

УДК 612.6.017-057.875

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-14\(32\)-899-913](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-14(32)-899-913)

Біла Антоніна Альбертівна старший викладач кафедри медико-біологічних основ спорту та фізкультурно-спортивної реабілітації, Чорноморський національний університет імені Петра Могили, вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, <https://orcid.org/0000-0002-7978-384X>

ФАКТОРНА СТРУКТУРА МЕХАНІЗМІВ АДАПТАЦІЇ У СТУДЕНТІВ ІЗ РІЗНИМИ ДОМІНАНТНИМИ ТИПАМИ ВЕГЕТАТИВНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ

Анотація. Адаптація студентів до навчання у закладах вищої освіти є однією із найважливіших проблем сьогодення. Даний процес потрібно розглядати як інтегрований та динамічний процес формування навичок для виконання задач, які висуваються перед студентством під час навчання. Зокрема, до показників ефективності інтегрованого процесу слід віднести: функціональну стійкість організму студента (відсутність серйозних порушень більшості психофізіологічних функцій), відсутність явних ознак стомлення при виконанні навчальної діяльності, відсутність емоційних порушень та успіх в навчанні. **Метою статті** є визначення значимості показників функціонального стану студентів із різними домінантними типами вегетативної регуляції до та після фізичного навантаження. **Результати дослідження.** До факторного аналізу функціонального стану студентів із різним домінантним типом вегетативної регуляції було віднесено антропометричні, фізіологічні і функціональні показники й відповідні індекси, дані оцінки функціонального стану серцево-судинної, вестибулярної та центральної нервової систем до/після застосованих навантажень. Зокрема, групу студентів із помірним переважанням автономної регуляції (III тип) було використано як еталон. Так, у III групі для аналізу до навантаження було визначено 9 факторів, які складають 85,86 % сумарної дисперсії змінних. Однак, після фізичної роботи кількість факторів зменшилася із 9 до 8. Загальний вклад факторів до сумарної дисперсії складав 84,93 %. Зокрема, у групі студентів із помірним переважанням центральної регуляції (I тип) до навантаження для аналізу було визначено 8 факторів, які склали 83,74 % сумарної дисперсії змінних. Однак після фізичної діяльності критерій адекватності вибірки Кайзера-Мейєра-Олкіна складав 0,211, що свідчить про неможливість використання факторного аналізу для групи студентів з I типом. Процедура факторного аналізу також була виконана для показників групи студентів із вираженим переважанням центральної регуляції (II тип) та вираженим переважанням автономної регуляції (IV тип) у стані спокою та

після фізичного навантаження. Однак, виявилось, що факторний аналіз провести неможливо, оскільки вихідна матриця не являється позитивно визначеною. Це свідчить про мультиколінеарність даних, тобто сильний лінійний (але не ідеальний) зв'язок між більше, ніж двома незалежними змінними. **Висновок.** Отримані дані свідчать про відмінності значимості ряду показників функціонального стану до та після фізичного навантаження між студентами із різними домінантними типами вегетативної регуляції.

Ключові слова: адаптація, студенти, фактор, фізичне навантаження, центральна та автономна регуляція.

Bila Antonina Albertivna Senior Lecturer of the Department of Biomedical Bases of Sport Physical Culture and Sports Rehabilitation, Petro Mohyla Black Sea National University, 68 Desantnikov St., 10, Mykolaiv, 54003, <https://orcid.org/0000-0002-7978-384X>

FACTOR STRUCTURE OF ADAPTATION MECHANISMS IN STUDENTS WITH DIFFERENT DOMINANT TYPES OF VEGETATIVE REGULATION

Abstract. Adaptation of students to study in institutions of higher education is one of the most important problems today. This process should be considered as an integrated and dynamic process of formation of skills to fulfill the tasks that are presented to students during their studies. In particular, the indicators of the effectiveness of the integrated process should include: the functional stability of the student's body (absence of serious violations of most psychophysiological functions), the absence of obvious signs of fatigue when performing educational activities, the absence of emotional disturbances and success in education. **The purpose** of the article is to determine the significance of indicators of the functional state of students with different dominant types of vegetative regulation before and after physical exertion. **Results.** The factor analysis of the functional state of students with different dominant types of autonomic regulation included anthropometric, physiological and functional indicators and corresponding indices, data of assessment of the functional state of the cardiovascular, vestibular and central nervous systems before/after the applied loads. A group of students with a moderate predominance of autonomous regulation (type III) was used as a reference. Thus, 9 factors were determined for the load analysis, which make up 85.86% of the total variance of the variables. However, after physical work, the number of factors decreased from 9 to 8. The total contribution of the factors to the total variance was 84.93%. In particular, in the group of students with a moderate predominance of central regulation (type I), 8 factors were determined for the loads for analysis, which accounted for 83.74% of the total variance of the variables. However, after physical activity, the criterion of adequacy of the Kaiser-Meyer-Olkin sample was

0.211, which indicates the impossibility of using factor analysis for the group of students (type I). The factor analysis procedure was also performed for the indicators of the group of students with a pronounced predominance of central regulation (type II) and a pronounced predominance of autonomous regulation (type IV) at rest and after physical exertion. However, it turned out that it is impossible to conduct a factor analysis, since the original matrix is not positive definite. This indicates multicollinearity in the data, that is, a strong linear (but not perfect) relationship between more than two independent variables. **Conclusion.** The obtained data indicate differences in the significance of a number of indicators of the functional state before and after physical exertion between students with different dominant types of vegetative regulation.

Keywords: adaptation, students, factor, physical load, central and autonomous regulation.

Постановка проблеми. У світовій науці проблема адаптації є об'єктом дослідження багатьох галузей науки: психології, педагогіки, фізіології, біології, соціології та філософії. Однак представники всіх наукових напрямів визначають, що головною рушійною силою процесу адаптації є прагнення організму відновити та зберегти «динамічну рівновагу» з навколишнім (соціальним) середовищем [1].

Завдяки процесу адаптації підвищується стійкість організму людини до ряду факторів зовнішнього середовища. До основних компонентів механізмів адаптації відносять мобілізацію пластичних резервів, енергетичних ресурсів та всіх захисних можливостей організму [2].

Слід зазначити, що питання стану здоров'я студентів особливо гостро постає у вищих навчальних закладах України [3]. І як наслідок, можна спостерігати загальну закономірність збільшення серцево-судинних захворювань, погіршення функціональних резервів організму, системне порушення постави, наявність різних вад опорно-рухового апарату, зниження рівня фізичної підготовленості [4]. Зокрема, як зазначають автори [5] в усьому світі серцево-судинні захворювання є основною причиною смерті та інвалідності: у Португалії [6] та Чеській Республіці [5].

Для визначення функціонального стану організму студента в процесі фізичної підготовки, використовують дослідження нервово-м'язової, дихальної, серцево-судинної систем та реакції організму на дозоване фізичне навантаження. Наприклад, ортостатичні та кліностатичні проби зі зміною положення тіла в просторі, пробу Ромберга; м'язове зусилля за допомогою кистьового динамометра; проби Штанге; використання частоти серцевих скорочень (ЧСС), артеріального тиску (АТ) та ін. [7, 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання складових здоров'я та факторів, що впливають на здоров'я розглядається багатьма вченими у своїх роботах [3, 4, 9, 10, 11, 12, 13].

Зокрема, проблема адаптації студентів до навчання розглядалася у наукових роботах багатьох вчених [14, 15, 16, 17, 18, 19].

Про вплив фізичного навантаження на психофізіологічну адаптацію йде мова у роботах [20, 21] та про вплив розумового навантаження [22].

Мета статті – визначення значимості показників функціонального стану студентів із різними домінантними типами вегетативної регуляції до та після фізичного навантаження.

Матеріали та методи дослідження. У дослідженні взяли участь 128 студентів (65 юнаків і 63 дівчини) віком 17-25 років, які навчалися на I, III та V курсах Чорноморського національного університету імені Петра Могили.

У всіх студентів було визначено показники варіабельності серцевого ритму з використанням багатофункціонального приладу «МПФІ ритмограф-1» (виробник ТОВ «АСТЕР-АЙТІ», Харків). Визначалися частота серцевих скорочень (ЧСС), RMSSD – квадратний корінь з суми різниць послідовного ряду кардіоінтервалів; показник pNN50, який дорівнює відношенню кількості пар кардіоінтервалів з різницею більше 50 мс у % до загальної кількості кардіоінтервалів; Moda – значення RR-інтервалу, який найчастіше зустрічається, та АМо – амплітуда моди – кількість інтервалів, що відповідають моді; deltaX – варіаційний розмах; ІН – індекс напруження; ІВР – індекс вегетативної рівноваги; ВПР – вегетативний показник ритму; ПАПР – показник адекватності процесів регуляції. З частотних показників ВСР визначалися: ТР – загальна потужність спектру; LF/HF – співвідношення середніх значень низькочастотної та високочастотної компоненти спектру ВСР.

Для визначення показників статодинамічної стійкості тіла використано прилад «МПФІ стабілограф-1» (виробник ТОВ «АСТЕР-АЙТІ», Харків). Визначалися такі показники: Length – довжина траєкторії коливань центру тиску; AvgSpeed – середня швидкість переміщення центру тиску; RangeX – розмах коливань центру тиску у фронтальній площині; RangeY – розмах коливань центру тиску у сагітальній площині; LengthX – довжина траєкторії коливань центру тиску у фронтальній площині; LengthY – довжина траєкторії коливань центру тиску у сагітальній площині; KFR – показник якості функції рівноваги.

У всіх студентів було визначено психофізіологічні показники до та після навантажень з використанням приладу для психофізіологічних досліджень «ПФІ-2» (виробник ТОВ «АСТЕР-АЙТІ», Харків). У процесі дослідження визначалися: час простої зорово-моторної реакції (ЧПЗМР), час складної зорово-моторної реакції (ЧСЗМР), функціональна рухливість нервових процесів (ФРНП), сила нервових процесів (СНП) та динамічність нервових процесів (ДНП).

Вимірювання необхідних антропометричних показників здійснювалося за загальноприйнятими методиками: зріст студентів визначався за допомогою

ростоміра, маса тіла – на вагах, АТ крові – методом Короткова медичним тонометром, життєва ємність легень (ЖЄЛ) визначалася за допомогою спірометра, сила кисті визначалася завдяки кистьовому динамометрові. Всі вимірювання проводилися дотримуючись стандартних умов. Вік учасника дослідження було записано із його слів.

Для поділу студентів на групи за домінуючим типом вегетативної регуляції було використано методику експрес-оцінки функціонального стану регуляторних систем за Шлик Н.І. Для поділу використовувалися показники SI та VLF.

Фізичне навантаження було аеробним і полягало в подоланні дистанції 2000 метрів на гребному тренажері Concept-2.

Результати дослідження. Факторний аналіз проводився за допомогою методу головних компонент з варімаксним обертанням факторної матриці у статистичній програмі SPSS Statistics 23. До факторного аналізу функціонального стану студентів із різним домінантним типом вегетативної регуляції було віднесено антропометричні, фізіологічні і функціональні показники й відповідні індекси, дані оцінки функціонального стану серцево-судинної, вестибулярної та центральної нервової систем до/після застосованих навантажень.

Згідно положення про те, що саме керована саморегуляція дозволяє досягнути оптимуму без перенапруги системи управління, тому групу студентів із помірним переважанням автономної регуляції (III тип) було використано як еталон.

Використовуючи критерій адекватності Кайзера-Мейєра-Олкіна (КМО) встановлено, що показники групи студентів із помірним переважанням автономної регуляції (III тип) до навантаження характеризувалися адекватністю зі значенням 0,640. Так, критерій сферичності Барлетта дозволяє використовувати дані III групи для проведення факторного аналізу ($p=0,000$). Було застосовано 31 показник, які характеризують функціональний стан студентів. За умови, що фактори мають значення більше за одиницю, то їх можна застосовувати для подальшого аналізу. Так, для аналізу було визначено 9 факторів, які складають 85,86 % сумарної дисперсії змінних. Вклад першого фактору становить 21,21 % сумарної дисперсії, другий фактор – 16,79 %, третій – 13,67 %, четвертий – 10,74 %, п'ятий – 6,93 %, шостий – 5,10 %, сьомий – 4,19 %, восьмий – 3,98 %, дев'ятий – 3,25 %. Отримані факторні навантаження можна розглядати як кореляційні коефіцієнти між факторами та показниками. Так, за результатами табл. 1., можна зробити висновок, що показники з високими факторними навантаженнями знаходяться у діапазоні від 0,511 до 0,992.

Таблиця 1.

Матриця факторних навантажень показників функціонального стану студентів із помірним переважанням автономної регуляції (ІІІ тип) у стані спокою

Показники	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6	Фактор 7	Фактор 8	Фактор 9
AvgSpeed, мм/с	0,992	-0,013	-0,036	-0,020	-0,020	0,017	-0,004	-0,013	0,033
Length, мм	0,992	-0,013	-0,035	-0,020	-0,020	0,016	-0,004	-0,013	0,033
KFR	-0,987	0,021	0,034	0,025	0,021	-0,034	-0,007	0,019	-0,023
LengthY, мм	0,973	-0,060	-0,007	-0,010	-0,029	0,052	0,056	0,037	0,067
LengthX, мм	0,957	0,039	-0,066	-0,032	-0,010	-0,020	-0,067	-0,064	-0,004
RangeY, мм	0,857	0,039	-0,043	0,127	0,113	-0,075	-0,113	-0,075	-0,047
RangeX, мм	0,804	0,157	-0,081	-0,135	0,193	-0,153	0,003	0,037	-0,065
Moda, мс	-0,051	-0,954	-0,066	0,110	0,034	0,036	0,034	0,055	-0,037
ЧСС, уд/хв.	0,031	0,947	0,223	-0,090	-0,031	-0,038	-0,089	-0,011	0,094
ПАПР, %/с	-0,037	0,771	0,234	0,536	0,094	-0,085	-0,039	0,059	0,019
ВІР, 1/с ²	0,042	0,735	-0,410	0,299	-0,274	-0,011	0,011	-0,066	0,114
pNN50, %	-0,158	-0,014	0,854	-0,241	-0,169	0,012	0,033	0,062	0,060
RMSSD, мс	-0,109	0,347	0,831	-0,226	-0,091	0,053	-0,008	0,029	0,055
deltaX, мс	-0,032	0,252	0,752	-0,474	0,245	0,005	-0,007	0,089	-0,074
LF/HF	0,021	0,279	-0,641	-0,159	0,320	-0,046	-0,036	0,150	-0,079
TP, мс ²	0,026	0,511	0,596	-0,551	0,122	0,059	0,075	-0,054	-0,066
AM0, %	-0,073	-0,024	-0,052	0,948	0,119	-0,086	-0,053	0,056	-0,043
IBP, %/с	-0,019	-0,064	-0,397	0,879	-0,127	-0,004	-0,026	-0,024	0,023
ІН, %/с ²	0,005	0,459	-0,328	0,807	-0,115	-0,066	-0,024	-0,017	0,052
Сила кисті, кг	-0,090	-0,142	-0,066	-0,002	0,821	-0,040	0,121	0,189	0,127
Зріст, м	0,322	0,007	-0,076	-0,027	0,748	-0,158	0,113	0,050	-0,122
ЖЄЛ, мл	0,004	0,055	-0,021	0,046	0,746	-0,005	0,018	-0,163	-0,036
Маса тіла, кг	-0,005	-0,124	-0,080	-0,119	0,672	0,107	0,339	-0,075	-0,059
ФРНП, мс	-0,021	-0,056	0,033	-0,072	-0,048	0,971	-0,048	0,104	-0,063
СНП, мс	-0,052	-0,034	0,067	-0,069	-0,021	0,966	-0,011	0,141	0,060
АТ _{діас} , мм.рт.ст.	-0,043	-0,037	0,048	-0,091	0,195	-0,052	0,891	0,219	0,040
АТ _{сис} , мм.рт.ст.	-0,046	-0,065	0,020	0,003	0,238	-0,024	0,807	-0,255	-0,179
Вік, років	-0,141	-0,067	0,225	0,021	0,130	0,016	0,138	0,808	0,003
ЧСЗМР, мс	0,075	0,052	-0,129	0,003	-0,096	0,205	-0,166	0,704	-0,138
ЧПЗМР, мс	-0,057	-0,192	-0,229	0,054	-0,353	0,295	0,048	0,480	0,324
ДНП, у.о	0,053	0,183	0,088	0,013	-0,043	-0,013	-0,113	-0,076	0,918

Примітка. Граничне значення факторного навантаження розглядалося на рівні $\lambda_n \geq 0,5$.

Таким чином, фактор 1 відповідав за стан вестибулярної системи, який визначався показниками AvgSpeed, Length, KFR, LengthX, LengthY, RangeX, RangeY.

Фактор 2 відповідає за стан серцево-судинної системи, до якого увійшли статистичні, часові, інтегральні та спектральні показники: Moda, ЧСС, ПАПР, ВПР, ТР.

Фактор 3 складався із статистичних, часових та спектральних показників, які відповідають за стан серцево-судинної системи: pNN50, RMSSD, deltaX, LF/HF та ТР.

Фактор 4 відповідав за стан серцево-судинної системи, до якого увійшли часові, інтегральні та спектральні показники: AM0, IBP, ІН, ТР та ПАПР. Слід зазначити, що ТР одночасно відноситься до фактору 2 і 3, а ПАПР – фактору 2. Це свідчить про великі рівні за величиною значення навантажень до відповідних факторів.

Фактор 5 складався із антропометричних та фізіологічних показників, який визначався силою кисті, зростом, ЖЄЛ та масою тіла.

Фактор 6 відповідав за стан центральної нервової системи, до якого увійшли індивідуально-типологічні показники: ФРНП та СНП. Так, фактор 7 визначався фізіологічними показниками, а саме систолічним ($AT_{\text{сис}}$) та діастолічним ($AT_{\text{діас}}$) артеріальним тиском.

Фактор 8 складався із вікових особливостей та психодинамічного показника ЧСЗМР, що інтерпретувався як час складної зорово-моторної реакції, який пов'язаний із віком студентів. Так, до фактору 9 увійшов один індивідуально-типологічний показник – ДНП.

Процедура факторного аналізу була виконана для показників групи студентів із помірним переважанням автономної регуляції (ІІ тип) після фізичного навантаження. Значення критерію адекватності Кайзера-Мейєра-Олкіна та критерію Барлетта, які становлять 0,588 та 0,000 відповідно, свідчать про адекватність показників вибірки до проведення факторного аналізу. Факторні навантаження показників ІІІ групи представлені у табл. 2.

Таблиця 2.

Матриця факторних навантажень показників функціонального стану студентів із помірним переважанням автономної регуляції (ІІІ тип) після фізичного навантаження

Показники	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6	Фактор 7	Фактор 8
deltaX	-0,951	-0,158	-0,086	0,091	-0,050	-0,007	0,040	0,036
ПАІР	0,894	0,025	0,040	0,090	0,340	0,181	0,056	0,010
AM0	0,866	0,061	0,094	0,096	0,271	0,124	0,173	-0,138
RMSSD	-0,865	-0,178	-0,133	0,199	0,212	0,015	0,041	0,139
TP	-0,861	-0,116	0,033	0,146	0,135	-0,026	0,047	0,094
pNN50	-0,833	-0,216	-0,056	0,258	0,253	0,079	0,016	0,212
Moda	-0,821	-0,029	0,210	-0,158	0,027	-0,041	0,211	-0,307
ЧСС	0,777	0,068	-0,151	0,059	0,134	0,108	-0,205	0,367
ВІР	0,735	0,105	0,137	0,069	0,601	0,045	-0,119	0,046
ІН	0,681	0,076	0,137	0,111	0,669	0,070	-0,035	-0,034
ІВР	0,678	0,102	0,173	0,116	0,647	0,023	0,006	-0,094
AvgSpeed	0,142	0,965	0,136	-0,090	0,048	0,044	0,053	0,043
Length	0,142	0,965	0,136	-0,090	0,048	0,044	0,053	0,043
KFR	-0,145	-0,959	-0,155	0,083	-0,019	-0,001	-0,048	-0,073
LengthY	0,113	0,941	0,061	-0,123	0,064	0,096	0,070	0,016
LengthX	0,169	0,910	0,201	-0,044	0,025	-0,016	0,035	0,076
RangeY	-0,012	0,804	-0,117	0,046	-0,028	0,368	0,113	-0,134
RangeX	0,041	0,783	-0,103	0,159	0,201	0,329	0,024	-0,243
Сила кисті	0,102	-0,009	0,799	-0,019	0,096	0,186	-0,093	0,248
Зріст	-0,141	0,192	0,733	-0,067	0,071	0,136	-0,115	-0,068
ЖЄЛ	0,058	0,348	0,566	0,163	-0,107	-0,100	-0,338	-0,051
LF/HF	0,405	0,024	0,539	-0,177	-0,190	-0,034	0,187	0,359
Маса тіла	0,105	0,260	0,508	0,192	0,073	0,491	-0,102	-0,251
СНП	-0,083	-0,128	-0,004	0,960	-0,038	-0,002	0,044	0,124
ФРНП	-0,012	-0,063	-0,008	0,954	0,021	-0,080	0,091	-0,030
ДНП	0,080	-0,138	0,059	0,112	-0,620	0,188	-0,022	0,171
AT _{діас}	0,115	0,212	0,174	-0,130	0,047	0,811	0,175	0,292
AT _{сис}	0,106	0,231	0,131	-0,059	-0,258	0,763	-0,119	-0,135
ЧСЗМР	-0,162	0,080	-0,037	0,162	-0,002	-0,001	0,874	-0,077
ЧПЗМР	-0,003	0,270	-0,302	-0,007	-0,018	0,004	0,776	0,053
Вік	-0,141	0,022	0,118	0,103	-0,179	0,009	-0,032	0,842

Примітка. Граничне значення факторного навантаження розглядалося на рівні $\lambda_n \geq 0,5$.

Слід відмітити, що після виконання фізичного навантаження кількість факторів зменшилася із 9 до 8. Загальний вклад факторів до сумарної дисперсії склав 84,93 %. Зокрема, необхідно зазначити, що фактор 1 групує показники з високими коефіцієнтами кореляції, які визначають стан серцево-судинної системи: ΔX , ПАПР, AM0, RMSSD, TP, pNN50, Moda, ЧСС, ВПР, ІН, ІВР. Так, перший фактор пояснює 31,14 % сумарної дисперсії.

На частку фактора 2 припадає 17,87 % сумарної дисперсії, у якому зосереджено 7 змінних вестибулярної системи: AvgSpeed, Length, KFR, LengthX, LengthY, RangeX та RangeY.

Вклад фактору 3 становить 8,72 % сумарної дисперсії, який складається з антропометричних та фізіологічних показників, що пов'язані із компонентом варіабельності серцевого ритму: ЖСЛ, сила кисті, зріст, маса тіла та LF/HF.

Фактор 4 відповідав за стан центральної нервової системи, до якого увійшли індивідуально-типологічні показники: СНП та ФРНП. Так, фактор 4 пояснює 7,98 % сумарної дисперсії. Так, фактор 5 становив 6,01 % сумарної дисперсії та складався з показників центральної нервової та серцево-судинної систем: ДНП, ВПР, ІН та ІВР. Слід зазначити, що інтегральні показники (ВПР, ІН, ІВР) одночасно відносилися до фактору 1, що свідчить про великі рівні за величиною значення навантажень до відповідних факторів.

Зокрема, фактор 6 становить 5,00 % сумарної дисперсії та визначався фізіологічними показниками, а саме систолічним ($AT_{\text{сис}}$) та діастолічним ($AT_{\text{діас}}$) артеріальним тиском. Так, фактор 7 складався з психодинамічних показників: ЧПЗМР та ЧСЗМР та пояснював 4,47 % сумарної дисперсії.

Фактор 8 складався із вікових особливостей, що пояснював 3,74 % сумарної дисперсії.

За допомогою критерію адекватності Кайзера-Мейєра-Олкіна було встановлено, що показники групи студентів із помірним переважанням центральної регуляції (І тип) до навантажень характеризувалися адекватністю зі значенням 0,546. Так, критерій сферичності Барлетта дозволяє використовувати дані І групи для проведення факторного аналізу ($p=0,000$). Було застосовано 31 показник, які характеризують функціональний стан студентів. За умови, що фактори мають значення більше за одиницю, то їх можна застосовувати для подальшого аналізу. Так, для аналізу було визначено 8 факторів, які складають 83,74 % сумарної дисперсії змінних. Вклад першого фактору становить 28,11 % сумарної дисперсії, другий фактор – 14,03 %, третій – 10,05 %, четвертий – 9,27 %, п'ятий – 8,38 %, шостий – 6,26 %, сьомий – 4,01 %, восьмий – 3,63 %. Так, за результатами табл. 3., можна зробити висновок, що показники з високими факторними навантаженнями знаходяться у діапазоні від 0,562 до -0,962.

Таблиця 3.

Матриця факторних навантажень показників функціонального стану студентів із помірним переважанням центральної регуляції (І тип) у стані спокою

Показники	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6	Фактор 7	Фактор 8
KFR	-0,962	-0,095	-0,061	-0,143	0,109	0,001	-0,047	-0,003
AvgSpeed	0,959	0,115	0,081	0,142	-0,104	-0,001	0,052	0,000
Length	0,959	0,115	0,081	0,142	-0,104	-0,001	0,052	0,000
LengthY	0,863	0,291	0,008	0,089	0,017	-0,105	0,058	0,069
LengthX	0,836	-0,116	0,137	0,169	-0,225	0,111	0,047	-0,066
RangeY	0,770	0,089	-0,159	-0,006	0,286	-0,001	0,055	-0,170
RangeX	0,688	0,096	0,142	0,105	-0,052	0,070	0,031	0,281
IBP	0,190	0,941	0,136	0,088	-0,035	-0,113	0,018	0,054
deltaX	-0,006	-0,891	0,046	-0,067	0,263	-0,002	-0,159	0,129
TP	-0,041	-0,875	0,230	0,025	-0,036	-0,125	-0,127	-0,104
IH	0,215	0,848	0,392	0,072	0,018	-0,148	0,042	0,024
ВІР	0,140	0,812	0,431	0,040	-0,071	-0,149	0,081	-0,174
AM0	0,257	0,634	0,187	0,065	0,190	-0,052	-0,005	0,562
Moda	-0,083	0,011	-0,957	0,053	-0,101	0,108	-0,096	0,009
ЧСС	0,074	0,130	0,920	-0,031	0,188	-0,119	0,107	0,025
ПАПР	0,241	0,460	0,659	0,016	0,239	-0,134	0,057	0,378
pNN50	0,017	-0,322	-0,576	-0,193	0,398	-0,329	-0,104	-0,034
LF/HF	0,017	-0,001	0,452	0,175	-0,163	0,408	-0,380	0,032
ЖЄЛ	0,158	0,021	0,099	0,839	-0,127	0,002	-0,019	0,026
Сила кисті	0,206	-0,063	-0,130	0,804	-0,118	-0,027	0,098	0,019
Зріст	0,282	0,167	0,065	0,753	-0,120	-0,112	0,255	0,041
Маса тіла	0,064	0,186	0,056	0,724	0,250	-0,152	0,326	-0,124
ФРНП	-0,108	-0,043	0,116	-0,054	0,941	0,045	-0,011	-0,093
СНП	-0,136	-0,066	0,145	-0,065	0,907	0,036	0,034	-0,043
RMSSD	-0,078	-0,466	-0,498	-0,262	0,571	-0,235	-0,066	0,025
ЧПЗМР	0,034	-0,009	-0,032	-0,273	-0,010	0,824	-0,008	0,019
ЧСЗМР	0,167	-0,195	-0,109	-0,167	0,041	0,737	-0,091	-0,298
вік	-0,177	-0,021	-0,081	0,324	0,071	0,652	-0,287	0,283
AT _{діас}	0,075	0,206	0,195	0,237	-0,052	-0,041	0,848	0,010
AT _{сис}	0,172	0,109	0,056	0,295	-0,004	-0,187	0,756	0,130
ДНП	-0,022	-0,125	0,027	-0,066	-0,471	-0,026	0,142	0,708

Примітка. Граничне значення факторного навантаження розглядалося на рівні $\lambda_n \geq 0,5$.

Таким чином, фактор 1 відповідав за стан вестибулярної системи, який визначався показниками KFR, AvgSpeed, Length, LengthX, LengthY, RangeX та RangeY.

Фактор 2 відповідає за стан серцево-судинної системи, до якого увійшли: індекс вегетативної рівноваги (IBP), варіаційний розмах (deltaX), загальна потужність спектру варіабельності серцевого ритму (TP), індекс напруження (IH), вегетативний показник ритму (BPP) та амплітуда моди (AM0).

Так, фактор 3 складався з показників, які характеризують стан серцево-судинної системи: Moda, ЧСС, ПАПР та pNN50.

Зокрема, фактор 4 складався із антропометричних та фізіологічних показників, який визначався ЖЄЛ, силою кисті, зростом та масою тіла.

Фактор 5 відповідав за стан центральної нервової та серцево-судинної системи. До нього увійшли індивідуально-типологічні та часовий показники: ФРНП, СНП та RMSSD.

Фактор 6 складався із вікових особливостей та психодинамічних показників ЧПЗМР й ЧСЗМР, що інтерпретувався як час простої та складної зорово-моторної реакції, які пов'язані з віком студентів.

Так, фактор 7 визначався фізіологічними показниками, а саме систолічним ($AT_{\text{сис}}$) та діастолічним ($AT_{\text{діас}}$) артеріальним тиском.

До фактору 8 увійшов один індивідуально-типологічний показник – ДНП.

Процедура факторного аналізу була виконана для показників групи студентів із помірним переважанням центральної регуляції (I тип) також після фізичного навантаження. Значення критерію сферичності Барлетта становив 0,000, що свідчить про придатність для проведення факторного аналізу. Однак критерій адекватності вибірки Кайзера-Мейєра-Олкіна складав 0,211, що свідчить про неможливість використання факторного аналізу.

Процедура факторного аналізу також була виконана для показників групи студентів із вираженим переважанням центральної регуляції (II тип) та вираженим переважанням автономної регуляції (IV тип) у стані спокою та після фізичного навантаження. Однак, виявилось, що факторний аналіз провести неможливо, оскільки вихідна матриця не являється позитивно визначеною. Це свідчить про мультиколінеарність даних, тобто сильний лінійний (але не ідеальний) зв'язок між більше, ніж двома незалежними змінними.

Висновки. Отримані дані засвідчують про відмінності значимості ряду показників функціонального стану до та після фізичного навантаження між студентами із різними домінантними типами вегетативної регуляції.

Література:

1. Tumakov D., Fazleeva E., Valeeva A. & Akberov R. (2017). A mathematical model for influence of physical exercises on psychophysiological adaptation of international students to learning performance at universities. *Journal of Pharmacy Research*. Vol. 11. Issue 11. P. 1330-1335.

2. Фізіологія: підруч. для студ. ВМНЗ IV р. а. / [В. Г. Шевчук, В. М. Мороз, С. М. Белан, та ін.]; за ред. В. Г. Шевчука ; М-во охорони здоров'я України. - 2-е вид., випр. і доп. Вінниця: Нова Книга, 2015. 447 с.

3. Максимова К. В. Моніторинг стану соматичного здоров'я студенток і курсів вищих навчальних закладів м. Харкова. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. 2017. № 7 (29). С. 30-34.

4. Кучер Т. Рівень фізичного здоров'я студентів гуманітарно-педагогічної академії. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2012. № 2. С. 74-77.

5. Bartlova S., Tothova V., Chloubova I., Sedova L., Olisarova V., Michalkova H. & Prajsova J. (2020). The quality of health of the Czech population at the age of 40+ using the Short Form – 36 (SF-36) questionnaire. *Kontakt / Journal of nursing and social sciences related to health and illness*. Vol. 22, issue 1. P. 16-26. URL: <https://doi.org/10.32725/kont.2020.003>

6. Brandão, Maria Piedade, Pimentel, Francisco Luís & Cardoso, Margarida Fonseca (2011). Impact of academic exposure on health status of university students. *Revista de Saúde Pública*. Vol. 45, № 1. P. 49-58. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102011000100006>

7. Соколов А. В. Основні аспекти визначення функціонального стану та фізичної підготовленості студентів з використанням маркерів здоров'я. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* : матеріали XXII Міжнародної науково-практичної Інтернет – конференції, 28 лютого 2017 р. / Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди, рада молодих учених, 2017. № 22. С. 314-317.

8. Хомич А. В. Методика програмування індивідуальних фізкультурнооздоровчих занять студентів у позааудиторній роботі вищого навчального закладу: дис. ... канд. пед.наук: 13.00.02. Луцьк, 2016. 205 с.

9. More K. R., McBride A. Q., Clerke A. S., More C. Do measures of countrylevel safety predict individual-level health outcomes? *Social Science & Medicine*. 2019. Vol. 225, P. 128-138. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.02.022>

10. Ruslan V. Tekliuk, Ihor V. Serheta, Oksana A. Serebrennikova. Health-related behaviour in adolescents who have received basic instruction in health promotion. *Wiadomości Lekarskie*. 2019. Tom LXXII, nr 1. P. 12-16.

11. Галандзовський С., Мацейко І. Соматичне здоров'я та фізична підготовленість хлопців 7-17 років. *Молода спортивна наука України*. 2014. Вип.18, т. 2. С. 21 - 27.

12. Rolantova L., Vackova J. Immigrants from Mongolia - their health and experience with healthcare in the Czech Republic. *Kontakt / Journal of nursing and social sciences related to health and illness*. 2015. Vol. 17(4). P. 1-6. URL: <https://doi.org/10.1016/j.kontakt.2015.10.004>

13. Gulbs O., Kobets O., Ponomarenko V. Influence of psychological health on teenager's personality formation. *Fundamental and Applied Researches in Practice of Leading Scientific Schools*. 2017. Vol. 24, № 6. P. 56-59.

14. Ісаєва С. Адаптація здобувачів вищої освіти до навчання у вищому навчальному закладі. *Актуальні проблеми психологічної науки у XXI столітті: погляд у майбутнє*. Магістерські студії: матеріали І наук.-практ. конф. кафедри психології та педагогіки, м. Дніпро, 16 листопада 2020 р. Вип. 1. Дніпро, 2020. С. 28-31.

15. Клибанівська Т. М. Особливості адаптації до навчальної діяльності студентів-правників. *Організаційна психологія. Економічна психологія*. 2019. № 1(16), С. 46-54. URL: <https://doi.org/10.31108/2.2019.1.16.5>

16. Макаров С. Ю. Особливості психофізіологічної адаптації студентів закладів вищої медичної освіти в динаміці навчального року за даними кластерного аналізу. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2018. Т. 22, № 2. С. 389-393.

17. Андрійчук І. П. Особливості адаптації студентів – майбутніх психологів до навчання у вищій школі. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*. 4(8). June 2018, Vol. 2. P. 20-27. URL: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijitss/01062018/5702

18. Nastinova K., Nastinova G. Psychophysiological adaptation of international students to educational environment of higher education institution. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. 2019. No. 322. P. 2407-2414. URL: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.12.04.322>
19. Kalashchenko S.I. Peculiarities of changes of psychophysiological functions, state of human adaptive capacity and stress resistance of students of higher medical institutions. *Медичні перспективи / Medicni perspektivi*. 2021. Том XXVI / 4. P. 98-103. URL: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2021.4.248240>
20. Tumakov D., Fazleeva E., Valeeva A., Akberov R. A mathematical model for influence of physical exercises on psychophysiological adaptation of international students to learning performance at universities. *Journal of Pharmacy Research*. 2017. Vol. 11. Issue 11. P. 1330-1335.
21. Tumakov D., Fazleeva E., Valeeva A., Akberov R. Mathematical model of psychophysiological adaptation of international students through dosed physical activities. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. 2019. Vol. 10, no.16. P. 1-13.
22. Топчий В. А., Сокол О. М. Психофізіологічні кореляти навчально-пізнавальної мотивації в процесі адаптації до інтелектуальних навантажень . *Фізіологія – медицині, фармації та педагогіці: актуальні проблеми та сучасні досягнення: матеріали IV Всеукраїнської наукової конференції студентів та молодих вчених з фізіології з міжнародною участю, Харків, 16 травня 2017 р. Харків : ХНМУ, 2017. С. 124.*

References:

1. Tumakov, D., Fazleeva, E., Valeeva, A. & Akberov, R. (2017). A mathematical model for influence of physical exercises on psychophysiological adaptation of international students to learning performance at universities. *Journal of Pharmacy Research*. Vol. 11. Issue 11. P. 1330-1335 [in English].
2. Shevchuk, V. H., Moroz, V. M., Bielan, S. M. et al. (2015). *Fiziologhiia [Physiology]*. Vinnytsia : Nova Knyha [in Ukrainian].
3. Maksymova, K. V. (2017). Monitorynh stanu somatychnoho zdorovia studentok I kursiv vyshchych navchalnykh zakladiv m. Kharkova [Monitoring of the state of physical health of students of the 1st course of higher educational institutions of Kharkiv]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal «Internauka» - International Scientific Journal «Internauka»*, 7(29), 30-34 [in Ukrainian].
4. Kucher, T. (2012). Riven fizychnoho zdorovia studentiv humanitarno-pedahohichnoi akademii [The level of physical health of students of the Humanitarian and Pedagogical Academy]. *Sportyvnyi visnyk Prydniprovia. – Sports Bulletin of the Dnieper Region*, 2. 74-77 [in Ukrainian].
5. Bartlova S., Tothova V., Chloubova I., Sedova L., Olisarova V., Michalkova H. & Prajsova J. (2020). The quality of health of the Czech population at the age of 40+ using the Short Form – 36 (SF-36) questionnaire. *Kontakt / Journal of nursing and social sciences related to health and illness*. Vol. 22, issue 1. P. 16-26. URL: <https://doi.org/10.32725/kont.2020.003> [in English].
6. Brandão, Maria Piedade, Pimentel, Francisco Luís & Cardoso, Margarida Fonseca (2011). Impact of academic exposure on health status of university students. *Revista de Saúde Pública*. Vol. 45, № 1. P. 49-58. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102011000100006> [in English].
7. Sokolov, A. V. (2017). Osnovni aspekty vyznachennia funkttsionalnoho stanu ta fizychnoi pidhotovlenosti studentiv z vykorystanniam markeriv zdorovia [Basic aspects of determining the functional state and physical fitness of students using health markers]. *Tendentsii ta perspektyvy rozvytku nauky i osvity v umovakh hlobalizatsii – Trends and prospects for the development of science and education in the conditions of globalization* : Proceedings of the 22nd International Scientific and Practical Internet Conference materials of the 22nd International Scientific and Practical Internet Conference (Vols. 22), (pp. 314-317) [in Ukrainian].

8. Khomych, A. V. (2016). *Metodyka prohramuvannia indyvidualnykh fizkulturno-ozdorovchykh zaniat studentiv u pozaaudytornii roboti vyshchoho navchalnoho zakladu* [Methodology of programming individual physical culture and health classes of students in extracurricular work of a higher educational institution]. *Candidate's thesis*. Lutsk [in Ukrainian].
9. More, K. R., McBride, A. Q., Clerke, A. S. & More, C. (2019). Do measures of country-level safety predict individual-level health outcomes? *Social Science & Medicine*. 2019. Vol. 225, P. 128-138. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.02.022> [in English].
10. Ruslan V. Tekliuk, Ihor V. Serheta & Oksana A. Serebrennikova. Health-related behaviour in adolescents who have received basic instruction in health promotion. *Wiadomości Lekarskie*. 2019. Tom LXXII, nr 1. P. 12-16. [in English].
11. Halandzovskyi S. & Matseiko I. (2014). Somatychne zdorovia ta fizychna pidhotovlenist khloptsiv 7-17 rokiv [Somatic health and physical fitness of boys aged 7-17]. *Moloda sportyvna nauka Ukrainy – Young sports science of Ukraine*, 18(2), 21-27 [in Ukrainian].
12. Rolantova, L. & Vackova, J. (2015). Immigrants from Mongolia - their health and experience with healthcare in the Czech Republic. *Kontakt / Journal of nursing and social sciences related to health and illness*. Vol. 17(4). P. 1-6. URL: <https://doi.org/10.1016/j.kontakt.2015.10.004> [in English].
13. Gulbs, O., Kobets, O. & Ponomarenko, V. (2017). Influence of psychological health on teenager's personality formation. *Fundamental and Applied Researches in Practice of Leading Scientific Schools*. Vol. 24, № 6. P. 56-59 [in English].
14. Isaieva, S. (2020). Adaptatsiia zdobuvachiv vyshchoi osvity do navchannia u vyshchomu navchalnomu zakladi [Adaptation of students of higher education to study at a higher educational institution]. *Aktualni problemy psykholohichnoi nauky u XXI stolitti: pohliad u maibutnie. Mahisterski studii – Actual problems of psychological science in the 21st century: a look into the future. Master's studies: Proceedings of the 1st scientific and practical conference of the Department of Psychology and Pedagogy*. (Issue.1), (pp. 28-31). Dnipro [in Ukrainian].
15. Klybanivska, T. M. (2019). Osoblyvosti adaptatsii do navchalnoi diialnosti studentiv-pravnykiv [Peculiarities of adaptation to the educational activities of law students]. *Orhanizatsiina psykholohiia. Ekonomichna psykholohiia – Organizational psychology. Economic psychology*, 1(16), 46-54. URL: <https://doi.org/10.31108/2.2019.1.16.5> [in Ukrainian].
16. Makarov, S. Yu. (2018). Osoblyvosti psykhofiziologichnoi adaptatsii studentiv zakladiv vyshchoi medychnoi osvity v dynamitsi navchalnoho roku za danymy klasternoho analizu [Peculiarities of psychophysiological adaptation of students of higher medical education institutions in the dynamics of the academic year according to cluster analysis data]. *Visnyk Vinnytskoho natsionalnoho medychnoho universytetu – Bulletin of the Vinnytsia National Medical University*, Vols. 22, No. 2, 389-393 [in Ukrainian].
17. Andriichuk, I. P. (2018). Osoblyvosti adaptatsii studentiv – maibutnikh psykholohiv do navchannia u vyshchii shkoli [Peculiarities of adaptation of students - future psychologists to higher education]. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*, 4(8), Vol. 2, 20-27. URL: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijitss/01062018/5702 [in Ukrainian].
18. Nastinova, K. & Nastinova G. (2019). Psychophysiological adaptation of international students to educational environment of higher education institution. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. No. 322. P. 2407-2414. URL: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.12.04.322> [in English].
19. Kalashchenko, S.I. (2021). Peculiarities of changes of psychophysiological functions, state of human adaptive capacity and stress resistance of students of higher medical institutions. *Медичні перспективи / Medicni perspektivi*. Том XXVI / 4. P. 98-103. URL: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2021.4.248240> [in English].

20. Tumakov, D., Fazleeva, E., Valeeva, A. & Akberov, R. (2017). A mathematical model for influence of physical exercises on psychophysiological adaptation of international students to learning performance at universities. *Journal of Pharmacy Research*. Vol. 11. Issue 11. P. 1330-1335 [in English].

21. Tumakov, D., Fazleeva, E., Valeeva, A. & Akberov, R. (2019). Mathematical model of psycho-physiological adaptation of international students through dosed physical activities. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. Vol. 10, no.16. P. 1-13 [in English].

22. Topchii, V. A. & Sokol O. M. (2017). Psykhofiziologichni koreliaty navchalno-piznavalnoi motyvatsii v protsesi adaptatsii do intelektualnykh navantazhen [Psychophysiological correlates of educational and cognitive motivation in the process of adaptation to intellectual loads]. *Fiziologhiia – medytsyni, farmatsii ta pedahohitsi: aktualni problemy ta suchasni dosiahnennia – Physiology - medicine, pharmacy and pedagogy: current problems and modern achievements: Proceedings of the IV All-Ukrainian scientific conference of students and young scientists in physiology with international participation*. (pp. 124). Kharkiv: KhNMU [in Ukrainian].