

ФАКТОРНА СТРУКТУРА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЮНАКІВ 17-21 РОКІВ

Вивчено факторну структуру функціональних можливостей юнаків 17-21 років. Виявлено, що основними складовими першого фактору у всіх вікових періодах були показники фізичної працездатності та пульсова вартість виконаної роботи. Вагомими складовими провідних факторів поряд з енергетичним рівнем і ефективністю регуляції впродовж фізичного навантаження виступають 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 зменшується загальна кількість факторів, однак збільшується кількість залучених змінних в них.

Ключові слова: факторна структура, функціональні можливості, фізична працездатність, юнаки.

Постановка проблеми. Останнім часом виявляються негативні зрушення в стані здоров'я населення, зокрема студентської молоді [1; 2]. Навчання в університеті передбачає поєднання фізичних і психоемоціональних навантажень, тим самим висуває до студентів певні вимоги щодо адаптаційних здібностей організму [3; 4]. Тільки оптимальний морфофункціональний стан біологічних систем організму може бути основою успішної адаптації. Існують екзо- та ендогенні чинники, які можуть обмежувати фізичну та розумову працездатність, а також викликати дисбаланс основних систем організму, що негативно позначиться на стані соматичного здоров'я молоді [3; 5]. Отже, вищезазначене обумовлює необхідність вивчення функціональних можливостей не тільки окремих систем, але й організму в цілому. Велику кількість показників, що характеризують функціональні можливості, можна представити в стислому вигляді з виокремленням основних і другорядних структурних факторів [2].

Аналіз останніх публікацій. Дані наукової літератури свідчать, що вивченню факторної структури присвячено незначну кількість досліджень. Є публікації, присвячені вивченню факторної структури функціональних можливостей дітей молодшого [2; 6; 7] і старшого [8; 9] шкільного віку, спортсменів різної спеціалізації [10; 11]. Однак, досліджень з визначення факторної структури адаптаційних можливостей юнаків-студентів упродовж навчання у вищому навчальному закладі, за даними обстежень з дозованим фізичним навантаженням змінної потужності, в доступній нам літературі ми не знайшли, що обумовило вибір теми дослідження.

Метою дослідження було вивчити факторну структуру функціональних можливостей юнаків 17-21 років до навчальних навантажень.

Матеріали та методи

Дослідження проводилось в лабораторії вікової фізіології спорту імені професора Т. Н. Цоневої кафедри біології і основ здоров'я ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського». Тема дослідження входить до тематики науково-дослідної роботи кафедри «Адаптація дітей і молоді до навчальних та фізичних навантажень (юнаки 17-21 років)», номер державної реєстрації 0114U007158.

Обстежено 279 студентів I-IV курсів факультету фізичного виховання, які були поділені на 5 вікових груп: 17, 18, 19, 20 і 21 рік. Дослідження проведені на протязі трьох років 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.).

Факторний аналіз проводився за методом головних компонент з варімаксним обертанням факторної матриці за допомогою статистичної програми SPSS 16 [12]. До факторного аналізу функціональних можливостей юнаків 17-21 років увійшли антропометричні та фізіометричні параметри, дані оцінки загального функціонального стану мозку за статистичними параметрами розподілу значень часу простої зорово-рухової реакції [13], критерії варіаційної пульсометрії [14] та оцінки функціональних можливостей організму при виконанні дозованого навантаження за замкнутим циклом [1; 15].

Результати та обговорення

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 припадає 94,66; 88,74; 94,21; 96,19; 97,82 відсотків сумарної дисперсії вибірки, відповідно (рис. 1). У факторному аналізі були використані параметри 92 змінних. Описувались фактори, вага яких перевищувала 5 % від загальної дисперсії вибірки.

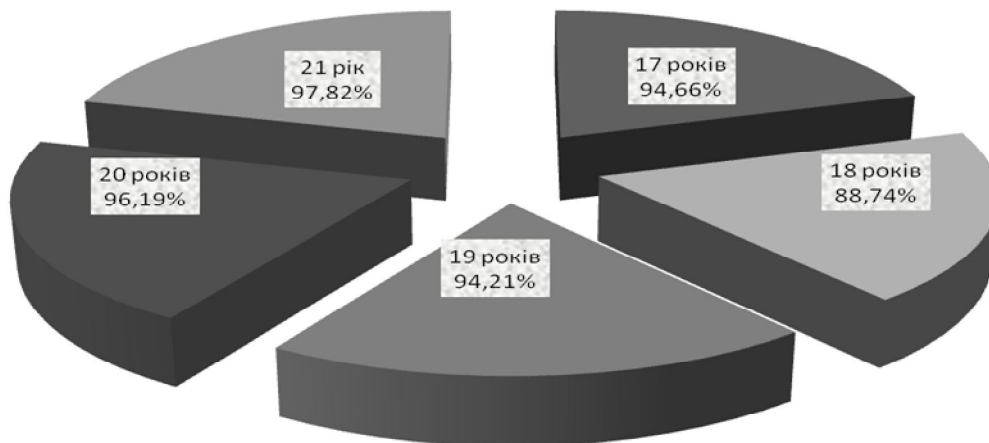


Рис. 1. Співвідношення виділених факторів загальної дисперсії (%) юнаків 17-21 років

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 ($W_{\text{рев}}$), загальний час роботи ($T_{\text{заг}}$), PWC_{170} (Вт, кгм/м), загальний обсяг роботи ($A_{\text{заг}}$), максимальне споживання кисню (МСК), пульсова вартість виконаної механічної роботи (L); показники енергетичного рівня організму при навантаженні: ступінь активації організму перед навантаженням ($W_{\text{початкова}}$), рівень напруження організму в момент реверсу ($W_{\text{реверсу}}$), максимальний рівень напруження організму (W_{max}), рівень напруження організму наприкінці навантаження ($W_{\text{виходу}}$); час інерції ($T_{\text{ін}}$), а також довжина тіла в положенні стоячи. Виходячи з цього, основними компонентами данного фактора, у першу чергу, є показники фізичної працездатності і енергетичного рівня 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 в відновлювальний період після навантаження зі змінною потужністю: індекс напруги регуляторних систем (ІН), вегетативний показник ритму (ВПР), індекс вегетативної рівноваги (ІВР), варіаційний розкид (ΔX), показник активності адренергічних і

холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції (Мо/ΔX), показник адекватності процесів регуляції (АМо/Мо), модальне значення кардіоритму (Мо), амплітуда моди (АМо). Менш значимими являлись ті ж самі величини механізмів регуляції серцевого ритму, 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, АМо/ΔX, Мо/ΔX, ІВР, АМо, АМо/Мо, 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 (МСК/кг, РWC170/кг), а також індекс функціональних змін (ІФЗ), який дозволяє 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 (Р max, dT05).

Фактор VI (5,94 %) визначався показниками регуляції кардіоритму вихідного стану до навантаження: ІН, АМо/ΔX, ІВР, АМо, АМо/Мо, ΔX. Фактор VII (5,57 %) характеризувався окремими даними ефективності регуляції серцевої діяльності: коефіцієнту інерції (К ін), швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень одразу після реверсу навантаження (S₂), коефіцієнту швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень (К прсп).

Навантаження VIII фактору (5,55 %) формувалось з показників зовнішньої роботи серцевого скорочення при зменшенні навантаження (A₂), частоти серцевих скорочень наприкінці навантаження (ЧСС виходу), рівня напруження організму наприкінці навантаження (W виходу), коефіцієнту залишкових адаптивних резервів (К ссс), а також швидкості перерозподілу потужності серцевих скорочень у процесі повного циклу тестування (S₁). Фактор IX (5,05 %) визначався показниками просторо-зорової реакції в стані відносного спокою і на п'ятій хвилині відновлення, а саме, найбільш вірогідним часом реакції (Т мод) і середнім її значенням (Т 05).

Узагальнюючи інтерпретацію факторно-аналітичних даних юнаків 17 років, можна встановити, що найбільш значимий внесок несе фізична працездатність, показники варіаційної пульсометрії і фізичного розвитку. Менш значимими є показники серцево-судинної і центральної нервової систем.

За результатами досліджень групи юнаків 18 років (табл. 1) у генеральному факторі, який є найбільш суттєвим, насамперед виділяються показники, що характеризують фізичну працездатність та енергетичний рівень організму з однаковою 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 енергетичного рівня організму (вихідна потужність організму – W_{вихідна}, на реверсі навантаження – W_{1реверсу}, а також dWp).

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 – S₂, коефіцієнту інерції – К ін, час інерції – Т ін) об'єднались в VI факторі, який складав 7,6 % від загальної дисперсії. В VII фактор увійшли модальне значення кардіоінтервалів після навантаження та індекс напруги на реверсі, що свідчить про швидше відновлення тривалості кардіоінтервалів при меншій нарузі регуляторних систем на реверсі навантаження.

Таблиця 1

Факторна структура функціональних можливостей 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 енергетичного рівня організму (Wвиходу, А ₁).	18,62
II	Показники енергетичного рівня організму (Wвихідна, dWр, W ₁ реверсу)	11,21
III	Показники регуляції серцевого ритму наприкінці навантаження зі змінною потужністю: показник адекватності процесів регуляції (АМо/Мо), індекс вегетативної рівноваги (ІВР), варіаційний розкид (ΔX), показник активності адренергічних і холінергічних механізмів гуморального каналу регуляції (Мо/ ΔX), індекс напруги регуляторних систем (ІН)	8,39
IV	Показники регуляції серцевого ритму вихідного стану до навантаження: АМо/Мо, ІВР, ΔX , Мо/ ΔX , АМо/ ΔX , ІН.	7,87
V	Показники варіаційної пульсометрії у стані відновлення після м'язової роботи (АМо/Мо, ΔX , ІВР, ІН Мо/ ΔX , АМо/ ΔX)	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 напруги регуляторних систем на реверсі навантаження	6,67

При аналізі факторної структури юнаків 19 років виявлено 15 факторів, з яких вісім мали частку більше за 5 % від загальної дисперсії. До першого фактору (20,38 %), як і в інших вікових групах, увійшли показники фізичної працездатності (Wрев, Тзаг, Азаг, МСК, PWC₁₇₀, PWC₁₇₀/кг, МСК/кг), пульсова вартість виконаної роботи, деякі критерії енергетичного рівня організму (зовнішня робота при підвищенні навантаження – А₁), а також середня частота серцевих скорочень при навантаженні з негативним знаком на полюсі, що вказує на кращі адаптаційні можливості юнаків і меншу її фізіологічну «ціну».

Таблиця 2

Факторна структура функціональних можливостей юнаків 19 років

Фактор	Показники	Внесок у загальну дисперсію, %
1	2	3
I	Показники фізичної працездатності (Wрев, Тзаг, Азаг, МСК, PWC ₁₇₀ , PWC ₁₇₀ /кг, МСК/кг), пульсова вартість виконаної велоергометричної роботи (L), зовнішня робота при збільшенні навантаження (А ₁), швидкість перерозподілу потужності серцевих скорочень у процесі повного циклу тестування (S ₁), середня частота серцевих скорочень	20,38

Продовження таблиці 2

1	2	3
II	Показники ефективності регуляції серцевої діяльності: час інерції (T_{in}), коефіцієнти перерозподілу потужності серцевих скорочень ($K_{прсп}$), 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 енергетичного рівня організму (рівень внутрішньої потужності організму перед навантаженням – W вихідне, 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 напруги 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

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 ($K_{прсп}$), 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 енергетичного рівня (W вихідне, $W_{мах}$, $W_{1реверсу}$, W виходу з навантаження) 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 . 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. Другорядними 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. 3).

Таблиця 3

Факторна структура функціональних можливостей юнаків 20 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), 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 напруги 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 енергетичного рівня організму (рівень внутрішньої потужності організму перед навантаженням – $W_{вихідне}$, в момент реверсу – $W_{рев}$, 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

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 енергетичного рівня організму (зовнішня робота, виконана рівень внутрішньої потужності організму перед навантаженням – W вихідне, 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, $K_{\text{сс}}$). Важливо відмітити, що кращі адаптаційні можливості супроводжуються меншими величинами $K_{\text{сс}}$ 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 з'являються критерії оцінювання функціональних можливостей юнаків в стані спокою за часом простої зорово-рухової реакції, які увійшли в восьмий фактор з долею 5,79 % від загальної дисперсії. 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).

Таблиця 4

Факторна структура функціональних можливостей юнаків 21 років

Фактор	Показники	Внесок у загальну дисперсію, %
1	2	3
I	Показники фізичної працездатності ($T_{\text{заг}}$, $W_{\text{рев}}$, $A_{\text{заг}}$, PWC_{170} , MCK), 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 – $K_{\text{еф}}$), частота серцевих скорочень середня, порогова і виходу з навантаження, а також показники функціонального стану головного мозку в відновлювальний період (ΦPC , CP , RFM)	20,33

1	2	3
II	Показники механізмів регуляції серцевого ритму в стані відносного спокою, наприкінці навантаження зі змінною потужністю та в відновленні: показник адекватності процесів регуляції (AMo/Mo), індекс напруги регуляторних систем (IN), 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 ($Mo/\Delta X$).	19,65
III	Показники енергетичного рівня організму (рівень внутрішньої потужності організму перед навантаженням – W вихідне, в момент реверсу – $W_{1рев}$, наприкінці навантаження – $W_{вих}$, максимальний рівень потужності – $W_{мах}$, 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 ($T_{ін}$), коефіцієнти інерції ($K_{ін}$), перерозподілу потужності серцевих скорочень ($K_{прсп}$)	9,88
V	Показники регуляції серцевого ритму на реверсі навантаження: $Mo/\Delta X$, IBP , $AMo/\Delta X$, IN , ΔX , AMo , AMo/Mo	8,93
VI	Відносні показники максимального споживання кисню і RWC_{170} , вага і ділянка тіла	6,59
VII	Зовнішня робота, виконана при зменшенні навантаження, $K_{ссс}$	6,26

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 енергетичний рівень організму за рівнями внутрішньої потужності організму перед навантаженням – W вихідне, в момент реверсу – $W_{1рев}$, наприкінці навантаження – $W_{вих}$ а також максимальним рівнем потужності – $W_{мах}$, 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 ($T_{ін}$), коефіцієнти інерції ($K_{ін}$), перерозподілу потужності серцевих скорочень ($K_{прсп}$). 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 вагою та довжиною тіла.

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 17-21 років слід відмітити, що основними складовими першого фактору у всіх вікових періодах були показники фізичної працездатності (Т заг, А заг, W реві, PWC₁₇₀, PWC₁₇₀/кг, МСК) та пульсова вартість виконаної роботи (рис. 2).

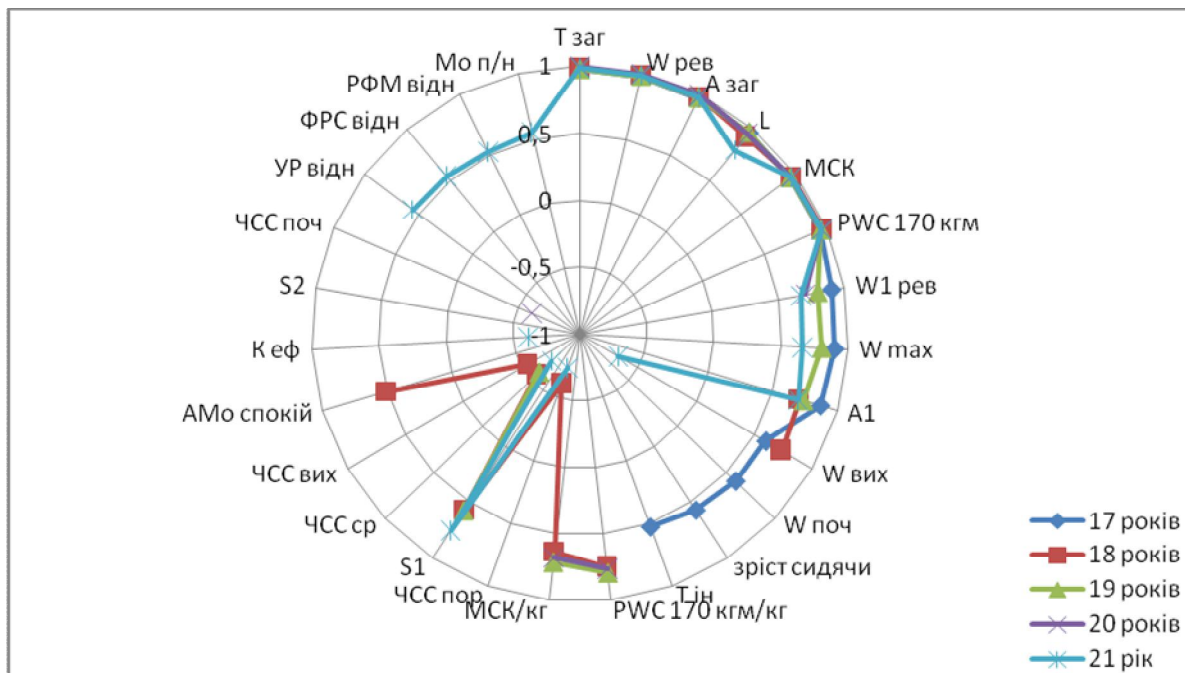


Рис. 2. Функціональний профіль юнаків 17-21 років, за даними I фактору

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 відмітити, що показники варіаційної пульсометрії займають основне місце поряд з енергетичним рівнем 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.

Висновки. Факторний аналіз дозволив виявити особливості оцінки функціональних можливостей 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). Основними складовими першого фактору у всіх обстежених вікових групах були показники фізичної працездатності (Т заг, А заг, W реві, 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 зменшується загальна кількість факторів та кількість залучених змінних, зі зменшенням значень рівнів ЗФС мозку.

Література

1. Босенко А. І. Оцінювання рівня мобілізації функціональних резервів студенток молодших курсів педагогічного університету при дозованих фізичних навантаженнях / А. І. Босенко, І. І. Самокиш, С. В. Страшко та ін. // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 11. – С. 3-9. doi: 10.6084/m9.figshare.815867.
2. Самокиш І. І. Факторна структура функціональних можливостей дівчаток молодшого шкільного віку / І. І. Самокиш // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2010. – № 1. – С. 105-108.
3. Попель С. Л. Механізм зміни адаптаційного потенціалу та морфобіохімічні параметри еритроцитів у студентів із різним режимом дня після фізичного навантаження / С. Л. Попель, Б. М. Мицкан, Е. І. Лапковський та ін. // *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. –2017. – № 8(2), С. 124–134. doi:10.15421/021721.
4. Brock, S. J., Rovegno, I., & Oliver, K. L. (2009). The influence of student status on student interactions and experiences during a sport education unit. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 14(4), 355–375.
5. Lambert, M. I. (2016). *General adaptations-exercise: Acute versus chronic and strength versus endurance training*. Exercise and Human Reproduction. Springer, New York; Heidelberg Dordrecht, London С. 93-100.
6. Лясота Т. І. Факторна структура взаємозв'язку показників фізичного стану та адаптації до навчання молодших школярів / Т. І. Лясота // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту. – 2012. – № 3. – С. 71-74.
7. Омельченко Т. Г. Приоритетні фактори структури до нозологічного стану дітей молодшого шкільного віку / Т. Г. Омельченко // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту. – 2011. – № 12. – С. 64-67.
8. Зубаль Майя. Темпи приросту фізичних якостей хлопців старшого шкільного віку різних соматотипів (факторна аналіз) / Майя Зубаль // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту. – 2010. – № 4. – С. 41-45.
9. Ажиппо Олександр. Факторна структура функціонального стану сенсорних систем учнів 6-х класів / Олександр Ажиппо, Ірина Кузьменко // *Спортивна наука України*. – 2015. – № 1 (65). – С. 7-11.
10. Козіна Ж. Л. Факторні моделі фізичної підготовленості волейболісток високого класу різного ігрового амплуа / Ж. Л. Козіна // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: [наукова монографія за редакцією проф. Єрмакова СС] – Харків: ХДАДМ (ХХП), 2007. – № 9. – С. 80-85.
11. Вовканич Л. С. Факторний аналіз структури спеціальної підготовленості спортсменів-каратистів / Л. С. Вовканич, А. В. Дунець-Лесько // *Теорія і методика фізичного виховання*. – 2012. – № 3. – С. 36-40.
12. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц; пер. с англ. А. Ю. Данилова. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
13. Лоскутова Т. Д. Функциональное состояние центральной нервной системы и его оценка по параметрам простой двигательной реакции: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. мед. наук: спец. 03.00.13 «Физиология человека и животных» / Т. Д. Лоскутова. – Ленинград, 1977. – 24 с.
14. Коваленко С. О. Комп'ютерна програма для реєстрації та аналізу ритму серця і дихання („CASPICO”) / С. О. Коваленко, М. Е. Яковлев / 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.
15. Давиденко Д. Н. Методика оценки мобилизации функциональных резервов организма по его реакции на дозированную нагрузку / Д. Н. Давиденко, В. А. Чистяков // *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.

References

1. Bosenco, A. I., Samokih, I. I., Strashko, S. V., Orlik, N. A., & Petrovsky, E. P. (2013). Evaluation of junior courses students' level of mobilization of functional backlogs at the dosed physical activities at the pedagogical university. *Pedagogic, psychology, medical biological problems of physical training and sports*, 11, 3-9. doi:10.6084/m9.figshare.815867 [in Ukrainian].
2. Samokih, I. I. (2010). Factorial structure of functional capabilities of primary school age girls. *Pedagogic, psychology, medical biological problems of physical training and sports*, 1, 105-108 [in Ukrainian].

3. Popel', S. L., Mytckan, B. M., Lapkovskiy, E. Y. at all (2017). Mechanism of changing adaptation potential and morpho-biochemical parameters of erythrocytes in students with different modes of daily activity after physical loading. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(2), 124–134. doi:10.15421/021721 [in Ukrainian].
4. Brock, S. J., Rovegno, I., & Oliver, K. L. (2009). The influence of student status on student interactions and experiences during a sport education unit. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 14(4), 355–375.
5. Lambert, M. I. (2016). General adaptations-exercise: Acute versus chronic and strength versus endurance training. *Exercise and Human Reproduction*. Springer, New York; Heidelberg Dordrecht, London 93-100.
6. Lyasota, T.I. (2012) The factor structure of the relationship of the physical state and adaptation to the training of junior pupils, 3, . 71-74 [in Ukrainian].
7. Omelchenko T. G. (2011). Priority factors of prenosological condition of the body structure of children of primary school age. *Pedagogic, psychology, medical biological problems of physical training and sports*, 12, 64-67 [in Ukrainian].
8. Lyasota T. (2012). Factor structure of the relationship of indicators of physical condition and learning to adapt to younger students. *Pedagogic, psychology, medical biological problems of physical training and sports*, 13. 71-74[in Ukrainian].
9. Zubal' M. V. (2010). Growth of physical qualities of boys of senior school age of different somatotypes rates (factor analysis). *Pedagogic, psychology, medical biological problems of physical training and sports*, 4. 41-45 [in Ukrainian].
10. Oleksandr Azhyppo & Irina Kuzmenko (2015). Factorial structure of functional sensory systems state of pupils on grades 6. *Sport science of Ukraine*, 1. 7-11[in Ukrainian].
11. Kozina, Zh. L. (2007). Factor models of physical preparedness of high-level volleyball players of different game roles. *Pedagogic, psychology, medical biological problems of physical training and sports*, 9. 80-85 [in Ukrainian].
12. Vovkanych Lyubomir & Dunets-Lesko Antonina (2012). Factor analysis of structure of the special preparedness of karatists. *Theory and methods of physical education*. 3. 36-40 [in Ukrainian].
13. Glanc, S. (1998). *Statistics of medicine and biology*. (A. Yu. Danilova, Trans). Moscow: Praktika.459. [in Russian].
14. Loskutova T. D. (1977). The functional state of the central nervous system and its evaluation of the parameters of a simple motor reaction: *Extendent abstract of candidate's thesis*. Leningrad 24.[in Russian].
15. Kovalenko, S. O. & Yakovlev, M. Ye. (2005). The computer program for registration and analysis of heart rate and respiration ("CASPICO"). The author testimony of Ukraine №11262, Abstract in the official journal "Copyright and Related Rights", 6. 338. [in Ukrainian].
16. Davidenko, D. N. (2011). Method of assessing body's functional reserve mobilization in case of its response to controlled activity. *Nauchno-teoreticheskij zhurnal "Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta"* (Scientific and theoretical journal "Schoolarly notes of Lesgaft University"), 12(70), 52-57 [in Russian].

Summary. Topcii M. S., Bosenko A. I., Dyshel G. O. Factor structure of Functional Abilities of Youths aged 17-21

Introduction. Negative tendencies in the population's state of health, and students youths' in particular, have been revealed recently, which stipulates the further study of functional abilities of not only separate systems, but of the whole organism.

Purpose. The immediate aim of the research is to study the factor structure of functional abilities of youths aged 17-21 during the muscular loading in closed cycle.

Methods. Factor analysis was conducted according to the method of main component with marimax circulation of factor matrix with the help of statistical program SPSS 16. Anthropometric and physiometric parameters were included into the factor analysis of functional abilities of 17-21 year-old youths, together with the data of evolution of general functional state of brain, according to the statistical parameters of distribution of time values of common visual-motor reaction, the data of variation pulsometry, and of evolution of functional abilities of organism during the loading work-out in closed cycle, based on the methodology suggested by D. M. Davidenko and co-authors. The study of indicators off general functional state of brain due to the data of common visual-motor reaction was held after T. D. Loskutova. The rhythm of heart rate was registered by the program «Caspico» based on the methods of variation pulsometry.

Results. Factor analysis allowed differentiating from 12 to 15 main factors depending on the age. The amount of the defined factors of youths aged 17-21 is equal to 94,66; 88,74; 94,21; 96,19; 97,82 percentages of general dispersion of sampling relatively. Parameters of 92 variable quantities were used in the factor analysis. Among major constituents of the first factor of all age periods were the following: indicators of physical efficiency and pulse value of the work done. The indicators of variation pulsometry constitute to the large extend the major factors together with the energetic level and effectiveness of the heart-rate regulation. The criteria of general state of brain are present in the age group of 17 and 21 year-old youths.

Conclusions. Factor analysis exposed the peculiarities of functional abilities of 17-21 year-old youths, which are characterized by different amount (from 12 to 15) and weight (5,05-20,38 %) of the defined factors and their constituents (3-16).

Keywords: factor structure, physical loading, functional abilities, youths.

**Південноукраїнський національний педагогічний університет
імені К. Д. Ушинського**

Одержано редакцією	28.09.2017
Прийнято до публікації	23.11.2017