

УДК 612.8

DOI: 10.15587/2519-8025.2018.140857

## ОЦІНКА МЕТОДОМ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ШКАЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ «МОЗОК-СЕРЦЕ» СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС ПЕРЕРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

© Л. І. Юхименко, М. Ю. Макаrchук

**Мета дослідження.** Розробити диференційовані шкали оцінки функціонування системи «мозок-серце» студентської молоді, які ґрунтуються на індивідуальних нейродинамічних та нейровегетативних характеристиках переробки інформації.

**Методи.** Проводили комплексне дослідження ЕЕГ-активності мозку, спектральних характеристик регуляції серцевого ритму (СР), електричного опору шкіри (ЕОШ), оцінку успішності навчання (УН) і рівня тривожності у студентів з різними індивідуальними нейродинамічними властивостями вищої нервової діяльності (ВНД) у стані спокою та під час переробки інформації на комп'ютері.

**Результати досліджень.** В умовах спокою взаємозалежностей між досліджуваними показниками встановлено не було. Під час виконання завдання по переробці та диференціюванню інформації встановлено зв'язок між індивідуальними нейродинамічними властивостями ВНД, ЕЕГ-активністю мозку, потужністю спектру вегетативної регуляції СР, ЕОШ, УН і реактивною тривожністю (РТ).

**Висновки.** На основі застосування технології шкалювання до кількісних і якісних характеристик нейродинамічних та нейровегетативних властивостей психофізіологічних функцій виділено п'ять рівнів функціонування системи «мозок-серце» та розроблено практичні рекомендації до відповідних режимів навчання. Вважаємо, що використання диференційованих шкал відкриває нові можливості індивідуалізації освіти, типологізації оцінки функціонування системи «мозок-серце» під час розумової діяльності, а також розширює прогностичні критерії її стійкості до стресогенних чинників навчання у студентів

**Ключові слова:** диференційовані шкали, переробка інформації, оцінка індивідуальних та типологічних характеристик, успішність навчання, реактивна тривожність

### 1. Вступ

Відомо, що серцево-судинна система – маркер пристосувальних можливостей організму до мінливих умов життя та діяльності [1]. Упродовж останніх десятиліть наукові дослідження як українських, так і іноземних авторів констатують неспинний ріст серцево-судинної захворюваності серед студентської молоді [2, 3]. Основними причинами такої динаміки, на думку науковців є гіподинамія, нервово-емоційне напруження, нерациональне та несбалансоване харчування, соціальні, економічні та екологічні чинники оточуючого середовища, спадковість [4, 5]. Таке становище актуалізує пошук нових підходів до аналізу адаптаційних можливостей організму.

### 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Дослідники наголошують, що в умовах сьогодення навчальна діяльність потребує напруження багатьох функцій людини, і в першу чергу, мозку та серця [6, 7]. Доведено, що успішність навчання залежить від сили нервових процесів [8, 9], психомоторних функцій [10], функціонального стану центральної нервової системи (ЦНС) [11], психологічних особливостей [12], сукупності нейродинамічних та особистісних властивостей [13]. Серед найбільш вивчених стресогенних ефектів, які супроводжують розумову діяльність під час навчання – перенапруження пам'яті, уваги, інтенсифікація процесів мислення, зміни гемодинаміки та напруження

регуляторних механізмів, збільшення споживання кисню, розвиток втоми, підвищення рівня тривожності [14, 15]. Автори підкреслюють, що процес навчання викликає суттєву активізацію біоенергетичних процесів в корі лобних долей, лімбико-ретикулярних і таламо-кортикальних емоціогенних областей мозку, що супроводжується підвищенням кров'яного тиску, значним кровонаповненням судин мозку, збудливості ЦНС та вегетативної нервової системи (ВНС), напруження серцевого ритму (СР) [16, 17]. Доведено, що тривала розумова робота, залежно від емоційного стану людини, здатна викликати зниження умовних судинних рефлексів, розбалансування процесів збудження і гальмування, зрушення у серцево-судинній діяльності [18]. Нарешті, серед провідних обмежуючих факторів кількісних і якісних характеристик переробки інформації, а також успішності роботи, є індивідуальний психологічний стан людини та рівень психофізіологічних можливостей [19, 20].

Нез'ясованість багатьох аспектів функціонування системи «мозок-серце», ріст серцево-судинної захворюваності серед студентів, підвищення складності технологій навчання, робить очевидною необхідність впровадження індивідуалізації надання і отримання освітніх послуг, що актуалізує наші дослідження. Отже, постає необхідність як у комплексному дослідженні, так і диференційованому аналізі функціонування системи «мозок-серце», що, на нашу думку, допоможе виявити індивідуальний нейровеге-

тативний рівень «безпечного» навчання, удосконалив скринінг серцево-судинної системи майбутніх фахівців та поглибить теоретико-методологічні основи професійної орієнтації молоді.

### 3. Мета та задачі дослідження

Метою роботи було розробити на основі комплексного підходу диференційовані шкали оцінки функціонування системи «мозок-серце» в умовах переробки інформації та з'ясувати її роль в успішності навчання.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

– провести визначення індивідуальних нейродинамічних властивостей ВНД, особистісної та реактивної тривожності, показників сенсомоторних реакцій різного ступеня складності та сенсорної модальності.

– в умовах спокою та під час виконання тестів по переробці інформації визначити параметри функціонування системи «мозок-серце» за характеристиками електроенцефалографії (ЕЕГ), спектральної потужності серцевого ритму з врахуванням електричного опору шкіри (ЕОШ).

– застосувати метод шкалювання та провести диференційовану оцінку кількісних і якісних характеристик індивідуальних нейродинамічних та нейровегетативних властивостей ВНД студентів, визначити їх межі.

– сформулювати шкали оцінок для розподілу студентів на групи у відповідності до рівня функціонування системи «мозок-серце» та розробити відповідні практичні рекомендації до навчання для кожної з груп.

### 4. Матеріали та методи комплексного дослідження для розробки диференційованих шкал оцінки функціонування системи «мозок-серце» у студентів в умовах переробки інформації

#### 4.1. Досліджувані фізіологічні показники та обладнання, що використовувались в експерименті

У дослідженнях взяли участь 117 здорових чоловіків 18–22 років, студентів Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Обстеження проведені у відповідності до норм біоетики та з дотриманням положень МОЗ України від 13.03.2006, № 66 і Хельсинської Декларації (1975, пізніші редакції 1996–2013 рр.).

На першому етапі досліджень визначали нейродинамічні індивідуально-типологічні властивості ВНД та характеристики сенсомоторної реактивності і тривожності. На другому етапі проводили комплексне дослідження ЕЕГ-активності мозку, спектральних характеристик регуляції СР, ЕОШ під час переробки інформації на комп'ютері. На третьому етапі здійснювали оцінку навчання студентів за підсумками семестрової успішності. Проведено дві серії досліджень,

відповідно із застосуванням зорових та слухових подразників.

#### 4.2. Методика визначення нейродинамічних індивідуально-типологічних властивостей ВНД

Нейродинамічні індивідуально-типологічні властивості ВНД визначали за функціональною рухливістю (ФРНП), силою (СНП) та зрівноваженістю (ЗНП) нервових процесів на комп'ютерному приладі «Діагност-1М» за методикою М. В. Макаренка [21, 22]. Індивідуальну ФРНП визначали за результатами переробки складної зорової і слухової інформації в режимі «зворотного зв'язку», котра полягала у диференціюванні позитивних та гальмівних подразників (геометричних фігур, чистих тонів). Мірою ФРНП був час виконання тестового завдання. Чим швидше обстежуваний виконував завдання, пов'язане з диференціюванням 120 подразників, тим вище в нього була ФРНП.

СНП оцінювали за показником загальної кількості переробленої інформації упродовж 5 хв роботи на комп'ютері. Більша кількість переробленої інформації відповідала вищому рівню СНП.

Визначення ЗНП передбачало реєстрацію точності реакцій на рухомий об'єкт. Про ЗНП судили по сумарній величині випереджувальних або запізнювальних реакцій. Вважали: чим менша сума відхилень рухових реакцій (мс), тим вища ЗНП.

Сенсомоторну реактивність оцінювали за величиною латентних періодів (мс) під час реагування на дію подразників різного ступеня складності (проста зорово-моторна (ПЗМР) і слухомоторна реакція (ПСМР) та реакція диференціювання двох подразників з трьох – РВ2-3).

Менші значення латентних періодів відповідали кращій сенсомоторній реактивності.

#### 4.3. Методика проведення електроенцефалографії

В умовах спокою та кожного разу під час виконання роботи по переробці інформації визначали характеристики ЕЕГ у 19 відведеннях комп'ютерним енцефалографом «НейроКом» ХАІ Medica з розміщенням електродів за міжнародною системою 10–20.

В якості референтного використовували об'єднаний вушний електрод. Проведення ЕЕГ відбувалось у спеціальній звуко- та світло непроникній екранованій камері. Всі обстежувані були праворукі і в стані спокою в них спостерігався  $\alpha$ -ритм з різним ступенем виразності. Аналізували потужність основних частотних діапазонів ЕЕГ:  $\alpha$  (альфа, 8–13 Гц, 30–70 мкВ),  $\beta$  (бета, 14–35 Гц, 5–30 мкВ) та  $\theta$  (тета, 4–7 Гц, 25–35 мкВ) ритмів у всіх відведеннях згідно програмного забезпечення енцефалографа. Розраховували коефіцієнт активації мозку (КА) як відношення потужності коливань сумарного бета-діапазону до потужності альфа-діапазону у лобних та тім'яних ділянках кори мозку.

#### 4.4. Методика визначення варіабельності серцевого ритму

Одночасно з проведенням ЕЕГ фіксували параметри СР. Реєстрацію та визначення статистичних, варіаційних та спектральних характеристик СР проводили на приладі «Cardiolab+». Варіабельність серцевого ритму (BCP) вивчали за спектральними характеристиками сумарної потужності спектру (ТРмс 2), потужності спектру на дуже низьких частотах, (VLFмс 2, менше 0,05 Гц), низьких (LFмс 2, 0,05–0,15 Гц) та високих (HFмс 2, 0,15–0,4 Гц) частот; враховували відношення LF/HF (у.о.) [23]. Для оцінки загальної BCP використовували показник стандартного відхилення всіх NN-інтервалів (SDNN).

#### 4.5. Методика визначення шкірно-гальванічної реакції

Для визначення шкірно-гальванічної реакції (по змінам електроопору шкірного покриву) фіксували вегетативні поліграми на комп'ютерному поліграфі «Ахсцитон», (США) зі синхронною реєстрацією результатів на комп'ютері ACER (поліграфолог – О.П. Пустовіт, м. Черкаси) Дослідження ЕОШ проводилось під час сенсомоторного реагування на рухомий об'єкт з одночасною з реєстрацією варіабельності СР.

#### 4.6. Методика визначення рівня тривожності

Рівень особистісної тривожності (ОТ) та реактивної тривожності (РТ) визначали методикою самооцінки Ч. Спілберга, адаптованою Ю. Л. Ханіним [24].

#### 4.7. Оцінка успішності навчання

Оцінку навчання студентів проводили за показниками семестрової успішності (враховували кількість позитивно та негативно складених іспитів і заліків, якість складених іспитів, існування академічної заборогованості по навчальним дисциплінам та її об'єм).

#### 4.8. Проведення статистичного аналізу

Результати оброблено методами параметричної статистики з виявленням достовірних відмінностей отриманих даних за t-критерієм Стьюдента і непараметричної статистики з визначенням критеріїв Вілкоксона-Манна-Уїтні пакетами програм Excel-2010 та «STATISTICA 6.0 for Windows». Існування зв'язку між досліджуваними показниками перевіряли розрахунками коефіцієнту кореляції Спірмена ( $r_s$ ). Відмінності між групами та існування кореля-

ційної залежності вважали достовірними при  $P \leq 0,05$ .

#### 5. Результати визначення функціонування системи «мозок-серце» за характеристиками ЕЕГ- активності, спектральної потужності СР, особистісної і реактивної тривожності, ЕОШ у студентів з різними індивідуальними нейродинамічними властивостями ВНД. Застосування методу шкалювання

У відповідності до мети та завдань роботи спочатку провели визначення індивідуальних нейродинамічних властивостей ВНД, ОТ та РТ, показників сенсомоторних реакцій різного ступеня складності та сенсорної модальності. У подальшому в умовах спокою та під час виконання тестів по переробці інформації визначали функціонування системи «мозок-серце» за характеристиками ЕЕГ- активності, спектральної потужності СР з врахуванням ЕОШ. Показники біоелектричної активності мозку, СР та ОТ і РТ знаходились у межах норми, а їх кількісні значення у осіб з різними нейродинамічними властивостями ВНД в умовах спокою достовірно не відрізнялись ( $P \geq 0,05$ ).

Диференційована оцінка кількісних і якісних характеристик індивідуальних нейродинамічних та нейровегетативних властивостей ВНД студентів проводилась методом шкалювання. Абсолютні характеристики досліджуваних показників та величини їх середньоквадратичного відхилення ( $\sigma$ ) від середньо-статистичних величин були нами використані як основа для отримання відповідних відносних кількісних значень.

На основі отриманих градацій значення  $X_i$  показників для кожного функціонального класу визначили межі та сформували шкали оцінок для розподілу студентів на п'ять груп у відповідності до рівня функціонування системи «мозок-серце» за показниками індивідуально-типологічних нейродинамічних властивостей ВНД. Згідно шкалювання, високий рівень (I) обраховували:  $X_i \leq X - \sigma$ , який відповідає 10 балам; вище за середній (II):  $X - \sigma \leq X_i \leq X - 0,25 \sigma$ , що відповідає 8 балам; середній рівень (III):  $X - 0,25 \sigma \leq X_i \leq X + 0,25 \sigma$  відповідає 6 балам; нижче за середній рівень (IV):  $X + 0,25 \sigma \leq X_i \leq X + \sigma$  дорівнює 4 балам та низький рівень (V):  $X + \sigma \leq X_i$ , який становить 2 бали (табл. 1).

Отримані результати є показниками як кількісної так і якісної оцінки функціонування системи «мозок-серце» за характеристиками нейродинамічних та нейровегетативних властивостей ВНД студентів, отриманих в умовах реальної розумової діяльності.

Таблиця 1

Диференційовані шкали оцінювання рівня функціонування системи «мозок-серце» студентів під час переробки інформації

№ п/п	Показники	Рівень функціонування системи «мозок-серце»				
		I	II	III	IV	V
	Бали	10	8	6	4	2
Зорова модальність						
1	ФРНП, с	≤56,0	56,1–60,9	61,0–65,9	66,0–70,9	≥71,0
2	ПЗМР, мс	≤207,2	219,1–259,4	209,1–260,2	261,3–310,4	≥325,1
3	РВ <sub>2-3</sub> , мс	≤359,1	360,2–409,1	410,2–480,1	499,1–570,2	≥571,2
4	СНП, кадри	≥761,1	760,1–740,9	741,1–690,1	689,9–609,2	≤610,6
5	ЗНП, мс	≤15,6	16,1–20,5	20,6–30,1	30,5–36,2	≥37,0
6	КА, у.о.	≥0,42	0,39–0,35	0,34–0,31	0,30–0,29	≤0,27
7	LF/HF, у.о.	≥3,2	3,0–2,6	2,5–2,0	1,9–1,6	≤1,5
8	ЕОШ, у.о.	≤1,8	1,9–2,89	2,91–3,99	4,0–5,19	≤5,2
9	РТ, у.о.	≥46,1	44,9–40,0	40,9–37,1	36,9–33,0	≤32,0
Слухова модальність						
1	ФРНП, с	≤60,1	60,2–67,9	68,3–70,9	71,0–77,9	≥78,0
2	ПСМР, мс	≤249,1	250,1–279,3	230,2–289,1	291,2–355,4	≥370,0
3	РВ <sub>2-3</sub> , мс	≤418,1	420,1–449,2	430,2–520,3	521,1–590,2	≥595,1
4	СНП, сигнали	≥700,6	670,1–649,9	650,5–610,1	609,9–570,2	≤510,3
5	ЗНП, мс	≤15,4	15,8–21,9	22,1–29,0	29,1–35,1	≥35,4
6	КА, у.о.	≥0,39	0,36–0,34	0,33–0,32	0,31–0,30	≤0,28
7	LF/HF, у.о.	≥3,0	2,8–2,4	2,3–1,8	1,7–1,4	≤1,3
8	ЕОШ, у.о.	≤1,6	1,7–2,69	2,71–3,89	3,91–4,89	≤5,0
9	РТ, у.о.	≥48,2	45,9–41,8	42,0–38,1	37,9–35,0	≤34,9

### 6. Обговорення результатів дослідження функціонування системи «мозок-серце» під час переробки інформації студентів виділених груп та її ролі в успішності навчання

Згідно розроблених диференційованих шкал, до студентів з високими рівнями функціонування системи належали особи, що мали, відповідно менші часові характеристики ФРНП (близько 56,0–60,9 с під час переробки зорових і 60,1–67,9 с при переробці слухових стимулів), а до студентів з низькими градаціями цієї властивості – більші кількісні значення: 66,0–71,0 с під час переробки зорових стимулів і 71,0–78,0 с при переробці подразників слухової модальності. Аналогічні різниці проявились і при співставленні показників простих і складних сенсомоторних реакцій. Наприклад, у осіб з високими рівнями ФРНП кількісні значення при переробці подразників зорової і слухової модальності перебували у межах відповідно 259,4–207,2 і менше та 279,3–249,1 мс і менше, а у представників з нижчими градаціями даної нейродинамічної функції часові характеристики переробки коливались у більших межах: від 261,3–325,1 і більше при переробці стимулів зорової модальності та 291,2–370,0 і більше під час переробки слухових подразників.

Слід зазначити, що у осіб з високими рівнями ФРНП були також найбільші показники СНП, КА, LF/HF і найменша кількість відхилень реагування на

рухомий об'єкт. Такі результати вказували на існування у осіб з вищими градаціями ФРНП більшого напруження мозкових процесів та активації механізмів регуляції СР.

Відомо, що виконання любого вмотивованого завдання завжди супроводжується відповідним емоційним компонентом, обумовленим активністю симпатичного відділу ВНС [25]. Вивчення динаміки показників амплітуди ЕОШ та РТ обстежуваних з високими градаціями ФРНП вказало на те, що на відміну від осіб з нижчими її рівнями, вони характеризувались більшою ситуативною тривожністю та меншим ЕОШ. Загальна оцінка наведених нейродинамічних та нейровегетативних властивостей у студентів з високими рівнями свідчила про найбільший їх розвиток і відповідала межах 8-10 балів.

Загальний висновок щодо функціонального стану індивідуальних нейродинамічних і нейровегетативних властивостей проводили за інтегральним індексом, який розраховувався за сумою набраних студентом балів (табл. 2).

Відповідно, інтегральний індекс функціонування системи «мозок-серце» студентів коливався від максимального (сума балів 90) до мінімального (18 балів). Ми провели аналіз розподілу студентів за рівнем індивідуальних нейродинамічних, психологічних та нейровегетативних властивостей.

Таблиця 2

Інтегральний індекс функціонування системи «мозок-серце» студентів під час переробки інформації

№ п/п	Рівень функціонування системи «мозок-серце» за психофізіологічними властивостями	Інтегральний індекс досліджуваних властивостей, бали
1	Високий	$\geq 73$
2	Вище за середній	55–72
3	Середній	37–54
4	Нижче за середній	19–36
5	Низький	$\leq 18$

Низькі значення інтегрального індексу,  $\leq 18$  балів мали 6 % (7 осіб), а нижчі за середні 19–36 балів – 9 % випробовуваних (10 осіб). Серед загальної кількості студентів – 10 % випробовуваних (12 осіб), були віднесені до групи з високим інтегральним індексом функціонування системи «мозок-серце» (за 73 бали) та 7 % обстежуваних (8 %) до групи з вищим за середній рівень інтегральним індексом, який знаходився у межах 55–72 балів. До групи з середнім значенням інтегрального індексу функціонування системи «мозок-серце» (37-54 балів) увійшла більшість студентів – 68 % (80 осіб).

У свою чергу, розподіл обстежуваних за рівнем успішності показав, що 38 % студентів мали відповідно високий (21 особа, 18 %) і вищий за середній

рівень успішності (23 особи, 20 %). Ще 9 % студентів (11 осіб) мали нижчий за середній рівень та 3 % студентів (4 особи) – низький рівень успішності. Найбільша частка студентів за результатами семестрової успішності була представлена особами із середнім рівнем (58 осіб, 50 %).

Співставлення показників розподілу студентів за рівнем індивідуальних нейродинамічних, психологічних та нейровегетативних властивостей з даними розподілу, проведеним за рівнем успішності навчання вказало на схожі результати.

Застосований кореляційний аналіз між успішністю навчання та рівнем функціонування системи «мозок-серце» вказав на існування ряду взаємозв'язків (рис. 1).

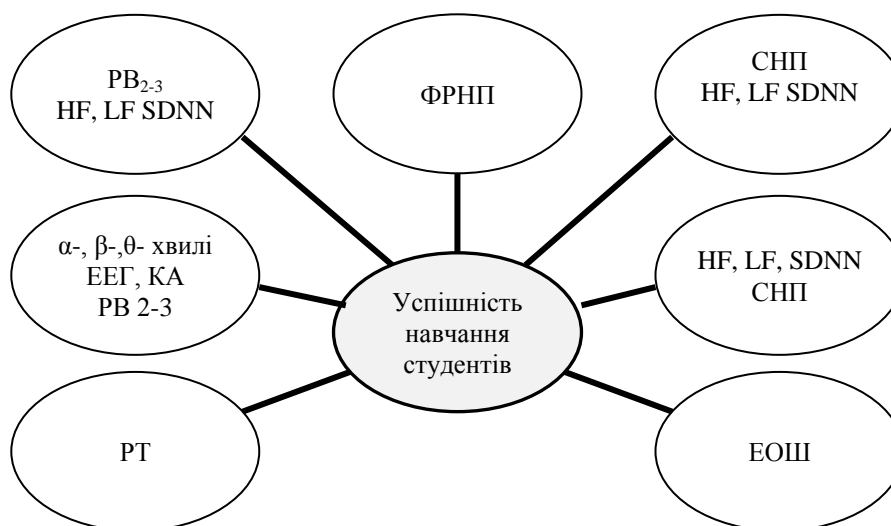


Рис. 1. Кореляції між успішністю навчання, нейродинамічними, психологічними та вегетативними властивостями студентів (наведено лише достовірні зв'язки,  $P \leq 0,05$ )

Встановлено кореляцію успішності навчання з нейродинамічними властивостями ВНД (ФРНП і СНП, відповідно  $r=0,60$  і  $r=0,56$ ;  $P \leq 0,05-0,01$ ), складними сенсомоторними реакціями вибору та диференціювання інформації  $PB_{2-3}$  ( $r=0,42$ ;  $P \leq 0,05-0,01$ ), потужністю  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\theta$ -ритмів ЕЕГ лобних, вискових і потиличних ділянок кори мозку, КА центральних областей кори мозку (відповідно  $r=0,22$ ,  $r=0,31$ ,  $r=0,33$ ;  $P \leq 0,05$ ). Також виявлено зв'язок успішності навчання із спектральними характеристиками СР HF і LF та показником SDNN (відповідно  $r=0,49$  і  $r=0,54$  та

$r=0,52$ ;  $P \leq 0,05-0,01$ ), ЕОШ та РТ (відповідно  $r=0,32$  та  $r=0,33$ ;  $P \leq 0,05$ ).

Отримані взаємозалежності вказують на те, що вища успішність навчання потребує від системи «мозок-серце» функціонування на більш високому рівні. Успішні студенти характеризувались вищими рівнями ФРНП, СНП,  $PB_{2-3}$ , КА кори мозку, меншою потужністю  $\alpha$ - і  $\theta$ - та більшою потужністю  $\beta$ - ритмів зацікавлених ділянок кори мозку, більшою спектральною потужністю СР, вищою РТ та нижчим ЕОШ. Такі результати вказують на те, що рівень функціону-

вання системи «мозок-серце» є прогностичним критерієм успішності навчання, а індивідуальні нейродинамічні, психологічні та вегетативні характеристики людини слід враховувати як базові для «безпечно» здобування освіти. Насамперед, це стосується врахування генетично-детермінованих індивідуально-типологічних властивостей ВНД: ФРНП, СНП, нейрофізіологічних характеристик активності мозку, спектральних характеристик регуляторних механізмів СР, РТ та ЕОШ.

Аналіз особливостей функціонування системи «мозок-серце» студентів в умовах переробки інформації та успішності їх навчання став фізіологічною основою для розробки відповідних рекомендацій по індивідуалізації навчального процесу. Вважаємо, що встановлені зв'язки між індивідуально-типологічними, нейровегетативними, нейрофізіологічними, психологічними властивостями та успішністю навчання дають підстави виділити серед студентів п'ять навчальних груп.

До першої групи, на нашу думку, повинні входити студенти, які мають високі швидкісні характеристики до сприйняття, передачі та переробки інформації з мінімально-допустимою кількістю помилок. Інтегральний індекс функціонування системи «мозок-серце» таких студентів повинен складати не менше 73 балів. Високий рівень нейродинамічних функцій, активації мозку, а також сенсомоторної та вегетативної реактивності сприятимуть навчання на найвищому рівні. Разом з тим, функціонування системи «мозок-серце» на високому рівні має високу ймовірність ризику виникнення нейроваскулярної патології [26, 27], тому потребує упорядкування розпорядку навчання і відпочинку (дотримання встановлених меж роботи за комп'ютером, заняття у спортивних секціях, участь у художній самодіяльності, аматорських, соціальних програмах за інтересами тощо).

Друга група студентів може складатися з осіб, що мають вищий за середній рівень функціонування системи «мозок-серце». Під час навчання вони можуть допускати незначну кількість помилок, що суттєво не знизить якісні характеристики успішності та не призведе до перенапруження роботи мозку і серця чи розвитку втоми. Інтегральний індекс студентів цієї групи за комплексом нейродинамічних, психологічних, нейрофізіологічних та нейровегетативних властивостей повинен коливатися в межах 55–72 балів. Основні зусилля для досягнення збалансованості між працею і відпочинком повинні спрямовуватись на підвищення мотивації до навчання та урізноманітнення рухової діяльності.

У третю групу студентів повинні увійти ті, яким для забезпечення нормального функціонування системи «мозок-серце» та здобування освіти потрібно приділяти більше часу як для підготовки до занять, так і для відновлення фізіологічних функцій шляхом обов'язкового дотримання чіткого розподілу навчальної діяльності і відпочинку (особливо під час складання екзаменаційної сесії, в умовах жорстких термінів засвоєння нового матеріалу). Такі рекомендації нівелюють загрозу швидкого вичерпання резервних можливостей організму, виникнення соматичної

патології та зниження успішності навчання в умовах дефіциту часу. Ця група студентів, згідно результатів наших досліджень, характеризувалась середнім рівнем досліджуваних властивостей. Інтегральний індекс комплексу їх показників функціонування системи «мозок-серце» повинен відповідати середньому рівню і бути не нижче 37–54 балів.

У четверту групу слід добирати осіб, що повільно виконують навчальні завдання, успішність яких нижча за середню, інтегральний показник функціонування системи «мозок-серце» знаходиться у межах 19–36 балів, а більшість досліджуваних показників відносяться до нижчого за середній рівень. Слабке фізіологічне підґрунття (низькі рівні нейродинамічних та нейрофізіологічних функцій, активації мозку, сенсомоторної та вегетативної реактивності) ускладнює засвоєння навчального матеріалу, потребуючи більшого часу, велика ж кількість помилок знижує успішність навчання. Разом з тим, слід думати, що розширення сфери заохочень до навчання, модернізація існуючих моделей отримання знань та оновлення формату надання освітніх послуг поряд з підвищенням особистого самоконтролю, виховання наполегливості та систематичності занять, сприятимуть підвищенню успіхів у навчанні.

До п'ятої групи потрібно відносити осіб, що мають найменші як здібності, так і можливості до навчання, успішність яких не відповідає вимогам, інтегральний показник функціонування системи «мозок-серце» є нижчим за 18 балів, а більшість досліджуваних показників відноситься до низького рівня. Таке співвідношення здібностей та можливостей демонструє високу ймовірність розвитку конфлікту між відносно дефіцитарністю фізіологічних функцій та вимогами обраної освітньої діяльності, збільшуючи можливість виникнення хронічної втоми, загальної невротизації [28, 29]. У крайніх випадках доцільним є розгляд інших можливих сфер для майбутнього професійного спрямування.

Слід думати, що сучасна організація освітнього процесу повинна спиратися на фізіологічне підґрунття, що дозволить уникнути негативних ефектів навчання [30, 31]. Вважаємо, що індивідуалізація освіти повинна орієнтуватися на рівень функціонування системи «мозок-серце» за характеристиками генетично детермінованих нейродинамічних властивостей ВНД (ФРНП, СНП) та враховувати діапазони сенсомоторних реакцій диференціювання (PB<sub>2-3</sub>), нейрофізіологічних (просторово-часових параметрів ЕЕГ, коефіцієнта активації мозку), спектральної потужності механізмів регуляції серця, реактивної трижовкості та ЕОШ.

Результати комплексного дослідження переробки інформації на основі показників діяльності мозку і серця з врахуванням типологічних властивостей основних нервових процесів, поряд з оцінкою успішності навчальної діяльності, повинні знайти застосування у науковій концепції організації надання вищої освіти, інклюзивного навчання та збереження здоров'я майбутніх фахівців, як об'єктивні індикатори функціонування організму.

## 7. Висновки

1. Встановлено зв'язок між рівнем функціонування системи «мозок-серце» та успішністю навчання студентів. Студенти з високими рівнями функціонування системи «мозок-серце» (за показниками індивідуальних нейродинамічних, нейрофізіологічних, вегетативних та психологічних властивостей ВНД) порівняно студентів з низькими її рівнями відрізнялись кращою успішністю навчання.

2. Розроблено та запропоновано диференційовані шкали оцінки функціонування системи «мозок-

серце» студентів, інтегральний індекс комплексу показників для оцінки успішності навчальної діяльності та відповідні рекомендації для «безпечного» навчання.

3. Застосування комплексного індивідуального підходу до оцінки роботи мозку і серця з використанням диференційованих шкал відкриває нові можливості індивідуалізації освіти, типологізації оцінки функціонування системи «мозок-серце» під час розумової діяльності, а також розширює прогностичні критерії її стійкості до стресогенних чинників навчання у студентів.

## Література

1. Агаджанян Н. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Учение о здоровье и проблемы адаптации. Ставрополь: СГУ, 2000. 204 с.
2. Смагулов Н. К., Хантурина Г. Р., Кожевникова Н. Г. Влияние компьютеров на показатели здоровья студентов // Международный журнал экспериментального образования. 2013. № 10. С. 271–275.
3. Дзензелюк Д. О., Плотіцин К. В. Захворюваність серцево-судинної системи студентів-аграріїв // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. 2016. № 3К 2 (71). С. 112–114.
4. Пластунов Б. А., Ковалів М. О. Функціональний стан серцево-судинної системи першокурсників вищих навчальних закладів і чинники, що його формують (огляд літератури) // Буковинський медичний вісник. 2015. № 1 (73). С. 237–246.
5. Physical activity and mental health in a student population / Tyson P. et. al. // Journal of Mental Health. 2010. Vol. 19, Issue 6. P. 492–499. doi: <http://doi.org/10.3109/09638230902968308>
6. Функціональное состояние студентов при умственной нагрузке / Геворкян Э. С. и др. // Гигиена и санитария. 2005. № 5. С. 55–57.
7. 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.
8. Харченко Д. М. Стан психофізіологічних функцій у студентів з різними властивостями основних нервових процесів: автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ, 1998. 16 с.
9. Алексеева Л. А., Петренко Ю. С. Здоров'я: психолого-валеологічний аспект сутності та формування в умовах сучасної України: зб. наук. пр. між регіон. міжгалуз. наук.-пр. конф. // Філософія здоров'я: гуманітарно-освітній аспект. 2011. № 2. С. 198–213.
10. Ильин Е. П. Психомоторная организация человека: учебник. Санкт-Петербург: Питер, 2003. 384 с.
11. Макаруч М. Ю., Куценко Т. В. Фізіологія центральної нервової системи. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. 335 с.
12. Евтух Т. В. Успешность учебной деятельности студентов педагогического ВУЗа в связи с индивидуально-психологическими характеристиками // Вестник ПГТПУ. Психологические и педагогические науки. 2014. № 1. С. 101–108.
13. Завадська Т. В. Нейродинамічний компонент системи забезпечення діяльності: теоретичні та методичні підходи / ред. Максименко С. Д. // Актуальні проблеми психології. Том V. Психофізіологія. Медична психологія. Генетична психологія. Ч. 2. Київ, 2003. С. 41–48.
14. Макаренко Н. В., Лизогуб В. С., Юхименко Л. И. Реакции вегетативной нервной системы студентов с различными свойствами высшей нервной деятельности в ситуации экзаменационного стресса // Физиология человека. 2006. Т. 32, № 3. С. 136–138.
15. Максимов А. Л., Лоскутова А. Н. Особенности структуры вариабельности кардиоритма уроженцев Магаданской области в зависимости от типа вегетативной регуляции // Экология человека. 2013. № 6 (3). С. 3–10.
16. Ісаков О. А., Ляшенко В. П., Петров Г. С. Вегетативні прояви реакції термінової адаптації студентів до інформаційного навантаження // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Біологія, хімія. 2013. Т. 26, № 4 (65). С. 46–59.
17. Холодов С. А., Бобро Е. 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.
18. Кляуззе В. П. Курс лекцій “Санітарія і гігієна праці”. 2011. URL: [http://medu.pp.ua/gigiena-sanepidkontrol\\_733/fiziologicheskie-osnovyi-povyisheniya.html](http://medu.pp.ua/gigiena-sanepidkontrol_733/fiziologicheskie-osnovyi-povyisheniya.html)
19. Макаренко М. В. Сенсомоторна реактивність і успішність льотного навчання // Військова медицина України. 2016. Т. 16. С. 52–57.
20. Алёшина Е. Д., Коберская Н. Н., Дамулин И. В. Когнитивный вызванный потенциал P300: методика, опыт применения, клиническое значение // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2009. Т. 109, № 8. С. 77–84.
21. Спосіб психофізіологічної оцінки функціонального стану слухового аналізатора: Пат. № 96496 UA. МПК А61В 5/16 / Макаренко М. В. та ін. № а 2010 02225; заявл. 01.03.2010; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21.
22. Макаренко М. В. Основи професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми. Київ: Ін-т фізіології імені О. О. Богомольця НАН України; Наук.-дослід. центр гуманітар. проблем Збройних Сил України, 2006. 395 с.
23. Heart Rate Variability : Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use // Circulation. 1996. Vol. 93, Issue 5. P. 1043–1065. doi: <http://doi.org/10.1161/01.cir.93.5.1043>
24. Ханин Ю. Л. Краткое руководство к применению шкалы реактивной и личностной тревожности Ч. Д. Спилберга. Ленинград: ЛенНИИ физической культуры, 1976. 40 с.
25. Звёздочкина Н. В. Исследование психофизиологического состояния человека с помощью полиграфа: уч.-метод. пос. Казань: Казанский университет, 2015. 65 с.
26. Воронков Л. Г., Солонович А. С. Когнітивна дисфункція при хронічній серцевій недостатності: механізми, наслідки, можливості корекції // Серцева недостатність та коморбідні стани. 2017. № 2. С. 39–46.

27. Артеменков А. А. Оценка функционального состояния и резервных возможностей студентов в разные периоды обучения в вузе // Профилактическая медицина. 2013. № 3. С. 33–36.
28. Горшков Е. А., Коротина Л. Д. Исследование эмоциональной тревожности студентов на разных этапах обучения в педагогическом вузе // Молодой ученый. 2015. № 23 (2). С. 46–51. URL: <https://moluch.ru/archive/103/24325/> (дата обращения: 07.06.2018)
29. Малхазов О. Р. Динаміка індивідуально-психологічних та психофізіологічних характеристик студентської молоді (1976–2000 рр.) // Актуальні проблеми сучасної української психології. До 60-річчя від дня народження академіка С.Д. Максименка: Наукові записки Інституту психології ім. Г. С. Костюка АПН України. 2002. № 22. С. 173–181.
30. Gigantesco A. Occupational stress and mental health // Epidemiologia e Prevenzione. 2013. Vol. 37, Issue 1. P. 67–73.
31. Occupational role stress is associated with higher cortisol reactivity to acute stress // Wirtz P. H. et. al. Journal of Occupational Health Psychology. 2013. Vol. 18, Issue 2. P. 121–31. doi: <http://doi.org/10.1037/a0031802>

Дата надходження рукопису 24.05.2018

**Юхименко Лілія Іванівна**, кандидат біологічних наук, доцент, Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, Україна, 01601  
E-mail: [liyukhimenko@ukr.net](mailto:liyukhimenko@ukr.net)

**Макарчук Микола Юхимович**, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри, кафедра анатомії та фізіології, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, Україна, 01601  
E-mail: [nikmak@univ.kiev.ua](mailto:nikmak@univ.kiev.ua)

УДК: 616.348-002-008.87

DOI: 10.15587/2519-8025.2018.141154

## ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ КИШЕЧНОГО МИКРОБИОМА ПРИ ПОЗДНЕМ ДЕБЮТЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОГО ЯЗВЕННОГО КОЛИТА

© А. А. Дорофеева

*В статье рассмотрены вопросы особенностей протекания, причин возникновения воспалительных заболеваний кишечника на примере пациентов с диагнозом неспецифический язвенный колит.*

**Цель исследования** – выявить особенности кишечной микрофлоры у пациентов с ранним и поздним дебютом неспецифического язвенного колита.

**Методы исследования:** теоретические – анализ научно-методической и специальной литературы; экспериментальные методы – сбор образцов и выделение ДНК, определение олигонуклеотидных праймеров, полимеразная цепная реакция (ПЦР), определение микробиомного состава; математические – метод средних величин.

*Проведен сравнительный анализ состава кишечной микрофлоры у пациентов с ранним и поздним дебютом неспецифического язвенного колита.*

**Результаты:** В ходе исследования было определено, что в украинской популяции у пациентов с поздним началом развития НЯК уменьшается количество *Bacteroidetes*, а уровень *Actinobacteria* увеличивается. Были проанализированы изменения микробиоты у больных НЯК с различной локализацией воспалительного процесса. Установлено, что состав микробных типов достоверно отличается не только в зависимости от возраста начала заболевания, но также и от локализации воспалительного процесса в кишечнике. По мере роста распространенности НЯК уровень *Actinobacteria* был максимальным у больных с левосторонним поражением кишечника и поздним началом НЯК. Тогда как у больных с тотальным поражением кишечника, как при раннем, так и при позднем развитии НЯК было выявлено максимальное снижение *Faecalibacterium prausnitzii*.

**Выводы:** У больных НЯК отмечаются явления кишечного дисбиоза. Уровень *Actinobacteria* увеличивается у пациентов с поздним началом развития НЯК, а количество *Bacteroidetes* уменьшается. У больных с ранним и поздним началом заболевания выявлены разнонаправленные изменения кишечного микробиома, увеличивается число *Akkermansia muciniphila* и снижается *Faecalibacterium prausnitzii*, что может приводить к развитию и прогрессированию заболевания. Показатель соотношения *Firmicutes/ Bacteroidetes* может быть дополнительным маркером оценки выраженности кишечного дисбиоза у пациентов НЯК. При этом распространенность патологического процесса в кишечнике во многом предопределяет лечебную тактику и прогноз пациентов с НЯК.

**Ключевые слова:** неспецифический язвенный колит, *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, *Faecalibacterium prausnitzii*, *Akkermansia muciniphila*