показав, що з віком збільшується кількість критеріїв серцевого ритму, що корелюють з фізичною працездатністю.

Кореляційні зв'язки величин навантажувального тестування з показниками фізичного розвитку у юнаків реєструвались в 17, 20 і 21 рік. Причому, в 20 років спостерігалась більша кількість негативних зв'язків, ніж в інші вікові періоди.

Факторний аналіз дозволив виділити у юнаків кількість провідних факторів: у 17 років – 15 факторів, у 18 років – 13 факторів, у 19 років – 15 факторів, у 20 років – 14 факторів, у 21 рік – 12 факторів. На частку виділених факторів припадає 94,66; 88,74; 94,21; 96,19; 97,82 відсотків загальної дисперсії вибірки, відповідно. У факторному аналізі були використані дані 86 змінних. Описувались дані, що перевищували 5 % від загальної дисперсії вибірки.

Факторний аналіз дозволив виявити особливості формування функціональної системи адаптації у юнаків 17–21 років, які характеризувалися різною кількістю (від 12 до 15) та вагою (5,05–20,38 %) визначених факторів і їх

складових (3–16). Вагомими складовими провідних факторів в 17 років виступають величини варіабельності серцевого ритму, критерії ЗФС мозку у відновний період та з невисокою вагою – показники якості регуляції серцевої діяльності. Основними складовими першого фактору у всіх вікових періодів були показники фізичної працездатності ($T_{заг}$, $A_{заг}$, $W_{рев}$, PWC_{170} , $PWC_{170}/кг$, MCK) та пульсова вартість виконаної роботи (L). Вагомими складовими провідних факторів усіх вікових груп виступили величини варіабельності серцевого ритму та з невисокою вагою – показники якості регуляції серцевої діяльності. З віком зменшуються загальна кількість факторів та кількість залучених змінних, зі зменшенням значення рівнів ЗФС мозку.

Виходячи з результатів кореляційного і факторного аналізу, ми обрали низку найбільш інформативних показників, за допомогою яких можна охарактеризувати функціональні можливості організму юнаків 17–21 року. Дані величини розподілили на 3 блоки: інтегрувальний, забезпечувальний і регулювальний. Інтегрувальний блок характеризує фізичну працездатність: потужність реверсу навантаження ($W_{рев}$), загальний обсяг виконаної роботи ($A_{заг}$), а також відносний показник фізичної працездатності ($PWC_{170}/кг$). Забезпечувальний компонент увібрав пульсову вартість виконаної роботи (L), максимальну потужність організму під час навантаження ($W_{мах}$), індекс функціональних змін (ІФЗ), який характеризує адаптаційний потенціал, а також відносну величину максимального споживання кисню ($MCK/кг$). До регулювального блоку були віднесені окремі показники регуляції серцевої діяльності (швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S_2), коефіцієнт інерції ($K_{ін}$)), зовнішня робота, яка відповідає одному серцевому скороченню за умов зростання навантаження (A_1), модальне значення кардіоінтервалів (M_0), вегетативний показник ритму (ВПР), індекс напруження регуляторних систем (ІН), а також показники загального функціонального стану мозку – рівень функціональних можливостей (РФМ) і функціональний рівень системи (ФРС).

На підставі даних критеріїв було розроблено блок-схему комплексної оцінки функціональних можливостей юнаків 17–21 років для характеристики функціонального стану організму студентів (див. табл. 4.7). За допомогою розроблених орієнтовних нормативних таблиць за п'ятибальною системою оцінювання було виділено п'ять рівнів: низький, нижче за середній, середній, вище за середній, високий.

За результатами обстеження, за кожним з 15 критеріїв можна одержати від 1 до 5 балів. Мінімальна загальна кількість балів дорівнює 15, максимальна – 75. Фахівці в галузі вікової фізіології або фізіології спорту зможуть дати оцінку організму юнака в цілому, а також індивідуально за функціональними системами. Охарактеризувати функціональні механізми адаптації за допомогою розробленої нами блок-схеми комплексної оцінки зможе також особисто кожен обстежений. Вважаємо, що запропонована блок-схема має перспективи практичного впровадження і стане в нагоді педагогам, студентам факультетів фізичного виховання для оцінки і прогнозу функціональних резервів організму у період навчання у закладах вищої освіти.

ВИСНОВКИ

У дисертації за допомогою сучасних фізіологічних методів комплексно досліджено функціональні механізми адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень протягом усього періоду навчання у закладах вищої освіти. На основі аналізу одержаних даних сформульовано висновки:

1. Доведено, що за умов довготривалої (17–21 рік) адаптації серцево-судинної системи юнаків до навчальних навантажень відбувалося удосконалення механізмів економізації і ефективності діяльності серцево-судинної системи в 19 і 21 років. Екстракардіальна функція, за даними динаміки ЧСС (вихідна, порогова, реверсу, максимальна, середня), в цих вікових групах характеризувалася більш оптимальним ($p < 0,05$) рівнем на всіх етапах тестування. Процеси відновлення (ЧСС виходу) у них протікали інтенсивніше порівняно з обстеженими іншими віковими групами.

2. Виявлено особливості стану механізмів регуляції серцевого ритму:

- юнакам 19 і 21 років в стані спокою властиве переважання ваготонічного типу вегетативної регуляції ритму серця;

- навантаження за замкнутим циклом викликало активацію симпатичного відділу вегетативної нервової системи і виражену напругу механізмів регуляції серцевої діяльності, яка в більшій мірі виявлялася у юнаків 18 і 20 років (зростання ІН до 1927,17–2251,90 у. о.; АМо до 59,80–61,63 у. о., ІВР до 1458,12–1688,70 у. о.).

3. Встановлено, що в стані відносного м'язового спокою загальний функціональний стан мозку юнаків відповідав межах норми. Кількість обстежених з оптимальним середнім рівнем з віком зростала від 34,78 % у 17 років до 76,47 % у 21 рік. Фізичне навантаження за замкнутим циклом викликало конвергентні його зміни: високий фоновий рівень супроводжувався зниженням, низький – підвищенням критеріїв у відновлювальний період. Особливістю зрушень показників ЗФС мозку юнаків є домінування реакції підвищення у 19 і

21 років (понад 50 %) та зниження у 17, 18, 20 років (у 56,67–83,95 відсотків випадків).

4. Доведено, що оцінку функціональних можливостей ЦНС слід здійснювати за «законом маятника»: зрушення в діапазоні $\pm 25\%$ розцінювати як реакцію активації, яка реєструвалася у 60–85 % юнаків, у діапазоні $\pm 50\%$ – як напруження, яке відмічалось у 12–25 % випадків, понад $\pm 50\%$ – як перенапруження з можливим переходом в патологічний стан, що було властиве 3,33–15,79 відсотків обстежених.

5. Визначено задовільний рівень адаптації за індексом функціональних змін у вікових групах 17, 19 і 21 років, напруження адаптації – у 18 і 20 років. Виявлено відносну стабілізацію абсолютних значень фізичної працездатності (Т заг, А заг, W рев, PWC_{170}) у досліджуваному віковому періоді з 19 років. Високий рівень мобілізації функціональних можливостей зареєстровано у 17-річних студентів, що підтверджується більш високими величинами рівня внутрішньої потужності організму перед велоергометричним навантаженням (W поч), під час реверсу (W_1 рев), за максимальних значень ЧСС (W max).

6. Кореляційний аналіз внутрішньо- та міжсистемних взаємодій виявив наявність тісних взаємозв'язків між всіма показниками фізичної працездатності, які досягали функціонального рівня між загальним обсягом роботи (А заг) та її часом (Т заг) і високого рівня з показниками: МСК ($r = 0,938; 0,977$), PWC_{170} , Вт ($r = 0,915; 0,956$), A_1 ($r = 0,780; 0,818$), W max ($r = 0,791; 0,834$), напруженням організму на реверсі (W_1 рев) навантаження ($r = 0,796; 0,844$), пульсовою вартістю роботи ($r = 0,911; 0,956$) ($p < 0,001$). Середній кореляційний зв'язок спостерігався між $PWC_{170}/кг$ та обсягом виконаної загальної роботи, її часом і потужністю реверсу навантаження ($r=0,563; 0,606; p < 0,001$).

Між показниками фізичної працездатності та критеріями функціонального стану серцево-судинної і центральної нервової систем зареєстровано слабкі кореляційні зв'язки та відмічено їх посилення в процесі фізичного навантаження в усіх вікових групах юнаків протягом періоду навчання у ЗВО.

7. Факторний аналіз виявив особливості функціональних механізмів адаптації у юнаків різного віку, які характеризувалися різною кількістю (від 12 до 15) та вагою (5,05–20,38 %) визначених факторів і їх складових (3–16). Основними складовими першого фактору в усіх вікових періодах виступали показники фізичної працездатності (Т заг, А заг, W реві, PWC₁₇₀, PWC₁₇₀/кг, МСК) та пульсова вартість виконаної роботи (L). Вагомими складовими провідних факторів визначено характеристики варіабельності серцевого ритму, критерії ЗФС мозку у відновний період та з невисокою вагою – показники якості регуляції серцевої діяльності. З віком від 17 до 21 років зменшувалися загальна кількість факторів та кількість залучених змінних, вплив рівня функціональної активності центральної нервової системи.

8. За даними дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом (з реверсом), з використанням методу сигмальних відхилень розроблено орієнтовні оціночні таблиці та блок-схему комплексної оцінки функціональних можливостей юнаків 17–21 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агаджанян Н. А., Катков А. Ю. Резервы нашего организма. Москва: Знание, 1990. 205 с.
2. Агаджанян Н. А., Быкова А. Т., Труханов А. И. Функциональные резервы организма и его адаптация к различным условиям: монография. Москва: Медицина, 2004. 288 с.
3. Агаджанян Н. А., Коновалова Г. М., Ожева Р. Ш. Этнос, здоровье и проблемы адаптации // Новые технологии. 2010. С. 88–92.
4. Адаптация организма подростков к учебной нагрузке / Под ред. Д. В. Колесова; Науч.-исслед. ин-т физиологии детей и подростков Акад. пед. наук СССР. М.: Педагогика, 1987. 152 с.
5. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. Москва, 1975. 447 с.
6. Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональной системы. М.: Наука, 1980. 198 с.
7. Антропова М. В., Параничева Т. М., Манке Г. Г., Тюрина Е. В. Здоровье и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы школьников 10–11 лет // Новые исследования (альманах). 2009. № 3 (16). С. 15–25.
8. Апанасенко Г. Л. Здоровье спортсмена // Наука в олимпийском спорте. 2000. № 1. С. 15–18.
9. Арабаджі Л. І. Адаптаційний потенціал системи кровообігу студентів // Біологічний вісник МДПУ. 2012. № 1. С. 6–12.
10. Артеменков А. А. Изменение вегетативных функций у студентов при адаптации к умственным нагрузкам // Гигиена и санитария. 2007. № 1. С. 62–63.
11. Артеменков А. А. Оценка функционального состояния и резервных возможностей студентов в разные периоды обучения в вузе // Профилактическая медицина. 2013. № 3. С. 33–36.

12. Атрощенко Г. Н., Сахарова И. Н. Влияние занятий по физкультуре на сердечно-сосудистую и дыхательную систему студентов // Гигиена и санитария. 2005. № 1. С. 41–42.

13. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. М.: Медицина, 1990. 192 с.

14. Баєв О. А. Адаптація серцево-судинної системи і функціональний стан вищої нервової діяльності організму людини при тривалих фізичних навантаженнях: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.13. Луганськ, 2006. 22 с.

15. Баєв О. А. Дослідження адаптаційного потенціалу організму студентської молоді // Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології: зб. наук праць. Вип. 6 (114). Київ–Луганськ, 2012. С. 283–289.

16. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука 1984. 256 с.

17. Баевский Р. М., Берсенева А. П., Берсенев Е. Ю. и др. Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей: [методическое руководство]. М.: Фирма «Слово», 2009. 100 с.

18. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Наука. 1979. 296 с.

19. Баевский Р. М., Мотылянская Р. Е. Ритм сердца у спортсменов. М., 1986. 173 с.

20. Баевский Р. М. Теоретические и прикладные аспекты оценки и прогнозирования функционального состояния организма при действии факторов длительного космического полета: актовая речь. Москва, 2005. 31 с.

21. Баєвський Р. М., Іванов Г. Г., Чирейкін Л. В. та ін. Аналіз варіабельності серцевого ритму при використанні різних кардіологічних систем (методичні рекомендації) // Вісник аритмології. 2001. № 4. С. 65–87.

22. Баранов А. А., Кучма В. Р., Сухарева Л. М. Оценка здоровья детей и подростков при профилактических осмотрах (руководство для врачей). М.: Династия, 2004. 168 с.

23. Батова А. Р. Показатели индивидуального здоровья как критерии адаптации университетской системе обучения // Український медичний альманах. 2006. № 5, Т. 9. С. 200–202.
24. Безруких М. М., Сонькин В. Д., Фарбер Д. А. Возрастная физиология(физиология развития ребенка): учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 416 с.
25. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. М.: Советский спорт, 2005. 312 с.
26. Бернада В. Вегетативне забезпечення розумової діяльності студентів молодших курсів з різною швидкістю опрацювання інформації // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2006. Вип. 41. С. 109–117.
27. Бернштейн Н. А. Биомеханика и физиология движений. М.: Изд-во «Институт практической психологии», Воронеж: НПО «МОДЕК», 1997. 608 с.
28. Берсенева А. П. Принципы и методы массовых донозологических обследований с использованием автоматизированных систем: автореф. дис. ... докт. мед. наук. К., 1991. 27 с.
29. Бехтерева Н. П. Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека. Л.: Медицина, 1971. 119 с.
30. Білецька В. В. Адаптаційні можливості серцево-судинної системи дітей молодшого шкільного віку за показниками варіабельності серцевого ритму // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2010. № 2. С. 60–64.
31. Бобровницкий И. П., Лебедева О. Д., Яковлев М. Ю. Оценка функциональных резервов организма и выявление лиц групп риска распространенных заболеваний [Текст] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2011. № 6. С. 40–43.
32. Богатырев С. Н. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы при нарушениях ритма сердца у занимающихся физкультурой и спортом в условиях различных режимов двигательной активности: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва. 22 с.

33. Богдановська Н. В. Адаптивні зміни кардіогемодинаміки в осіб різної статі під впливом систематичної м'язової роботи // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2010. Вип. 53. С. 161–166.

34. Богдановська Н. В., Кузнєцов А. О., Маліков М. В. Особливості регуляції серцево-судинної системи організму школярів при адаптації до систематичних фізичних навантажень // Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології. Київ, 2006. С. 11–12.

35. Борщенко В. В., Шепель Л. С., Босенко А. И., Мальцева М. А. Сравнительный анализ эффективности регуляции сердечной деятельности у студенток 1 и 2 курсов // Наука і освіта. 2012. № 4 (CVV). С. 31–33.

36. Босенко А. И. Выявление функциональных возможностей сердечно-сосудистой и центральной нервной систем у подростков при напряженной мышечной деятельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тарту, 1986. 25 с.

37. Босенко А. И., Самокиш И. И. Методика оценивания учебных достижений по физическому воспитанию в высших учебных заведениях // Психолого-педагогические технологии повышения умственной и физической работоспособности, снижения нервно-эмоционального напряжения у студентов в процессе образовательной деятельности: матер. международной науч. конф., 16-19 июня. Белгород, 2011. С. 137–144.

38. Босенко А. И., Самокиш И. И., Страшко С. В., Орлик Н. А. та ін. Оцінювання рівня мобілізації функціональних резервів студенток молодших курсів педагогічного університету при дозованих фізичних навантаженнях // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання. 2013. № 11. С. 3–9. doi: 10.6084/m9.figshare.815867.

39. Босенко А. И., Дышель Г. А., Дорошенко А. А. О малоизвестном методе тестирования функциональных возможностей человека // Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире: матер. XVIII междунар. науч.-практ. конф. по проблемам физического воспитания школьников. Коломна, Коломенск. гос. пед. институт, 2008. С. 13–17.

40. Босенко А. І., Шумейко К. П. Пристрій для діагностики функціонального стану мозку людини «Молния»: пат. України на кор. модель № 20869; Заявл. 28.06.2006; Опубл. 15.02.2007; Бюл. № 2. 6 с.

41. Босенко А. І. Спосіб діагностики функціональних резервів людини / А.І. Босенко (Україна); Бюл. №8 Держ. департ. інтел. власності № 59144 А; Заявл. 04.03.2003; Опубл. 15.08.2003; 7A61B5/0205, 4 с.

42. Босенко А. И., Топчий М. С. Общее функциональное состояние центральной нервной системы у студентов 1 курса факультета физической реабилитации // Матеріали Міжнародного симпозиуму «Освіта і здоров'я підростаючого покоління»: Зб. наук. праць. Київ, 2016. Вип. 1. С. 255–258.

43. Босенко А. І., Топчий М. С., Дишель Г. О. та ін. Динаміка омега-потенціалу у дітей молодшого шкільного віку під впливом розумових і фізичних навантажень // Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 6–7 окт. 2016 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина; редкол.: С. М. Блоцкий (отв. ред.) [и др.]. Мозырь, 2016. С. 167–169.

44. Босенко А. І., Топчий М. С. Стан механізмів регуляції серцевого ритму студентів молодших курсів факультету фізичного виховання при виконанні дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом // Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2017. № 1. С. 11–18.

45. Босенко А. І., Борщенко В. В., Топчий М. С. та ін. Стан механізмів регуляції кардіоритму у дівчат 7-16 років протягом навчання в школі // Вісник проблем біології і медицини. 2017. Вип. 2 (136). С. 395–401.

46. Босенко А. И., Топчий М. С., Руденко И. Н. Методы исследования функциональных резервов детей и молодежи // Восточное партнерство в сфере педагогических инноваций в инклюзивном образовании в рамках Междунар. проекта TEMPUS “INOVEST”, г. Кишинев, 6–10 июля 2015 г. / под общей ред. С. Кайсына. Институт Непрерывного Образования, 2015. Psihologie. Pedagogie specială. Asistența socială. Chișinău, 2015. P. 64–72.

47. Босенко А. І. Стан механізмів регуляції серцевого ритму гімнастів 20-22 років при виконанні окремих видів гімнастичного багатоборства // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2002. № 4. С. 19–23.

48. Босенко А. И., Евтухова Л. А., Орлик Н. А. Динамика общего функционального состояния мозга спортсменок 17–22 лет на протяжении менструального цикла // Журнал «Известия Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины». 2015. № 3 (90). С. 37–43.

49. Босенко А. І., Топчій М. С. Стан механізмів регуляції серцевого ритму футболістів 17–18 років, за даними тестування навантаженням за замкнутим циклом // Проблеми активації рекреаційно-оздоровчої діяльності населення: матеріали Х Всеукр. наук.-практ. конф. з між. участю. Львів: ЛДУФК, 2016. С. 296–300.

50. Босенко А. І., Топчій М. С., Калайда С. О. Динаміка механізмів регуляції серцевого ритму юнаків-студентів на дозовані фізичні навантаження // Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини (для студентів та молодих вчених): наук.-практ. конф. з між нар. участю, присвячена 100-річчю зі дня народження І. Г. Герцена. Одеса, 27–28 квітня 2017 року. Одеса: ОНМедУ, 2017. С. 176–177.

51. Босенко А. И., Урсуленко М. Н. Состояние регуляторных механизмов у юных футболистов при различных тренировочных нагрузках // Физкультура и спорт в XXI веке: сб. науч. тр. Волжский, 2006. С. 72–75.

52. Босенко А. И. Состояние механизмов регуляции сердечного ритма юношей 16-17 лет при работе до отказа с обычной и повышенной мотивацией // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві: зб. наук. праць. Луцьк, 1999. С. 279–284.

53. Босенко А. І., Топчій М. С. Стан механізмів регуляції серцевого ритму студентів молодших курсів факультету фізичного виховання // Актуальні проблеми сучасної освіти та науки в контексті євроінтеграційного поступу: матеріали доповідей учасників III Міжнародної науково-практичної конференції

(18–19 травня 2017 року) / упоряд. О. І. Бундак, Н. В. Лящук, Н. Г. Конон. Луцьк: ЛПрОЛ, 2017. С. 216–218.

54. Босенко А. И., Дишель Г. А., Топчий М. С. Оценка адаптационных возможностей кровообращения школьников в условиях разной мотивации деятельности // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: материалы XII международной научно-практической конференции (Гомель, 5–6 октября 2017 года). Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. Ч. 1. С. 26–30.

55. Босенко А. І., Топчий М. С. Щодо інформативності індексу функціональних змін у характеристиці адаптаційного потенціалу // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Здоров'я людини: теорія і практика», присвяченої 25-річчю Медичного інституту Сумського державного університету / за заг. ред. О. О. Єжової. Суми: Сумський державний університет, 2017. С. 37–38.

56. Босенко А. І., Васалантьєв С. І. Особливості адаптації серцево-судинної системи гімнастів до окремих видів гімнастичного багатоборства. Одеса, 1999. 61 с.

57. Босенко А. И., Самокиш И. И., Дубинин А. Н. Функциональный контроль гребцов нагрузкой с реверсом в годичном цикле тренировки // Физическая культура и спорт в 21 веке: матер. международной науч. конф. Волжский, 2008. С. 53–75.

58. Вадзюк С. Н., Ратинська О. М. Сенсомоторні реакції в учнів старшого шкільного віку при різних типах погоди // Фізіологічний журнал. 2014. Т. 50, № 1. С. 81–84.

59. Васил'євих Л. Г. Вплив навчального та екзаменаційного стресу на процес адаптації студентів першого курсу до навчання у вищому навчальному закладі // Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету «Україна». 2010. № 2. С. 226–228.

60. Вегетативные расстройства: клиника, лечение, диагностика. / Под ред. А. М. Вейна. М.: Медицинское информационное агентство, 2000. 752 с.

61. Виру А, Виру М., Коновалова Г., Эпик А. Биологические аспекты управления тренировкой // Современный олимпийский спорт. К.: Олимпийская литература, 1993. С. 12–24.
62. Викулов А. Д., Карпов Н. Ю., Смирнов И. Ю. Некоторые закономерности кровообращения у высококвалифицированных спортсменов – пловцов // Физиология человека. 2002. Т. 28, № 1. С. 87–94.
63. Водлозеров В. М., Тарасов С. Г. Зрительно-двигательная активность человека в условиях слежения. Харьков: Изд-во Гуманитарный Центр, 2002. 242 с.
64. Волков Л. В. Теория и методика детского и юношеского спорта. К.: Олимпийская литература, 2002. 296 с.
65. Волков Н. И., Волков А. Н. Физиологические критерии выносливости спортсменов // Физиология человека. 2004. Т. 30, № 4. С. 103–113.
66. Гаврилова Е. А. Спорт, стресс, вариабельность: монография. М.: Спорт, 2015. 168 с.
67. Гапонова С. А. Особенности адаптации студентов вузов в процессе обучения // Психологический журнал. 1994. № 3. С. 131–135.
68. Геворьякин Е. С., Минасян С. М., Ксаджикян Н. Н., Даян А. В. Функциональное состояние студентов при умственной нагрузке // Гигиена и санитария. 2005. № 3. С. 55–57.
69. Гігієнічні проблеми збереження здоров'я дітей в сучасних умовах реформування освіти в Україні / А. М. Сердюк, Н. С. Полька, Г. М. Єременко та ін. // Гігієна населених місць: Збірник наукових праць. Київ, 2004. Вип. 43. С. 402–406.
70. Глазков Е. О. Адаптивні можливості серцево–судинної системи організму студентів у процесі навчання у вищому навчальному закладі // Буковинський медичний вісник. 2013. Т. 17, № 2(66). С. 25–28.
71. Глазков Є. О. Вариабельність серцевого ритму та загальна реактивність організму студентів у процесі адаптації до навчання у вищих

навчальних закладах // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. 2013. Том 8, № 1. С. 196–199.

72. Гланц С. Медико-биологическая статистика / пер. с англ. А. Ю. Данилова. М.: Практика, 1999. 459 с.

73. Гнатюк Т. Особенности физического развития юношей-первокурсников // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2011. № 1. С. 41–43.

74. Голяка С. К., Спринь О. Б. Властивості основних нервових процесів у спортсменів // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми вікової фізіології». Луцьк-Шацькі озера, 29-30 вересня 2005 року. Луцьк: «Вежа», 2005. С. 30–32.

75. Горго Ю. П., Богданов В. Б. Визначення кількісних характеристик латентних періодів сенсомоторної реакції при дії сигналів різної сили // Вісник Черкаського університету ім. Б. Хмельницького. Серія Біологічні науки. 2002. Вип. 39. С. 12–17.

76. Горькавая А. Ю., Тригорлый С. Н., Крилов О. И. Показатели физического развития и адаптации сердечно-сосудистой системы студентов медицинского университета у Владивостоке // Гигиена и санитария. 2009. № 1. С. 58–60.

77. Гриненко С. А., Спринь О. Б. Особливості психофізіологічних функцій в учнів старшого шкільного віку з різним рівнем формування властивостей основних нервових процесів // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми вікової фізіології». Луцьк-Шацькі озера, 29–30 вересня 2005 року. Луцьк: «Вежа», 2005. С. 36–37.

78. Давиденко Д. Н., Пасичниченко В. А. Биологические основы физической культуры и спорта: [учеб. пособие] .Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2008. 102 с.

79. Давиденко Д. Н., Чистяков В. А. Методика оценки мобилизации функциональных резервов организма по его реакции на дозированную нагрузку // Психолого-педагогические технологии повышения умственной и физической

работоспособности, снижения нервно-эмоционального напряжения у студентов в процессе образовательной деятельности: матер. международной науч. конф. Белгород: БелГУ, 2011. С. 204–210.

80. Давиденко Д. Н., Мозжухин А. С. Функциональные резервы адаптации организма спортсмена. Л.: ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта, 1985. 21 с.

81. Давидова О. М. Стан властивостей основних нервових процесів, функцій пам'яті та уваги в учнів старшого шкільного віку: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.13. Київ, 1997. 22 с.

82. Данилова Н. Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1992. 192 с.

83. Дембо А. Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины. М.: ФиС, 1980. 295 с.

84. Дембо А. Г. Причины и профилактика отклонений в состоянии здоровья спортсмена. М.: Физкультура и спорт, 1981. 118 с.

85. Дибнер Р. Д., Бородянский М. М. Новый подход к оценке функциональной готовности спортсменов (исследование морфологии, функции сердца и активности симпатико-адреналовой системы) // Вестник спортивной медицины. 1999. № 1 (22). С. 8–12.

86. Дорофеева Н. А. Адаптационная реакция сердечно-сосудистой системы на современные информационные и информационно-психоэмоциональные нагрузки у студентов // Український медичний альманах. 2009. Том 12, № 5. С. 70–72.

87. Джек Х. Уилмор, Дэвид Л. Костил. Физиология спорта и двигательной активности. К.: Олимпийская литература, 1997. 504 с.

88. Ендриховский С. Н., Шамшинова А. М., Соколов Е. Н., Нестерюк Л. И. Время сенсомоторной реакции человека в современных психофизиологических исследованиях // Сенсорные системы. 1996. Т. 10, № 2. С. 13–18.

89. Зайцева А. Г., Лупидин В. И., Сурнина О. Е. Возрастная динамика времени реакции на зрительные стимулы // Физиология человека. 1999. Т. 25, № 6. С. 22–37.

90. Зимкина А. М. Нейрофизиологические исследования в экспертизе трудоспособности / под ред. А. М. Зимкиной, В. И. Климовой-Черкасовой. Л.: Медицина, 1978. 280 с.

91. Зимкин Н. В. Физиологическая характеристика особенностей адаптации двигательного аппарата к разным видам деятельности // IV Всесоз. симпоз. по физиол. пробл. адаптации (Таллин, 1984). Тарту: Минвуз СССР, 1984. С. 73–76.

92. Иванова И. А., Вассанец Л. М. Анализ морфофункциональных показателей и адаптационных возможностей студентов. Сумы: Сумской гос. пед. ин-т, 1997. 15 с.

93. Иванова О. І., Басанець Л. М., Белікова Я. С. Морфофункціональний стан студентів з різним рівнем фізичної підготовленості // Гігієна населених місць. 2012. № 60. С. 323–327.

94. Иванова Г. Є. Оптимізація фізкультурно-оздоровчої роботи в технічних вищих навчальних закладах шляхом валеологічної освіти студентів: автореф. дис. ... канд. наук з фіз. вихов. і спорту: 24.00.02. Луцьк, 2000. 21 с.

95. Иванюра І. О. Вища нервова діяльність і результативність спортивної і навчальної діяльності учнів середнього шкільного віку // Матеріали II наукової конференції «Індивідуальні психофізіологічні властивості людини та професійна діяльність». Київ-Черкаси, 1997. С. 50.

96. Ісаков О. А., Ляшенко В. П., Петров Г. С. Вегетативні прояви реакції термінової адаптації студентів до інформаційного навантаження // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Біологія, хімія. 2013. № 4, Том 26 (65). С. 46–59.

97. Ильин В. Н., Батырбекова Л. М., Курданова М. Х. и др. Ритмокардиографические методы оценки функционального состояния

организма человека: монография. М.: Илекса; Ставрополь: Сервисшкола, 2003. 80 с.

98. Ильин В. Н., Попадюха Ю. А., Бородин Ю. А. и др. Физическая работоспособность человека: оценка и коррекция, биоритмологические аспекты: учебное пособие. К.: ООО «Полипром», 2008. 132 с.

99. Ильин Е. П. Психология спорта СПб.: Питер, 2009. 352 с.

100. Иорданская Ф. А., Юдинцева М. С. Диагностика и дифференцированная коррекция симптомов дизадаптации к нагрузкам современного спорта и комплексная система мер их профилактики // Теория и практика физической культуры. 1999. № 1. С. 18–24.

101. Калиниченко І. О. Медико-педагогічний контроль за фізичним вихованням дітей у загальноосвітніх навчальних закладах: навч. посіб. – Суми: Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2013. 272 с.

102. Каленіченко О. В., Кудій Л. І., Безрукавий Р. В. Зміни варіабельності серцевого ритму у студентів – спортсменів з різною спрямованістю тренувального процесу при тривалому розумовому навантаженні // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2010. № 12. С. 52–55.

103. Казин Э. В., Варич Л. А. Особенности психофизиологической адаптации студентов факультета физической культуры, специализирующихся в разных видах спорта, к условиям обучения в ВУЗе // Физиология человека. 2005. Т. 31, № 1. С. 77–81.

104. Казначеев В. П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск: Наука, 1980. 192 с.

105. Карпман В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. Тестирование в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт, 1988. 208 с.

106. Квашніна Л. В. Поняття адаптації і адаптованість як інтегральний показник здоров'я // Перінатологія та педіатрія. 2000. № 1. С. 33–36.

107. Кожевникова Н. Г. Гигиенические аспекты адаптации студентов к условиям современного образовательного процесса // Медицинская помощь. 2009. № 2. С. 51–53.

108. Кожевникова Н. Г. Научные основы разработки технологий оздоровления студентов медицинского вуза с учетом профиля обучения: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.02.01. М., 2012. 22 с.

109. Коваленко С. О., Яковлев М. Е. Комп'ютерна програма для реєстрації та аналізу ритму серця і дихання («CASPICO») / Авторське свідоцтво України №11262 54 с. Укр. – Деп. в УААСП 4.10.2004. Реф. у офіційному бюлетені «Авторське право і суміжні права» 2005. № 6. С. 338.

110. Коваленко С. О. Регуляторні ритми гемодинаміки та їх індивідуальні особливості у людей: автореф. дис. ... доктора біологічних наук 03.00.13. Київ, 2011. 33 с.

111. Коваленко С. О., Кудій Л. І. Варіабельність серцевого ритму. Методичні аспекти. Черкаси: Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького, 2016. 298 с.

112. Коваленко С. О., Кудій Л. І., Бабаченко Г. П., Бондар Р. Є. Дослідження показників варіабельності серцевого ритму у студентів різних спеціальностей // Вісник Черкаського державного університету ім. Богдана Хмельницького. Серія Біологічні науки. 2002. Вип. 32. С. 73–79.

113. Колчина О. Ю. Варіабельність серцевого ритму у осіб молодого віку при важких навантаженнях // Український медичний альманах. 2011. Том 14, № 3. С. 82–85.

114. Коренберг В. Б. Спортивная метрология: учебник. М.: Физическая культура, 2008. 368 с.

115. Коркушко О.В., Ярошенко Ю. Т. Вікова динаміка критичних рівнів фізичного навантаження у практично здорових чоловіків // Фізіологічний журнал. 2004. Т. 50, № 1. С. 39–45.

116. Корниенко И. А., Сонькин В. Д. «Биологическая надежность», онтогенез и возрастная динамика мышечной работоспособности // Физиология человека. 1999. № 1. С. 98–108.

117. Котельников С. А., Ноздрачев А. Д., Одинак М. М. Вариабельность ритма сердца: представление о механизмах // Физиология человека. 2002. Т. 28, № 1. С. 130–143.

118. Костроміна В. П., Речкина О. О., Ярощук Л. Б., Дорошенкова А. С. Адаптаційно-резервні можливості організму дітей, хворих на бронхіальну астму // Астма та алергія. 2014. № 3. С. 13–19.

119. Коурова О. Г. Особенности реакции сердечно-сосудистой системы на локальную мышечную деятельность в различные возрастные периоды // Физиология человека. 2004. Т. 30, № 6. – С. 107–112.

120. Криворучко Е. В. Вариабельность сердечного ритма в практике спортивной медицины и спортивной подготовки: обзор научной литературы // Спортивная медицина. 2006. № 1. С. 37–45.

121. Круцевич Т. Ю., Воробьев М. І., Безверхня Г. В. Контроль у фізичному вихованні дітей, підлітків та молоді. Видання 2-ге. К.: Олімпійська література, 2011. 317 с.

122. Левченко В., Бондаренко В. Стан варіабельності серцевого ритму у дівчат в умовах активної ортостатичної проби // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2007. № 2. С. 70–73.

123. Лизогуб В. С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини: автореф. дис. ... д-ра біол. наук: 03.00.13. К., 2001. 29 с.

124. Лизогуб В. С., Макаренко М. В. Розвиток нейродинамічних функцій в онтогенезі // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми вікової фізіології». Луцьк – Шацькі озера, 29–30 вересня 2005 року. Луцьк: «Вежа», 2005. С. 73–74.

125. Лисовский Б. П., Султанова И. Д. Вариабельность сердечного ритма в период восстановления у студентов с разным уровнем физической работоспособности // Физическое воспитание студентов. 2011. С. 52–55.

126. Лоскутова Т. Д. Функциональное состояние центральной нервной системы и его оценка по параметрам простой двигательной реакции: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 03.00.13. Ленинград, 1977. 24 с.

127. Макаренко О. М., Голубева М. О., Лавренчук А. М. Адаптація студентів-першокурсників до навчання у вищій школі // Архів психіатрії. 2010. № 1(60). С. 17–19.

128. Макаренко М. В., Лизогуб В. С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. Черкаси, Вертикаль, видавець ПП Кандич С. Г., 2011. 256 с.

129. Макаренко М. В., Лизогуб В. С., Юхименко Л. І. Порівняльний аналіз різних показників сили нервових процесів у людини // Фізіологічний журнал. 2002. Т. 48, № 4. С. 70–74.

130. Макаренко М. В., Лизогуб В. С., Петренко Ю. О. та ін. 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.

131. Маринова Т. Ю. Влияние физической нагрузки на гонадотропную и кортикотропную функции гипофиза у мальчиков: дис. ... к. б. н.: 03.00.13. Москва, 1981. 206 с.

132. Маликов М. В., Богдановська Н. В. Особливості функціонального стану організму юнаків та дівчат різних клімато-географічних регіонів СНД // Наук. зап. Тернопіль. педун-ту. Сер. біологія. 2001. №1(12). С. 80–84.

133. Маликов Н. В., Богдановская Н. В. Современные проблемы адаптации (монография). Запорожье: Запорожский национальный университет, 2007. 341 с.

134. Матвеев Л. П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты. М.: Известия, 2001. 333 с.

135. Медик В. А., Токмачев М. С., Фишман Б. Б. Статистика в медицине и биологии: Руководство в 2-х томах / Под ред. Ю. М. Комарова. Т. 1. Теоретическая статистика. М.: Медицина, 2000. 412 с.

136. Меерсон Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика. М., 1981. 278 с.

137. Меерсон Ф. З., Пшенникова М. Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина, 1988. 256 с.

138. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода. Иваново, 2000. 200 с.

139. Мищенко В. С. Физиологический мониторинг спортивной тренировки: современные подходы и направления совершенствования // Наука в олимпийском спорте. 1997. №1 (6). С. 92–103.

140. Мищенко В. С., Лысенко Е. Н., Виноградов В. Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной мышечной деятельности. К.: Науковий світ, 2007. 351 с.

141. Мозжухин А. С. Физиологические резервы спортсмена. Л.: ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта, 1979. 16 с.

142. Морозова Г. И., Овчинников К. В. Исследование психофизиологических особенностей студентов с разным режимом двигательной активности // Валеология. 2007 № 4. С. 25–33.

143. Мохан Р., Гессон М., Гринхафф П. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки. К., Олимпийская литература, 2001. 296 с.

144. Небылицын В. Д. Психофизиологические исследования индивидуальных различий. М.: Наука, 1976. 336 с.

145. Норис С., Смит Д. Физиология // Спортивная медицина. К.: Олимпийская литература, 2003. С. 252–254.

146. О'Брайен М. Профилактика перетренированности // Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения. К.: Олимпийская литература, 2002. С. 246–251.

147. Оцінка адапційних і функціонально-резервних можливостей організму дітей шкільного віку: Науково-методичні рекомендації / Уклад.: Л. В. Квашніна, І. О. Калиниченко. Київ: ДУ «Інститут педіатрії, акушерства та гінекології АМН України», 2009. 16 с.

148. Орлик Н. А., Клименко Е. В., Топчий М. С. Особенности оценки физической работоспособности девушек 17–22 лет в овариально-менструальном цикле // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: материалы XI Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию УО «ГГУ имени Ф. Скорины» (Гомель, 8–9 октября 2015 года). Ч. 1. С. 147–149.

149. Особливості адаптації до умов середньогір'я спортсменів високої кваліфікації, які спеціалізуються у бігу на середні дистанції, залежно від типу вегетативного гомеостазу / Л. Черкес, В. Ільїн, А. Колот, С. Коваль, М. Михайлович // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2014. № 3. С. 82–86.

150. Первак А. Л., Журавлева Ю. В. Информационная система определения адаптационных возможностей организма студентов // Технологический аудит и резервы производства. 2013. № В/3 (14). С. 38–41.

151. Пластунов Б. А., Ковалів М. О. Фізичний розвиток студентів-першокурсників вищих навчальних закладів і чинники, що його формують // АМЛ ХХІ. 2015. № 1. С. 66–74.

152. Платонов В. Н. Адаптация в спорте. К.: Здоров'я, 1988. 216 с.

153. Платонов В. Н. Система подготовки спортсмена в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. К.: Олимпийская литература, 2004. 808 с.

154. Подпала В. В., Плиска О. І., Макарчук М. Ю., Філімонова Н. Б. Адаптація студентів з різним фізичним навантаженням до навчання в педагогічному університеті // Вісник Львівського університету. Серія: біологічна. 2004. Вип. 38. С. 186–193.

155. Приймаков А. А., Дудин Н. П., Данько Т. Г. Текущий и оперативный контроль функционального состояния сердца у спортсменов-борцов высшей квалификации на предсоревновательном этапе подготовки // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. 2003. № 1. С. 115–123.

156. Про затвердження Критеріїв оцінки фізичного розвитку дітей шкільного віку МОЗ України від 13.09.2013 № 802.

157. Пшенникова М. Г. Адаптация к физическим нагрузкам // Физиология адаптационных процессов. М.: Наука, 1986. С. 124–221.

158. Раздайбедін В. М. Адаптація серцево-судинної системи і стан вищої нервової діяльності організму в учнів старшого шкільного віку під впливом тривалих фізичних навантажень: автореф. дис. ... канд. біол. наук 03.00.13. – К., 2006. 22 с.

159. Расулов М. А., Саидов А. Б. Психофизиологические показатели у студентов с разной степенью адаптации во время экзаменационного периода // Лікарська справа. 2009. № 3–4. С. 58–62.

160. Савчук С., Хомич А. Оцінка рівня фізичного розвитку студентів вищого технічного закладу освіти // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві: збірник наукових праць. 2009. № 1. С. 58–61.

161. Самокиш І. І. Физическая работоспособность как основа функциональных возможностей студенческой молодежи // Физическое воспитание студентов. 2016. С. 40–48. doi: 10.15561/20755279.2016/0605.

162. Севрюкова Г. А. Адаптивные изменения функционального состояния и работоспособность студентов в процессе обучения // Гигиена и санитария. 2006. № 1. С. 72–74.

163. Семченко Л. Н., Батрымбетова С. А. Влияние адаптационного потенциала на здоровье студенческой молодежи // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2008. № 3. С. 12–14.

164. Селье Г. Стресс без дистресса. М.: Прогресс, 1982. 126 с.

165. Серета І. В., Александрова О. Е., Дунець І. Л. та ін. Актуальні проблеми університетської гігієни // Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії: XV з'їзд гігієністів України, 20-21 вересня 2012 р.: матеріали з'їзду. Львів: Друкарня ЛНМУ ім. Данила Галицького, 2012. С. 211–213.

166. Сидорова К. А., Сидорова Т. А., Драгич О. А. и др. Анализ морфофункциональной изменчивости организма студентов юношеского возраста в условиях // *Фундаментальные исследования*. 2011. № 12. С. 712–715.

167. Синайко В. М. Особенности динамики психического состояния студентов медицинского вуза // *Український вісник психоневрології*. 2001. Том 9, вип. 2 (27). С. 42–44.

168. Сисоєнко Н. В., Поперечний П. Г. Динаміка фізичного розвитку студентів 17–20 років центрального регіону України // *Адаптаційні можливості дітей та молоді: матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 200-річчю з дня заснування Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»* (Одеса, 15–16 вересня 2016 року, Ч. 2) / голов. ред. А. І. Босенко. Одеса: Рекламсервис, 2016. С. 80–83.

169. Сичов С. О. Фізична активність як фактор зміцнення здоров'я та підвищення працездатності студентської молоді // *Проблеми фізичного виховання і спорту*. 2009. № 12. С. 173–175.

170. Сологуб Е. Б. Функциональные резервы мозга в процессе адаптации к спортивной деятельности // *Современный олимпийский спорт: Материалы Междунар. науч. конгресса* (Киев, май 1993 г.). К.: КГИФК, 1993. С. 275–277.

171. Солодков А. С. Адаптация в спорте: состояние, проблемы, перспективы // *Физиология человека*. 2000. Т. 26. № 6. С. 87–93.

172. Солодков А. С., Судзиловский Ф. В. Адаптивные морфофункциональные перестройки в организме спортсменов // *Теория и практика физической культуры*. 1996. № 7. С. 23–39.

173. Солодков А. С. Итоги и перспективы исследований проблемы адаптации в спорте // *Научно-теоретический журнал «Ученые записки»*. 2005. Выпуск № 18. С. 65–75.

174. Спицин А. П. Оценка адаптации студентов младших курсов к учебной деятельности // *Гигиена и санитария*. 2007. № 3. С. 54–57.

175. Топчій М. С., Босенко А. І., Орлик Н. А. Функціональні можливості юнаків 17–21 років за даними тестування навантаженням зі змінною потужністю // Український журнал медицини, біології та спорту. 2017. № 6 (8). С. 188–195. DOI: 10.26693/jmbs02.06.188.

176. Топчій М. С., Босенко А. І., Дишель Г. О. Факторна структура функціональних можливостей юнаків 17–21 років // Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2017. № 2. С. 75–86.

177. Топчій М. С., Босенко А. І. Стан центральної нервової системи студентів як складової функціональної системи адаптації до дозованих фізичних навантажень // Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність: VI всеукраїнська науково-практична конференція: Черкаси 20–22 вересня 2017 р.: Тези доповідей. Черкаси: ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2017. С. 74.

178. Уилмор Дж. Х., Костил Д. Л. Физиология спорта. К.: Олимпийская литература, 2001. 502 с.

179. Фізичний розвиток дітей різних регіонів України – міські школярі / Під ред. І. Р. Баріяка, Н. С. Польки. Тернопіль: Укр. мед. книга, 2000. Вип. 1. 208 с.

180. Філіппов М. М., Ільїн В. М. Методологічний підхід до оцінювання можливостей виконання фізичних навантажень при заняттях оздоровчим спортом / Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. 2015. Вип. 129, Т 1. С. 285–289.

181. Фокин В. Ф., Пономарева Н. В. Оценка энергозатратных процессов головного мозга человека с помощью регистрации уровня постоянного потенциала // Современное состояние методов неинвазивной диагностики в медицине. Москва, 1996. С. 68–72.

182. Харченко Д. М. Стан психофізіологічних функцій у студентів з різними властивостями основних нервових процесів: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.13. К., 1998. 16 с.

183. Холодов С. А., Бобро О. В., Босенко А. І. Оцінка загального функціонального стану ЦНС у студенток які навчаються на 1 курсах вищих навчальних закладів // Наука і освіта. 2012. № 4. С. 191–194.

184. Холодов С. А., Бобро О. В., Гайдамака А. В. Сравнительная характеристика общего функционального состояния ЦНС у студентов I-II курсов факультета физического воспитания // Адаптаційні можливості дітей та молоді: матеріали XI міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 200-річчю з дня заснування Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського» (Одеса, 15–16 вересня 2016 року, Ч. 2) / голов. ред. А. І. Босенко. Одеса: Рекламсервис, 2016. С. 90–94.

185. Хорьяков В. А. Оценка физического развития юных спортсменов с традиционных и современных позиций // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2012. № 12. С. 140–143. Doi:10.6084/m9.figchare.105472.

186. Хрущев С. В. Здоровье учащихся и совершенствование физкультурно-оздоровительных технологий // Сучасні досягнення валеології та спортивної медицини: VII Міжнародна наук.-прак. конф. Одеса, 21-23 червня 2001. Одеса: Одес. держ. мед. ун-т, 2001. С. 29–36.

187. Цинкер В. М., Дугарова Д. В. Оценка адаптационного потенциала организма спортсменов на различных этапах спортивной тренировки // Вестник Бурятского государственного университета. 2011. № 13. С. 159–162.

188. Цонева Т. Н., Босенко А. И., Полищук Н. С. Координация деятельности сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов при напряженной мышечной работе с повышенной мотивацией // Межинститутский сб. науч. тр. Л., 1991. 230 с.

189. Цьось А., Котов Є. Програма самостійних занять фізичними вправами студентів вищих закладів освіти // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві: зб. наук. праць Волинського

національного університету ім. Лесі Українки Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. Т. 2. С. 271–276.

190. Цяпець С. В., Фекета В. П., Барнада В. В., та ін. Особливості адаптації до навчальних навантажень студентів молодших курсів протягом навчального року залежно від властивостей психофізіологічних функцій // Фізіологічний журнал. 2006. Т. 52, № 2. С. 83.

191. Чазов Е. И. Вклад нарушенных регуляторных механизмов в развитие сердечно-сосудистых патологий // Терапевтический архив. 1999. Т. 71, № 9. С. 8–12.

192. Шутова С. В., Муравьева И. В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС // Вестник ТГУ. 2013. Т. 18, вып. 5. С. 2831–2840.

193. Щегольков А. Н., Приймаков А. А., Пилашевич А. А. Морфофункциональные признаки рациональной и нерациональной адаптации мышц и сердца к высоким тренировочным нагрузкам // Современный олимпийский спорт. К.: Олимпийская литература, 1993. С. 277–279.

194. Яблчанский Н. И., Мартыненко А. В. Вариабельность сердечного ритма в помощь практикующему врачу. Харьков, 2010. 131 с.

195. Adaptation to hypoxia and hyperoxia improves physical endurance: the role of reactive oxygen species and redox-signaling / T. G. Sazontova, O. S. Glazachev, A. V. Bolotova, E. N. Dudnik et al // *Russ Fiziol Zh im I. M. Sechenova*. 2012; 98 (6): 793–807.

196. Age and gender influence muscle sympathetic nerve activity at rest in healthy humans/ A. V. Ng, R. Callister, D. G. Johnson, D. R. Seals // *Hypertension*. 1993. № 21. P. 498–503.

197. Altered autonomic nervous system activity as a potential etiological factor of premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder / Tamaki Matsumoto, Takahisa Ushiroyama, Tetsuya Kimura, Tatsuya Hayashi, Toshio Moritani // *BioPsychoSocial Medicine*. 2007. №. 1 (24). P. 1–24.

198. Awh E., Jonides J. Overlapping Mechanisms of attention and spatial working memory // Trends In Cognitive Sciences. 2002. Vol. 5, № 3. P. 119–126.

199. Badre David, Anthony D. Wagner. Left ventrolateral prefrontal cortex and the cognitive control of memory. *Neuropsychologia*. 2007. № 45. С. 288–290.

200. Baevsky R. M., Funtova I. I. The ballistocardiography in long-term space flights as a method of medical control // Japanese J. Aerospace and Environment. Med. 1997. V. 34. № 4. PP.152–153.

201. Barker D., Wallhead T. & Quennerstedt M. Student learning through interaction in physical education. *European Physical Education Review*. 2016, 4: 1–6.

202. Borresen J., Lambert M. I. Autonomic control of heart rate during and after exercise: measurements and implications for monitoring training status. *Sports Med*. 2008. Vol. 38, № 8. P. 633–646.

203. Bosenco A. I., Topcii M. S. General functional state of the central nervous system of the first and second year students of the physical education faculty // *ScienceRise: Biological Science*. № 4 (7). P. 31-36. DOI: 10.15587/2519-8025.2017.109302.

204. Bosenco A. I., Topcii M. S., Evtuchova L. A. On the normative values of the adaptive potential and their practical application // *Журнал «Известия Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины», Естественные науки*. 2017. № 6 (105). P. 27–32.

205. Brock S. J., Rovegno I. & Oliver K. L. The influence of student status on student interactions and experiences during a sport education unit. *Physical Education and Sport Pedagogy*. 2009, 14(4): 355–375.

206. Cardiovagal response to acute mild exercise in young healthy subjects / G. Raczak, G. D. Pina, M. T. Li-Rover, R. Maestrite, L. Danilowicz-Szymanowicz et al // *Circ J*. 2005. 69 (8): 976–980.

207. Christou Demetra D., Jones Pamela Parker, Seals Douglas R. Baroreflex buffering in sedentary and endu exercise – trained healthy men // *Hypertension*. 2003. Vol. 41, № 6. P. 1219–1222.

208. Crisafulli A., Carta C., Melis F. [et. al.] Hemodynamic responses following intermittent supramaximal exercise in athletes // *Experimental Physiology*. 2004. Vol. 89, № 6. P. 665–674.
209. Diskhuth H. H. Genetik und grenzen der menschlichen Leistungsfahigkeit // *Leistungssport*. 2004. № 1. P. 5–11.
210. Grant C. C., Ker J. A. Autonomic response to exercise as measured by cardiovascular vascular variability. *South African Journal of Sports Medicine*. 2008, № 12. P. 91–94.
211. Guzzetti S. Sympathetic predominance in essential hipertension: a study employing spectral analysis of heart reate variability/ S. Guzzetti, E. Piccaluda, R. Casati et al. // *J. Hypertens*. 1988. V. 6, № 9. P. 711.
212. Heart rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality / C. R. Cole, E. H. Blackstone, F. J. Pashkow, C. E. Snader, M. S. Lauer // *N. Engl. J. Med*. 1999. № 341. P. 1351–1357.
213. Hautala A. J. Individual responses to aerobic exercise: the role of the autonomic nervous system / A. J. Hautala, A. M. Kiviniemi, M. P. Tulppo // *Neurosci. Biobehav. Rev*. 2009, Vol. 33(2). P.107–115.
214. Hargreaves M. Skeletal Muscle Carbohydrate Metabolism During Exercise // *Exercise Metabolism. Human Kinetics*, 1999. P. 41–72.
215. Hartley L. H. Cardiac function and endurance // *Endurance in Sport*. Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. P. 72–79.
216. Hottenrott K., Hoos O., Esperer H. D. Heart rate variability and physical exercise. *Current Status. Hertz*. 2006, 31 (6): 544–552.
217. Kang M. Should the physical educator be held accountable for student physical activity levels beyond physical education? *Physical Education, Recreation and Dance*. 2016, 87(6): 55–56.
218. Korobeynikov G., Korobeynikova L. Psychophysiological Peculiarities of Sexual Dimorphism in Athletes // *The 12 European Congress of Psychology, Istanbul*, 2011, 04/08 July. P. 649.

219. Kouidi E., Haritonidis K., Koutlianos N., Deligiannis A. Effects of athletic training on heart rate variability triangular index // *Clin. Physiol. and Funct. Imag.* 2002. Vol. 22, № 4. P. 279–284.

220. Long time exercise training improves autonomic nervous system profile in professional runners / A. Pelliccia, N. Kinoshita, C. Pisicchio, F. Quattrini et al // *J Am Coll Cardiol.* 2010, 55 (15): 1619–1625. Doi 10.1016/j.jacc.2009.10.068.

221. Long-term high intensity sport practice modulates adaptive changes in athletes heart and in the autonomic nervous system profile / W. Slomko, . Slomko, T. Kowalik, J. J. Klawe et al // *J Sports Med Phys. Fitness.* 2017. doi: 10.23736/S0022-4707.17.01230-9.

222. Malikov M. V. Adaptive abilities of organism: theoretic and applied aspects. *The Journal Physiological Sciences // The XXXVI International Congress of Physiological Science (IUPS 2009).* Vol. 59, Suppl. 1, 2009. P. 123.

223. Martinez-Aranda L. M., Fernandez-Gonzalo R. Effects of Inertial Setting on Power, Force, Work, and Eccentric Overload During Flywheel Resistance Exercise in Women and Men. *J Strenht Cond Res.* 2017, 31 (6): 1653–1661. doi: 10.1519/JSC.0000000000001635.

224. Mechanism of changing adaptation potential and morpho-biochemical parameters of erythrocytes in students with different modes of daily activity after physical loading / S. L. Popel, B. M. Mytckan, E. Y. Lapkovskiy, B. P. Lisovskiy, Y. N. Yatciv et al // *Regulatory Mechanisms in Biosystems,* 2017, 8(2): 124–134. doi: 10.15421/021721.

225. Mogenson G. J., Jones D L., Jim C. J. From motivation to action functional interface between the limbic system and the motor system // *Progress in Neurobiology.* 1980. Vol. 14.

226. Norrbrand L., Pozzo M., Tesch P. A. Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *Eur J. Appl Physiol.* 2010, 110 (5): 997–1005. doi: 10.1007/s00421-010-1575-7.

227. Pierpont G. L. Heart rate recovery post-exercise as an index of parasympathetic activity/ G. L. Pierpont, D. R. Stolpman, C. C. Gornick // *J. Auton. Nerv. Syst.* 2000. N 80. P. 169–174.
228. Platonov V. N. *Teoria general del entrenamiento deportivo Olimpico.* Barcelona: Paidotribo, 2002. 686 p.
229. Platonov V. N., Bulatova M. M. *Preparacao Fisica.* Rio de Janeiro: Sprint, 2003. 388 p.
230. Robergs R. A., Roberts S. O. *Fisiologia do Exercicio.* Sao Paulo: Phorte Editora, 2002. 490 p.
231. Roberts R. A., Pascoe D. D., Costill D. L., Fink W. J., Chwalbinska-Moneta J., Davis J. A., Fickner R. Effects of warm-up on muscle glycogenolysis during intense exercise // *Med. Sci. Sports Exerc.* 1991. № 23. P. 37–43.
232. Spriet L. L. Anaerobic metabolism during high-intensity exercise // *Exercise metabolism. Human Kinetics*, 1999. P. 1–40.
233. Strelay J., Angleitner A., Bantelmann J., Ruch W. The Temperament Inventory-Revised (STI-R). Teoretical considerations and scale development // *Europ. Journ. Personality.* 1990. № 4. P. 209–213.
234. Sympathetic control of the cerebral vasculature in human / J. W. Hamner, C. O. Tan, K. Lee et al // *Stroke.* 2010. V.41 (1). P. 102–109.
235. Svedenhag J. *Endurance Conditioning // Endurance in Sports.* Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1992. P. 290–299.
236. The assessment of influence of long-term exercise training of autonomic nervous system activity in young athletes preparing for competitions / L. Danilowicz-Szymanowicz, M. Figura-Chmielewska, A. Raczak, M. Szwoch, W. Ratkowski // *Pol Mercul Lekarski.* 2011, 30 (175): 19–25.
237. The effect of an extreme endurance exercise event on autonomic nervous system activity / L. Danilowicz-Szymanowicz, J. Raczak, G. D. Pina, R. Maestrite, B. Ratkowski et al // *Pol Mercul Lekarski.* 2005, 19 (109): 28–31.

238. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring / D. J. Plews, P. B. Laursen, A. E. Kilding, M. Buchheit // *Sports Med.* 2013, 43 (9): 773–781. doi: 10.1007/s40279-013-0071-8.

239. Tunnemann H. Evolution and adjustments for the new rules in wrestling. Psychophysiological // *International Journal of Wrestling Science.* 2013. V. 3 (2). P. 94–105.

240. Turkmen M., Barutcu I., Esen A. [et. al.] Assessment of QT interval duration and dispersion in athlete's heart // *J. Int. Med. Res.* 2004. Vol. 32, № 6. P. 626–632.

241. Williams W. Physiological Profiles of Elite Freestyle Wrestlers // *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1998. V. 30, № 5. 34 p.

242. Wilmore J. H., Costil D. L. *Physiology of sport and exercise.* Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004. 726 p.

243. Wolf S., Brözl E., Keune Ph.M., Wesa B., Hautzinger M. Motor skill failure or flow-experience? Functional brain asymmetry and brain connectivity in elite and amateur table tennis players // *Biological Psychology.* 2015. V. 105. P. 95–105.

244. Voors A. W. Resting heart rate and pressure–rate product of children in total biracial community. The Bogalusa heart Study / A. W. Voors, L. S. Webber, G. S. Berenson // *Am. J. Epidemiol.* 2009. Vol. 116. P. 276–286.

ДОДАТКИ

Таблиця А.1

Оціночна таблиця загальної фізичної працездатності юнаків 17-21 років, студентів факультету фізичного виховання, за даними фізичного навантаження зі зміною потужності (з реверсом)

Оцінка	Шкала	W _{рев} , Вт	T _{заг} , с	A _{заг} , кДж	PWC ₁₇₀ , Вт	PWC ₁₇₀ , Вт/кг	МСК, л/хв	МСК/кг, мл/хв/кг
Низька	M < -2δ	< 125,11	< 454,97	< 24,71	< 135,78	< 1,91	< 2,89	< 38,29
Нище за середню	M від -1δ до -2δ	125,12–153,51	454,98–558,25	24,72–42,36	135,79–175,82	1,92–2,43	2,90–3,42	38,30–46,49
Середня	M ±1δ	153,52–210,32	558,26–764,81	42,37–77,67	175,83–255,91	2,44–3,49	3,43–4,51	46,50–62,89
Вище за середню	M від +1δ до +2δ	210,33–238,73	764,82–868,09	77,68–95,32	255,92–295,95	3,50–4,02	4,52–5,05	62,90–71,09
Висока	M >+2δ	>238,74	>868,10	> 95,33	> 295,96	> 4,03	> 5,06	> 71,10

Таблиця А.2

Оціночна таблиця показників рівня напруження організму юнаків 17–21 років, студентів факультету фізичного виховання, за даними фізичного навантаження зі зміною погужності (з реверсом)

Оцінка	Шкала	A1, кДж	A2, кДж	W поч., Вт	W реверс., Вт	W вих., Вт	W max, Вт	dWp, Вт	dWz, Вт
Низька	M < -2δ	< 0,83	< 0,80	< 50,10	< 232,24	< 113,35	< 194,49	< 15,32	< 44,68
Нище за середню	M від -1δ до -2δ	0,84–1,20	0,81–1,17	50,11–87,97	232,25–300,47	113,36–166,57	194,50–280,10	15,33–23,54	44,69–68,87
Середня	M ±1δ	1,21–1,94	1,18–1,94	87,98–163,70	300,48–436,95	166,58–273,01	280,11–451,34	23,55–39,99	68,88–117,26
Вище за середню	M від +1δ до +2δ	1,95–2,31	1,95–2,31	163,71–201,56	436,96–505,19	273,02–326,23	451,35–536,95	40,0–48,20	117,27–141,46
Висока	M > +2δ	> 2,32	> 2,32	> 201,57	> 505,20	> 326,24	> 536,96	> 48,21	> 141,47

Таблиця А.3

Оціночна таблиця частоти серцевих скорочень юнаків 17–21 років, студентів факультету фізичного виховання, за даними фізичного навантаження зі зміною потужності (з реверсом)

Оцінка	Шкала	ЧСС поч., уд / хв	ЧСС пор, уд / хв	ЧСС мах, уд / хв	ЧСС вих., уд / хв	ЧСС сер, уд / хв	L, уд
Низька	$M < -2\delta$	> 103	> 112	> 171	> 134	> 140	< 976
Нище за середню	M від -1δ до -2δ	89–102	99–111	164–170	121–133	133–139	977–1170
Середня	$M \pm 1\delta$	60–88	72–98	149–163	94–120	117–132	1171–1559
Вище за середню	M від $+1\delta$ до $+2\delta$	46–59	59–71	142–148	80–93	109–116	1560–1753
Висока	$M > +2\delta$	< 45	< 58	< 141	< 79	< 108	> 1754

Таблиця А.4

Оціночна таблиця ефективності регуляції серцевої діяльності юнаків 17-21 років, студентів факультету фізичного виховання, за даними фізичного навантаження зі зміною потужності (з реверсом)

Оцінка	Шкала	S1, Вт	S2, Вт	S3, Вт	T ін, у. о.	K ін, у. о.	K прсп, у. о.	K еф, у. о.	K ссс, у. о.	Кокз, у. о.
Низька	M < -2δ	< 2918	< 72	< 955	< 27,71	< 0,93	< 0,008	< 0,029	< 0,71	< 0,15
Нище за середню	M від -1δ до -2δ	2919-5040	73-129	956-1728	27,72-41,87	0,94-0,95	0,009-0,099	0,03-0,049	0,72-1,22	0,16-0,27
Середня	M ±1δ	5041-9283	130-241	1729-3274	41,88-70,19	0,96-0,98	0,01-0,02	0,05-0,08	1,23-2,24	0,28-0,50
Вище за середню	M від +1δ до +2δ	9284-11405	242-301	3275-4047	70,20-84,35	0,99-1,0	0,021-0,03	0,081-0,1	2,25-2,74	0,51-0,62
Висока	M >+2δ	> 11406	> 302	> 4048	> 84,36	> 1,01	> 0,031	> 0,11	> 2,75	> 0,63

*Додаток Б.1***Перелік змінних, які були включені в кореляційний і факторний аналіз ♥**

№ з/п	Назва змінної	Одиниця виміру
<i>Показники фізичного розвитку</i>		
1	Довжина тіла в положенні стоячи	см
2	Довжина тіла в положенні сидячи	см
3	Маса тіла	кг
4	Окружність грудної клітки в спокої	см
5	Окружність грудної клітки в фазі вдиху	см
6	Окружність грудної клітки в фазі видиху	см
7	Життєва ємність легенів (ЖЄЛ)	мл
8	Динамометрія станова	кг
9	Динамометрія ведучої і неведучої руки	кг
<i>Показники загальної фізичної працездатності</i>		
10	Час виконаної роботи (Т заг)	хв
11	Обсяг виконаної роботи (А заг)	кДж
12	Потужність реверсу навантаження (W рев)	Вт
13	Абсолютний показник фізичної працездатності (PWC ₁₇₀)	Вт
14	Відносний показник фізичної працездатності (PWC ₁₇₀ /кг)	Вт/кг
15	Максимальне споживання кисню (МСК)	мл/хв
16	Відносний показник максимального споживання кисню (МСК/кг)	мл/хв/кг
<i>Показники рівня напруження організму</i>		
17	Ступінь активації організму перед навантаженням (W поч)	Вт
18	Рівень напруження організму в момент реверсу (W ₁ рев)	Вт
19	Максимальний рівень напруження організму (W max)	Вт
20	Рівень напруження організму наприкінці навантаження (W вих)	Вт
21	Витрати потужності організму на навантаження (dWp)	Вт

Продовження додатку Б.1		
22	Приріст внутрішньої потужності під впливом проби (dW_z)	Вт
23	Зовнішня робота серцевого скорочення при збільшенні навантаження (A_1)	Дж
24	Зовнішня робота серцевого скорочення при зменшенні навантаження (A_2)	Дж
<i>Показники частоти серцевих скорочень в процесі навантаження</i>		
25	Частота серцевих скорочень перед навантаженням (ЧСС поч)	уд/хв
26	Порогова частота серцевих скорочень (ЧСС пор)	уд/хв
27	Частота серцевих скорочень на реверсі навантаження (ЧСС рев)	уд/хв
28	Максимальна частота серцевих скорочень (ЧСС max)	уд/хв
29	Частота серцевих скорочень наприкінці м'язової роботи (ЧСС вих.)	уд/хв
30	Середня частота серцевих скорочень (ЧСС сер)	уд/хв
31	Пульсова вартість виконаної роботи (L)	уд
<i>Показники ефективності регуляції серцевої діяльності</i>		
32	Площа петлі гістерезису повного циклу навантаження ($S_{1,}$)	Вт/с
33	Площа ділянки петлі при реверсі навантаження ($S_{2,}$)	Вт/с
34	Площа ділянки петлі періоду впрацювання ($S_{3,}$)	Вт/с
35	Час інерції (T ін)	с
36	Коефіцієнт інерції (K ін)	у. о.
37	Коефіцієнт швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень (K прсп)	у. о.
38	Коефіцієнт ефективності регуляції серцевої діяльності (K еф)	у. о.
39	Коефіцієнт залишкових адаптивних резервів (K ссс)	у. о.
40	Коефіцієнт залишкового кисневого боргу (K окз)	у. о.
<i>Показники механізмів регуляції серцевого ритму ♦</i>		
41	Модальне значення (M_o)	с
42	Амплітуда моди ($A M_o$)	%
43	Варіаційний розкид (ΔX)	с
44	Індекс напруги регуляторних механізмів (ІН)	у. о.

Продовження додатку Б.1		
45	Вегетативний показник ритму (ВПР)	у. о.
46	Індекс вегетативної рівноваги (АМо/ΔХ)	у. о.
47	Показник адекватності процесів регуляції (Амо/Мо)	у. о.
48	Активність адренергічних або холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції (Мо/ΔХ)	у. о.
<i>Показники загального функціонального стану мозку (за даними рефлексометрії) ♥♥</i>		
49	Функціональний рівень системи (ФРС)	у. о.
50	Стійкість реакції (СР)	у. о.
51	Рівень функціональних можливостей (РФМ)	у. о.
52	Значення часу реакції, яке найбільш часто зустрічається (Т mod)	с
53	Максимальна ймовірність, яка відповідає межам модального класу (Р max)	
54	Діапазон часу реакцій на рівні 0,5 Р max	с
55	Значення часу реакції, яке відповідає середині діапазону ΔТ 0,5	с

Примітки: ♥ – загальна кількість змінних 86; ♦ – стан механізмів регуляції визначали у відносному спокої, на реверсі навантаження, наприкінці м'язової роботи та на п'ятій хвилині відновлення; ♥♥ – оцінку ЗФС мозку проводили до навантаження і на п'ятій хвилині відновлення

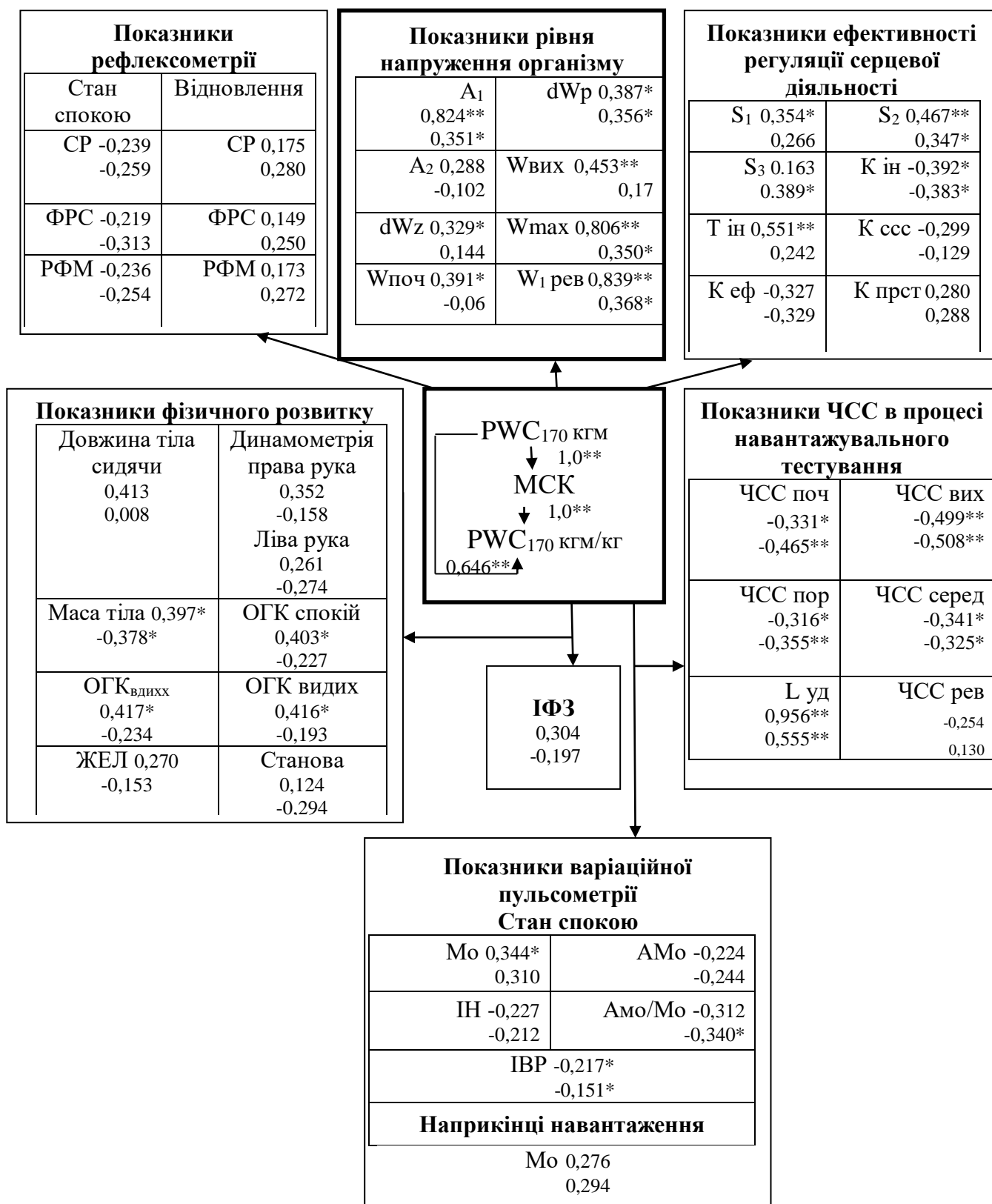


Рис. В. 1. Залежність між рівнем аеробної працездатності і функціональними механізмами адаптації юнаків 17 років: в чисельнику вказані коефіцієнти PWC_{170} і МСК, в знаменнику – $PWC_{170/кг}$ (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$)

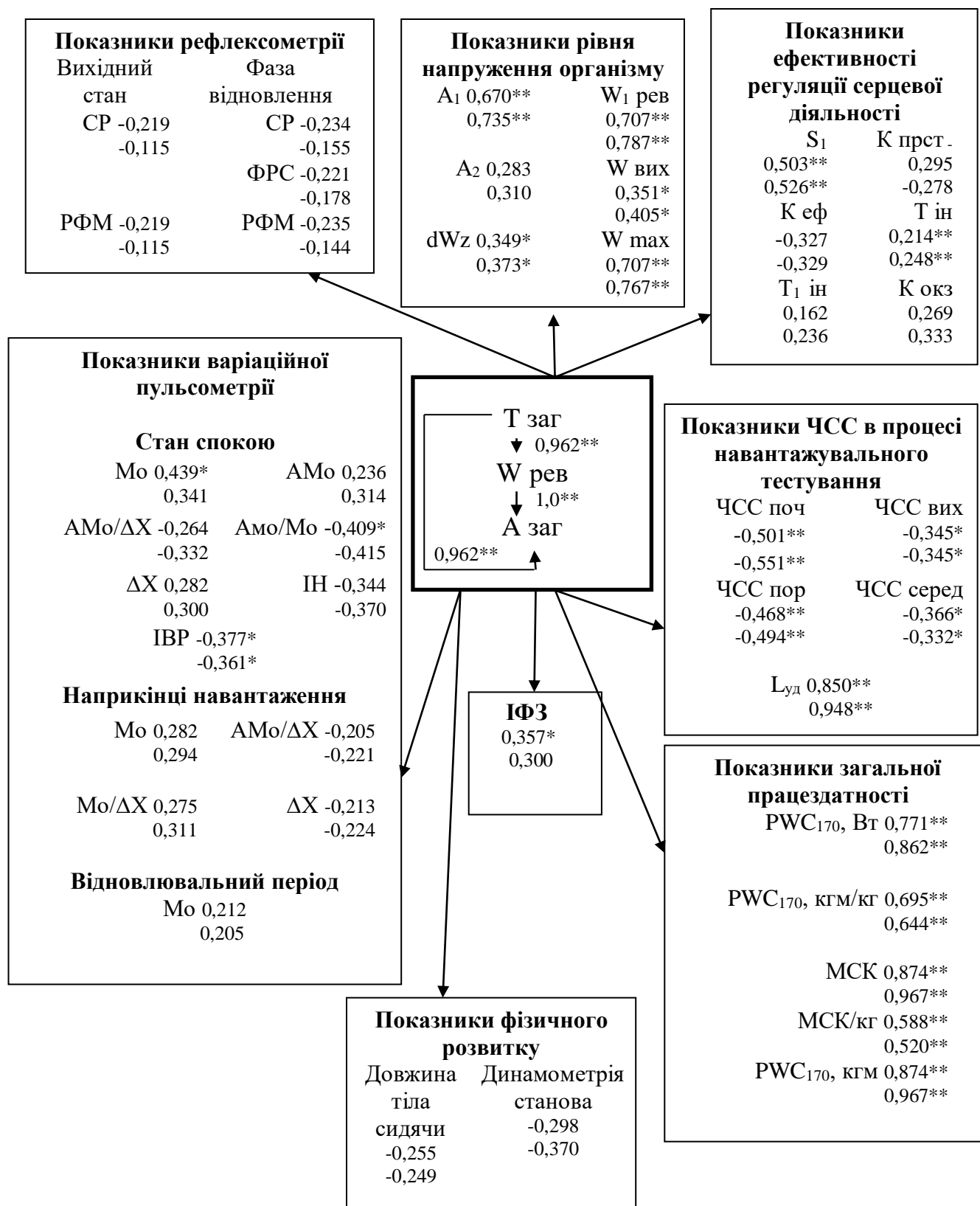


Рис. В. 2. Залежність між критеріями фізичного стану і функціональними механізмами адаптації юнаків 18 років: в чисельнику вказані коефіцієнти Т заг, в знаменнику – А заг і W рев (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$)

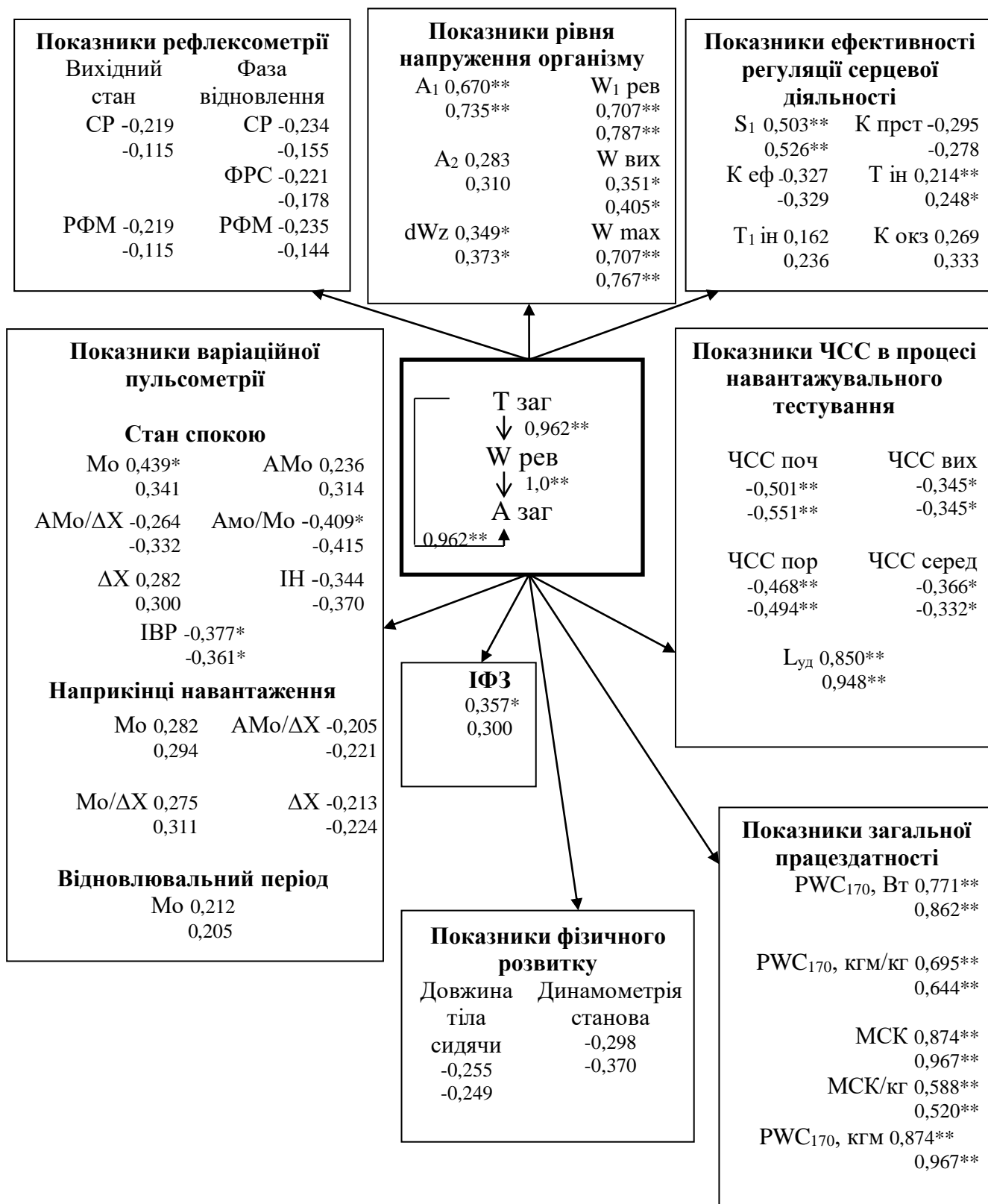


Рис. В. 3. Залежність між критеріями фізичного стану і функціональними механізмами адаптації юнаків 19 років: в чисельнику вказані коефіцієнти T заг, в знаменнику – A заг і W рев (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$)

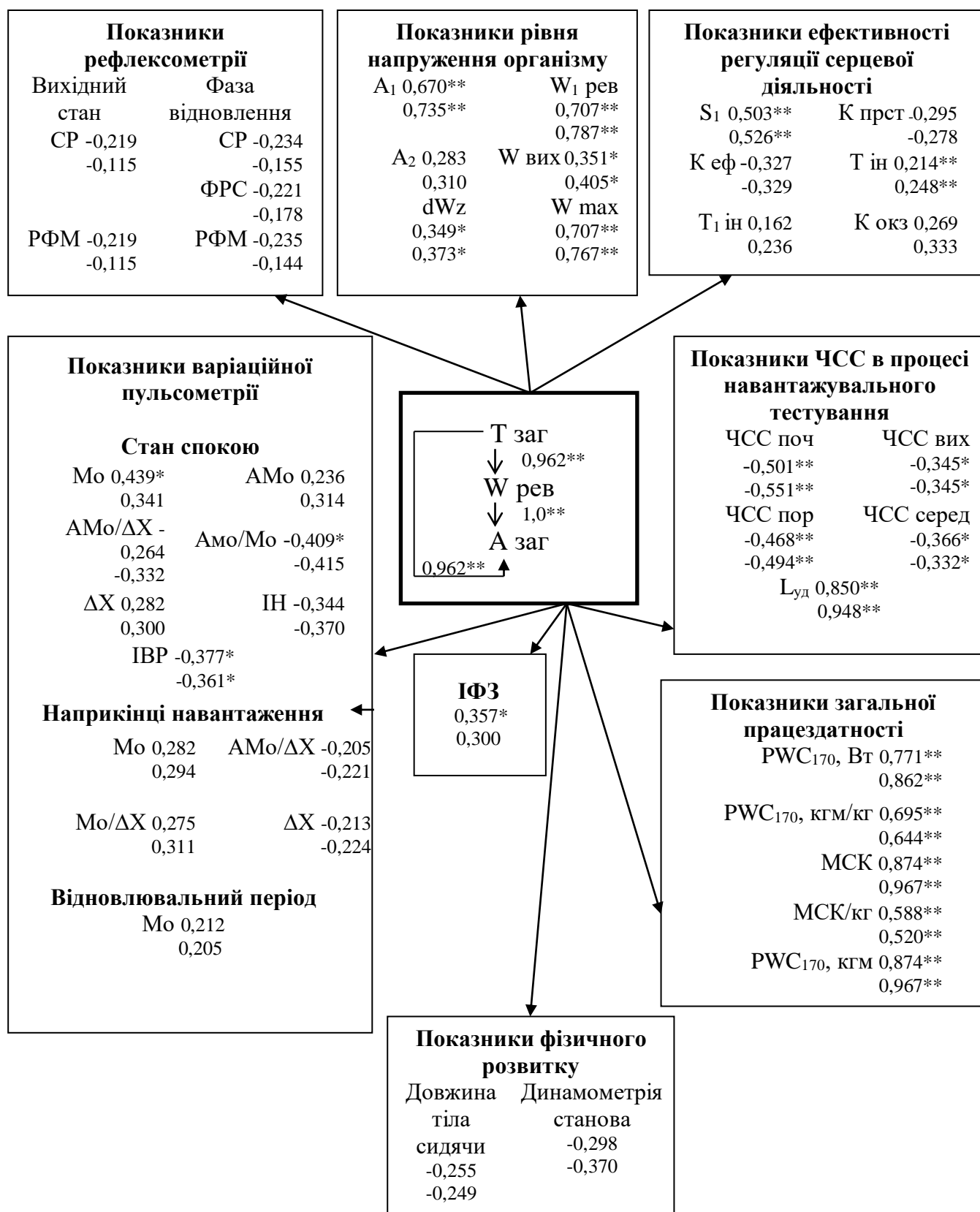


Рис. В. 4. Залежність між критеріями фізичного стану і функціональними механізмами адаптації юнаків 20 років: в чисельнику вказані коефіцієнти T заг, в знаменнику – A заг і W рев (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$)

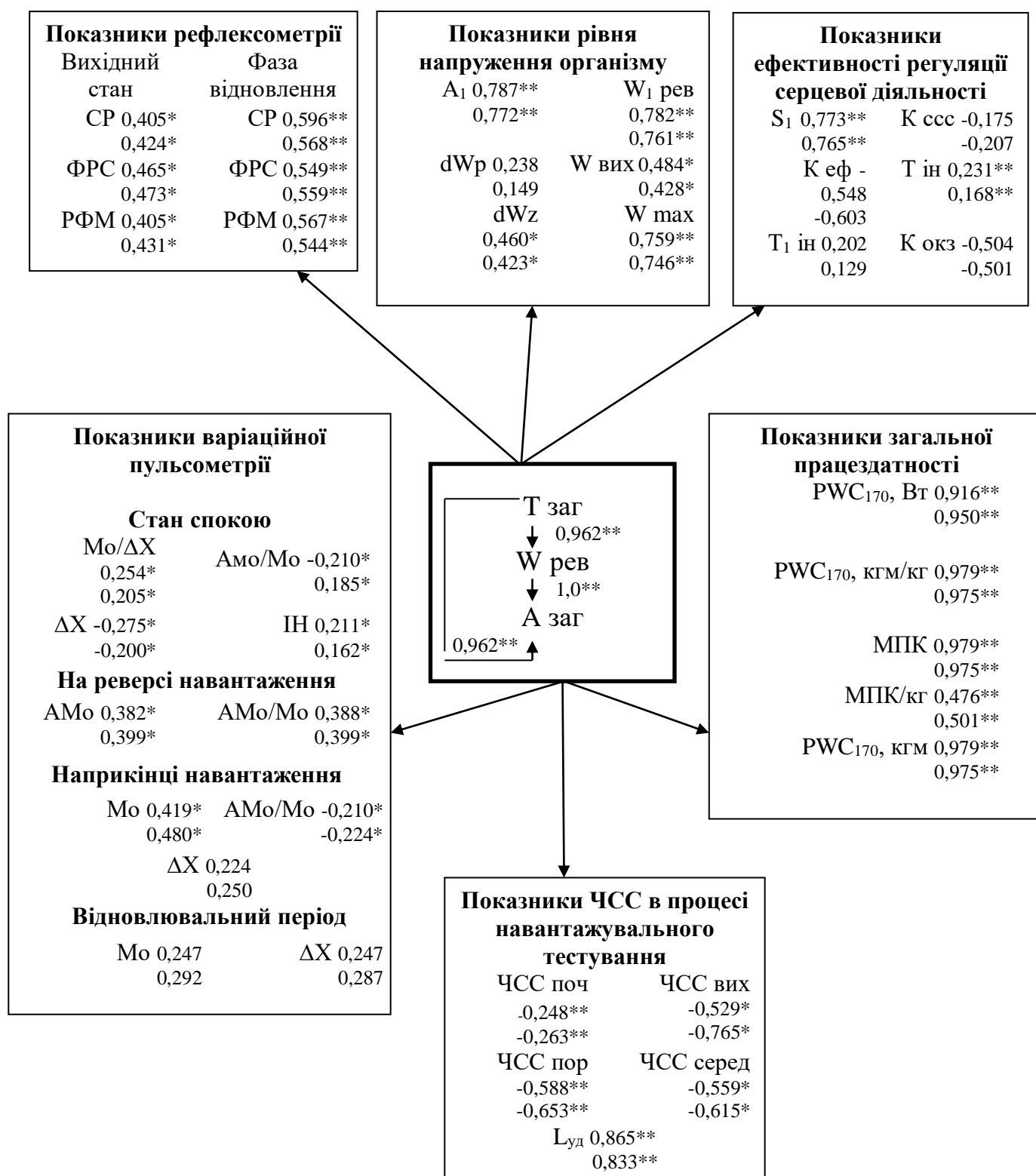


Рис. В. 5. Залежність між критеріями фізичного стану і функціональними механізмами адаптації юнаків 21 року: в чисельнику вказані коефіцієнти T заг, в знаменнику – A заг і W рев (* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$)

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

7. Босенко А. І., Топчій М. С. Стан механізмів регуляції серцевого ритму студентів молодших курсів факультету фізичного виховання при виконанні дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом // Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2017. № 1. С. 11–18. *Особистий внесок здобувача полягав в проведенні експериментальних досліджень, статистичній обробці результатів, їх аналізі, спільно з співавтором підготував матеріали до друку.*

8. Bosenco A. I., Topcii M. S. General functional state of the central nervous system of the first and second year students of the physical education faculty // ScienceRise: Biological Science. 2017. № 4 (7). P. 31–36. DOI: 10.15587/2519-8025.2017.109302. *Здобувач особисто виконав весь обсяг експериментальних досліджень, статистичну обробку результатів, їх аналіз, спільно з співавтором підготував матеріали до друку.*

9. Топчій М. С., Босенко А. І., Орлик Н. А. Функціональні можливості юнаків 17–21 років за даними тестування навантаженням зі змінною потужністю // Український журнал медицини, біології та спорту. 2017. № 6 (8). С. 188–195. DOI: 10.26693/jmbs02.06.188. *Автором отримано експериментальні дані, здійснено статистичну обробку і аналіз, спільно з співавторами підготовлено матеріали до друку.*

10. Топчій М. С., Босенко А. І., Дишель Г. О. Факторна структура функціональних можливостей юнаків 17–21 років // Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2017. № 2. С. 75–86. *Здобувач особисто виконав весь обсяг експериментальних досліджень, статистичну обробку результатів, аналіз і узагальнення отриманих даних, спільно з співавторами підготував матеріали до друку.*

11. Босенко А. І., Борщенко В. В., Топчій М. С., Шавініна А. О. Стан механізмів регуляції кардіоритму у дівчат 7–16 років протягом навчання в школі // Вісник проблем біології і медицини. 2017. Вип. 2 (136). С. 395–401. *Здобувач особисто виконав аналіз і узагальнення отриманих даних, спільно з співавторами підготував матеріали до друку.*

12. Bosenco A. I., Topcii M. S., Evtuchova L. A. On the normative values of the adaptive potential and their practical application // Журнал «Известия Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины», Естественные науки. 2017. № 6 (105). Р. 27–32. *Особистий внесок здобувача – аналіз сучасного стану проблеми адаптивних реакцій юнаків, статистична обробка результатів, спільно з співавторами підготував матеріали до друку.*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. Босенко А. И., Топчий М. С., Руденко И. Н. Методы исследования функциональных резервов детей и молодежи // Восточное партнерство в сфере педагогических инноваций в инклюзивном образовании в рамках Междунар. проекта TEMPUS “INOVEST”, г. Кишинев, 6–10 июля 2015 г. / под общей ред. С. Кайсына. Институт Непрерывного Образования, 2015. Psihologie. Pedagogie specială. Asistența socială. Chișinău, 2015. Р. 64–72.

2. Орлик Н. А., Клименко Е. В., Топчий М. С. Особенности оценки физической работоспособности девушек 17–22 лет в овариально-менструальном цикле // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: материалы XI Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию УО «ГГУ имени Ф. Скорины» (Гомель, 8–9 октября 2015 года). Ч. 1. С. 147–149.

3. Топчій М. С., Босенко А. І. Стан механізмів регуляції серцевого ритму футболістів 17–18 років, за даними тестування навантаженням за замкнутим циклом // Проблеми активізації рекреаційно-оздоровчої діяльності населення: матеріали X Всеукр. наук.-практ. конф. з між нар. участю. Львів: ЛДУФК, 2016. С. 296–300.

4. Босенко А. И., Топчий М. С. Общее функциональное состояние центральной нервной системы у студентов 1 курса факультета физической реабилитации // Матеріали Міжнародного симпозіуму «Освіта і здоров'я підростаючого покоління»: Зб. наук. праць. Київ, 2016. Вип. 1. С. 255–258.

5. Босенко А. І., Топчий М. С., Дишель Г. О., Слободян М. І. Динаміка омега-потенціалу у дітей молодшого шкільного віку під впливом розумових і фізичних навантажень // Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 6–7 окт. 2016 г. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина; редкол.: С. М. Блоцкий (отв. ред.) [и др.]. Мозырь, 2016. С. 167–169.

6. Босенко А. І., Топчий М. С., Калайда С. О. Динаміка механізмів регуляції серцевого ритму юнаків-студентів на дозовані фізичні навантаження // Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини (для студентів та молодих вчених): наук.-практ. конф. з між нар. участю, присвячена 100-річчю зі дня народження І. Г. Герцена. Одеса, 27–28 квітня 2017 року. Одеса: ОНМедУ, 2017. С. 176–177.

7. Босенко А. І., Топчий М. С. Стан механізмів регуляції серцевого ритму студентів молодших курсів факультету фізичного виховання // Актуальні проблеми сучасної освіти та науки в контексті євроінтеграційного поступу: матеріали доповідей учасників III Міжнародної науково-практичної конференції (18–19 травня 2017 року) / упоряд. О. І. Бундак, Н. В. Лящук, Н. Г. Конон. Луцьк: ЛПрОЛ, 2017. С. 216–218.

8. Топчий М. С., Босенко А. І. Стан центральної нервової системи студентів як складової функціональної системи адаптації до дозованих фізичних навантажень // Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність: VI всеукраїнська науково-практична конференція: Черкаси 20-22 вересня 2017 р.: Тези доповідей. Черкаси: ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2017. С. 74.

9. Босенко А. И., Топчий М. С., Дишель Г. А. Оценка адаптационных возможностей кровообращения школьниц в условиях разной мотивации

деятельности // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: материалы XII международной научно-практической конференции (Гомель, 5–6 октября 2017 года). Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. Ч. 1. С. 26–30.

10. Босенко А. І., Топчій М. С. Щодо інформативності індексу функціональних змін у характеристиці адаптаційного потенціалу // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Здоров'я людини: теорія і практика», присвяченої 25-річчю Медичного інституту Сумського державного університету / за заг. ред. О. О. Єжової. Суми: Сумський державний університет, 2017. С. 37–38.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

13. Босенко А. І., Топчій М. С. Пристрій для реєстрації омега-потенціалу з поверхні шкіри голови «РОП-1»: патент України на корисну модель № 123121; Заявл. 01.09.2017; Опубл. 12.02.2018; Бюл. № 3. 6 с.

Відомості про апробацію результатів дисертації

1. Адаптаційні можливості дітей та молоді: X Міжнародна науково-практична конференція (Одеса, 11–12 вересня 2014 р., очна).

2. Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма: V Міжнародна науково-практична конференція (Мозир, Республіка Білорусь, 9–11 жовтня 2014 р., очна).

3. Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: XI Міжнародна науково-практична конференція (Гомель, Республіка Білорусь, 8–9 жовтня 2015 р., заочна).

4. Проблеми активації рекреаційно-оздоровчої діяльності населення: X Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю (12–13 травня 2016 р., Львів, заочна).

5. Освіта і здоров'я підростаючого покоління: Міжнародний симпозіум (Київ, 26–28 квітня 2016 р., очна).
6. Адаптаційні можливості дітей та молоді: XI Міжнародна науково-практична конференція (Одеса, 15–16 вересня 2016 р., очна).
7. Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма: V Міжнародна науково-практична конференція (Мозир, Республіка Білорусь, 6–7 жовтня 2016 р, заочна).
8. Сучасні теоретичні і практичні аспекти клінічної медицини: науково-практична конференція з міжнародною участю, присвячена 100-річчю з дня народження І. Г. Герцена (Одеса, 27–28 квітня 2017 р., очна).
9. Актуальні проблеми сучасної освіти та науки в контексті євро інтеграційного поступу: III Міжнародна науково-практична конференція (Луцьк, 18–19 травня 2017 р., заочна).
10. Глобальні виклики педагогічної освіти в університетському просторі: II Міжнародний конгрес (Одеса, 18–19 травня 2017 р., очна).
11. Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність: VI всеукраїнська науково-практична конференція (Черкаси, 20–22 вересня 2017 р., очна).
12. Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: XII Міжнародна науково-практична конференція (Гомель, Республіка Білорусь, 5–6 жовтня 2017 р., заочна).
13. Здоров'я людини: теорія і практика: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 25-річчю Медичного інституту Сумського державного університету (Суми, 17–19 жовтня 2017 р., заочна).
14. Актуальні проблеми сучасної біомеханіки фізичного виховання та спорту: X Міжнародна науково-практична конференція пам'яті Анатолія Миколайовича Лапутіна (Чернігів, 19–20 жовтня 2017 р., заочна).



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Державний заклад

"ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ К. Д. УШІНСЬКОГО"

65000, м. Одеса, вул. Старопортової, 26. Тел.: (048) 724-09-98, факс: (048) 712-51-01
E-mail: pdpu@pdpu.od.ua

від 19.01.18 № 101/19
на № _____ від _____

Довідка

про вираження результатів дисертаційного дослідження

Тончій Марії Серіївни

на тему:

«Функціональні механізми адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень»
на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук
зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварини

Матеріали дисертаційного дослідження Тончій Марії Серіївни упродовж 2017-2018 навчального року виражені в освітній процес Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського».

У ході вираження розроблені автором нормативні оціночні таблиці були використані в процесі періодичного педагогічного та медико-біологічного контролю динаміки функціональних можливостей юнаків 17-21 років упродовж усього періоду навчання. Результати дисертаційної роботи покладені в навчальні посібники «Фізіологія спорту» для студентів факультету фізичного виховання, який увійшов до комплексу навчально-методичного забезпечення підготовки бакалаврів з відповідної дисципліни. Вираження в професійну підготовку студентів окремих положень дисертаційного дослідження Тончій М. С. сприяло підвищенню пізнавального інтересу студентів та рівня оволодіння знаннями про адаптаційні можливості людини взагалі і юнацького періоду, зокрема.

Результати дисертаційного дослідження Тончій М. С. обговорювались на засіданні кафедри біології і основ здоров'я Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського» (протокол № 5 від 04 січня 2017 року), отримали позитивну оцінку та рекомендовані для подальшого використання в освітньому процесі.

Проректор з наукової роботи

Декан факультету фізичної реабілітації

Декан факультету фізичного виховання



[Signature]

Т. І. Кейчева

Б. Г. Шермет

Б. Т. Долинський



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ІМ. О. С. ПОПОВА
(ОНАЗ ім. О.С. Попова)

вул. Ковалівська, 1, м. Одеса, 65009, тел.: +38-048-7050333, тел./факс: +38-048-7050421,
Internet: <http://onaz.edu.ua>, Email: onaz@onaz.edu.ua

На № 10.09.2017 № 01-25-255 від _____

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

- 1. Найменування впровадження:** «Функціональні механізми адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень».
- 2. Установа, розробник:** Топчій Марія Сергіївна, аспірант кафедри біології і основ здоров'я Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського.
- 3. Джерело інформації:** матеріали дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.13 «Фізіологія людини і тварин».
- 4. Базова установа, яка здійснює впровадження:** Одеська національна академія зв'язку імені О.С. Попова.
- 5. Термін впровадження:** 2016–2017 навчальний рік.
- 6. Форма впровадження:** в освітній процес – у матеріали практичних занять дисципліни «Фізичне виховання», спортивних секцій «Спортивне виховання», «Фізичне виховання» і «Фізична реабілітація», а також у наукову роботу кафедри.

Акт впровадження результатів дисертаційного дослідження Топчій Марії Сергіївни на тему: «Функціональні механізми адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.13 «Фізіологія людини і тварин» обговорена і затверджена на засіданні кафедри фізичного виховання Одеської національної академії зв'язку імені О.С. Попова, протокол № ____ від ____ листопада 2017 року.

Проректор з наукової роботи, к. т. н., н.

В.А. Каптур

Завідувач кафедри фізичного виховання, к. п. н.

С.С. Галуза



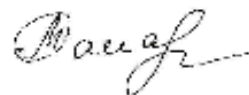
Довідка
про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Топчій Марії Сергіївни
«Функціональні механізми адаптації юнаків різного віку до навчальних навантажень»
на здобутти наукового ступеня кандидата біологічних наук
зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин

Матеріали дисертаційного дослідження Топчій Марії Сергіївни упродовж 2017-2018 навчального року впроваджені в освітній процес кафедри фізіології людини і тварин Одеського національного університету імені І. І. Мечникова в програму дисципліни «Вікова фізіологія», що сприяло отриманню студентами теоретичних знань і набуттю практичних навичок з використання адаптаційних можливостей серцево-судинної й центральної нервової систем юнаків протягом усього періоду навчання.

Розроблені автором орієнтовні нормативні таблиці і блок-схема оцінки функціональних можливостей юнаків 17-21 років можуть бути використані в процесі періодичного педагогічного та медико-біологічного контролю виконувач усього періоду навчання, а також студентами самостійно. Впровадження в професійну підготовку студентів окремих положень дисертаційного дослідження Топчій М. С. сприяло підвищенню їх пізнавального інтересу та рівня оволодіння знаннями про адаптаційні можливості людини взагалі і юнацького періоду, зокрема.

Результати дисертаційного дослідження Топчій М. С. обговорювались на засіданні кафедри фізіології людини і тварин Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (протокол № 7 від «16» січня 2018 року), отримали позитивну оцінку та рекомендовані для подальшого використання в освітньому процесі.

Завідувач кафедри



О. А. Макаренко

Декан біологічного факультету



В. В. Заморов



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Національний університет «Одеська морська академія»
 65029, м. Одеса, вул. Дідріксана, 8. Тел./факс: +380 (48) 777-57-74.

E-mail: info@onma.edu.ua

17.01.2018 № 37

на № _____

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Топчій Марії Сергіївни

на тему: «Функціональні механізми адаптації іонів різного віку до навчальних навантажень» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин

Результати дисертаційного дослідження Топчій Марії Сергіївни упродовж 2017-2018 навчального року впроваджені в освітній процес кафедри фізичного виховання і спорту Національного університету «Одеська морська академія». Ця робота була протягом навчального року використана та кваліфіковано впроваджено для більш якісного забезпечення навчально-тренувального процесу курсантів судноводійного факультету викладачами: професором Ганчаром І.І. та доцентом Ганчаром О.І.

У ході впровадження використано розроблений автором навчальний посібник «Фізіологія спорту», окремі положення якого дозволили поглибити знання студентів з питань функціональних резервів організму, їх динаміки, а також підвищено пізнавальний інтересу студентів до оволодіння знаннями про адаптаційні можливості людини внаслідок і тоннажу, зокрема, методи їх оцінки і розвитку.

Нормативні таблиці адаптаційних можливостей іонів, методики несиметричного тестування зі зміною потужності за замкнутим циклом використовують для періодичного медико-біологічного і педагогічного контролю динаміки рівня фізичного та функціонального стану.

Результати впровадження матеріалів дисертаційної роботи Топчій М.С. підтверджено їхню практичну значущість та ефективність застосування і можуть бути рекомендовані для використання в освітній процес – матеріали і практичні заняття дисципліни «Фізичне виховання» у вищих навчальних закладах.

Проректор з наукової роботи
 доктор технічних наук, професор

В. А. Голіков

доктор педагогічних наук (1990), професор
 кафедри фізичного виховання і спорту

І. І. Ганчар

кандидат педагогічних наук (1992), доцент
 кафедри фізичного виховання і спорту

О. І. Ганчар

