© Л.А. Глеба, К.П. Мелега, В.П. Фекета, О.Ю. Райко, Ю.М. Савка, К.Б. Ківежді, 2013

УДК: 612.172.2+612.176

Л.А. ГЛЕБА, К.П. МЕЛЕГА, В.П. ФЕКЕТА, О.Ю. РАЙКО, Ю.М. САВКА, К.Б. КІВЕЖДІ
Ужгородський національний університет, медичний факультет, кафедра фізіології та патофізіології, Ужгород

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ ВУЗІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Стаття присвячена дослідженню взаємозв'язку між нейродинамічними властивостями вищої нервової діяльності та функціональним станом автономної нервової системи у студентів медичного факультету в умовах реального навчального процесу. Були обстежені 82 здорових осіб чоловічої статі віком від 17 до 20 років. Нейродинамічні властивості оцінювали шляхом визначення латентного періоду зорово-моторної реакції вибору 1 із 3-х вербальних подразників. Для оцінки функціонального стану автономної нервової системи використовували показники варіабельності серцевого ритму, отримані шляхом 5-хвилинної реєстрації 1-го відведення ЕКГ. Встановлено, що найбільш суттєвими факторами, що визначають швидкість та якість обробки вербальної інформації у реакції вибору одного із трьох подразників є тип вегетативного балансу та енергетична структура серцевого ритму, що відображає активність різних ланок автономної нервової системи у вегетативному забезпеченні розумової діяльності. Найбільшу прогностичну інформативність щодо успішності виконання розумових навантажень мають показник симпато-парасимпатичного балансу LF/HF та відносний вклад наднизькочастотних складових у сумарну потужність спектру серцевого ритму VLF%. Отримані дані можуть бути використані для розробки методів покращення психофізіологічної адаптації студентів до навчального стресу шляхом корекції функціонального стану автономної нервової системи.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, сенсо-моторні реакції, автономна нервова система

Вступ. Навчання у вищих навчальних закладах вимагає значного напруження психофізіологічних функцій. За даними сучасних досліджень, значна кількість студентів скаржаться на той чи інший ступінь стресу. Серед студентів медичних вузів кількість студентів з тими чи іншими проявами стресу сягає 2/3 від загального числа. Перехід до Болонського процесу з рейтинговою системою оцінювання спричинює подальше зростання навчального стресу. Більшість авторів відмічають, що стрес у студентів-медиків відображається не тільки на результатах академічної успішності, але і на всіх аспектах життя, включаючи здоров'я. Таким чином, оцінка здатності організму студентів адаптуватися до навчальних навантажень є актуальною проблемою. Важливим аспектом цього питання є визначення факторів, врахування яких допоможе передбачити успішну адаптацію студентів до навчання. Серед таких факторів, на наш погляд, одним із найбільш вагомих є функціональний стан автономної нервової системи (АНС). Так, ряд авторів. [1, 8] на підставі проведених досліджень вважають, що ефективність розумової діяльності в значній мірі визначається активністю вегетативної нервової системи, що в свою чергу детермінує церебральну гемодинаміку. Чим вищою є ефективність розумової діяльності, тим менші зміни спостерігаються з боку автономної нервової системи та мозкової гемодинаміки. Відмічено, що реакція автономної нервової системи на психоемоційний стрес не ідентична стресовій реакції на фізичні фактори і має певну специфіку, яка ще достатньо не з'ясована [15]. Загальновизнано, що різні види навчальної активності стимулюють симпатичну ланку АНС. Зокрема, у ряді досліджень показано, що як у міжсесійному періоді, так і під час екзаменаційної сесії у студентів медичного вузу в порівнянні із канікулярним періодом, значно вища активність симпатичного відділу АНС, що підтверджується вищими значеннями індексу напруження Баєвського, індексу Кердо та зменшенням загальної варіабельності серцевого ритму за даними середнього квадратичного відхилення кардіоінтервалів [3, 4].

Під час екзаменаційного стресу у студентів-медиків незалежно від статевої належності відбуваються однотипні зсуви у вегетативному статусі, які полягають у реципрокній зміні симпато-

вагального балансу на користь симпатичної ланки АНС **[5]**. В той же час, на нашу думку, успішність адаптації до великих інформаційних навантажень залежить і від нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності індивіда, зокрема функціональної рухливості і сили нервових процесів [**7**].

Мета дослідження. На основі порівняння сенсо-моторних реакцій на вербальні стимули з'ясувати взаємозв'язок між показниками функціонального стану автономної нервової системи та індивідуально-типологічними особливостями вищої нервової діяльності студентів-медиків молодших курсів.

Матеріали та методи. До дослідження було залучено 82 здорових осіб чоловічої статі віком від 17 до 20 років. Всі вони не скаржились на стан здоров'я і професійно не займались спортом.

Нейродинамічні властивості вищої нервової діяльності оцінювали за методикою М.В.Макаренко [6], з використанням аппаратно-програмного комлексу «Прогноз». Цей комплекс дозволяє визначити латентний період сенсомоторних реакцій на вербальні стимули, які випадковим чином з'являються на екрані монітора. У нашому дослідженні в якості критерію ефективності обробки інформації був використаний латентний період реакції вибору 1 із 3 подразників (ЛПРВ1-3) . Для отримання значення ЛПРВ1-3 обстежуваному пропонували таку інструкцію: „При появі на екрані монітора слова з назвою тварин Вам необхідно якнайшвидше натискувати та відпускати праву кнопку. На інші сигнали кнопку не натискувати". Прилад реєстрував та відтворював на екрані середнє значення латентного періоду за 30 застосувань із експозицією 0,9 с та указував кількість помилкових реакцій. Згідно з рекомендаціями М.В.Макаренко, показником сенсомоторних реакцій окремого індивіда вважали те значення латентного періоду, яке було найменшим у трьох замірах кожного тесту.

Для об'єктивної характеристики функціонального стану АНС використовували показники варіабельності серцевого ритму (ВСР), отримані шляхом 5-хвилинної реєстрації 1-го відведення ЕКГ згідно рекомендацій Європейської та Північно-Американської асоціації кардіологів [12], з допомогою електрокардіографічного модулю приладу «Варіокард» (Україна). Зокрема, визначали такі спектральні параметри ВСР, як TP ($мс^2$) – загальна енергія спектру частот серцевого ритму, що відображає сумарний вплив на серцевий ритм всіх регуляторних систем; HF ($мс^2$) – високочастотний компонент спектру серцевого ритму в діапазоні 0,15-0,4 Гц, що відображає переважно вагусний вплив на ритм серця, пов'язаний із диханням; LF ($мс^2$) – низькочастотний компонент спектру серцевого ритму в діапазоні 0,04-0,15 Гц, що відображає переважно вплив симпатичного відділу АНС на серцевий ритм, в т.ч. – активність судинно-рухового центру та VLF($мс^2$) – наднизькочастотний компонент спектру серцевого ритму в діапазоні 0,003-0,04 Гц, що відображає сумарну активність надсегментарних відділів АНС і нейрогуморальні впливи на ритм серця. Окрім цього, розраховували показник симпато-вагального балансу (LF/HF) та відсотковий вклад кожного із частотних компонентів спектру у TP (HF%/ LF% та VLF%). Весь отриманий цифровий матеріал був оброблений методами варіаційної статистки з використанням критерію Стьюдента. Різницю між величинами досліджуваних параметрів вважали статистично вірогідною при рівні значимості $p<0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами цього тесту всі обстежені були поділені на три групи. Першу групу склали 22 особи з ЛПРВ1-3, меншим, ніж 391 мс; другу групу – 33 осіб з ЛПРВ1-3 в межах від 392 до 544 мс; третю групу – 27 осіб з ЛПРВ1-3, більшим, ніж 555 мс. Середньогрупові значення показників ВСР наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Показники варіабельності серцевого ритму у осіб з різним латентним періодом реакції вибору одного із трьох подразників

Показник	I група n=22	II група n=33	III група n=27	Достовірність відмінностей між		
				I iII	I і III	IIiIII
ЛПМР1-3, мс	399,08±9,61	474,33±14,34	572,68±18,63	**	***	**
Помилок, %	5,84 ± 0,77	6,59 ± 0,87	10,12 ± 0,48		**	*
TP, $мс^2$	4528±189	4102± 136	3950± 160	*	**	
HF, $мс^2$	1822±125	1445±107	1117±126	**	*	
LF, $мс^2$	1958±144	1816±134	1903±177			
VLF, $мс^2$	748±39	841±24	930±26	*	*	
LF/HF	1,07 ± 0,14	1,26 ± 0,22	1,71 ± 0,26		**	*
VLF, %	16,52 ± 2,45	20,50 ± 2,69	23,54 ± 3,16		*	*
LF,%	43,25 ± 2,39	44,27 ± 3,39	48,18 ± 4,98			
HF,%	40,23 ± 2,18	35,23 ± 3,67	28,28 ± 2,63	*	**	*

Примітка: * - p< 0,05; ** - p< 0,01; *** - p< 0,001

За відсотком помилкових відповідей статистично вірогідна різниця знайдена між першою і третьою та другою і третьою групами. Найбільшу кількість помилок допускали особи третьої групи з найдовшим латентним часом реакції вибору одного із трьох подразників. У осіб цієї групи була найнижчою варіабельність серцевого ритму за даними TP і статистично вірогідно відрізнялася від першої та другої групи. Парасимпатична ланка АНС була найбільш вираженою у обстежених осіб першої групи, які виконували тест найшвидше і зробили найменшу кількість помилок. У них же виявився найменшим показник VLF та VLF%, який характеризує тонус вищих вегетативних центрів. За показником LF та LF%, що є маркером тонусу симпатичної ланки, вірогідних відмінностей між групами не було знайдено. Вегетативний баланс за даними LF/HF у осіб третьої групи був зсунутий в бік симпатикотонії. Однак, оскільки це середньогруповий показник, то він не інформує про співвідношення представників різних типів вегетативного балансу у кожній досліджуваній групі. Якщо за рівень ваготонії прийняти значення LF/HF $\leq$ 1,0; еутонії – LF/HF в межах від 1,0 до 2,0, а симпатикотонії -- LF/HF $\geq$ 2,0, то розподіл ваготоніків, еутоніків та симпатикотоніків у групах буде таким, як на рисунку 1.

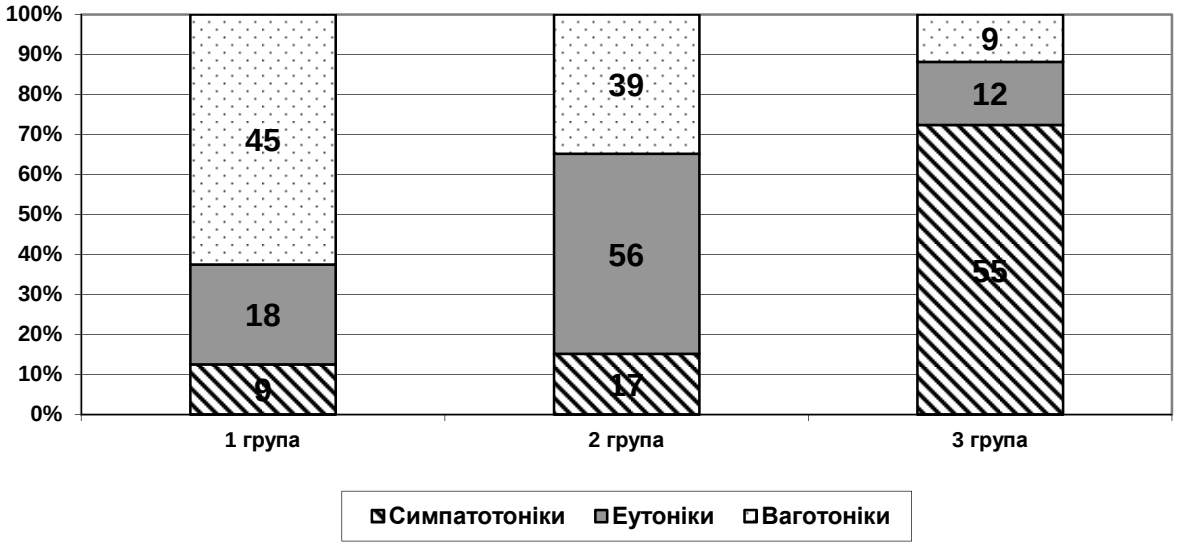

Рис. 1. Співвідношення симпатотоніків, еутоніків та ваготоніків у групах з різним ЛПРВ1-3.

Як свідчать отримані дані, найбільш успішною переробка інформації в цьому тесті була у осіб з переважанням парасимпатичної ланки АНС, доля яких була більшою у 1-й групі. Найдовший час переробки інформації та найбільшу кількість помилок продемонстрували особи з симпатикотонічним типом вегетативної регуляції, доля яких превалювала у 3-й групі. Однак тип вегетативної регуляції не був вирішальним фактором в успішності обробки інформації у реакції вибору одного із трьох подразників, оскільки у всіх групах були представники всіх типів, хоча з різним представництвом.

Порівняння структури спектру серцевого ритму у представників кожної групи (рис. 2.) показало, що у осіб 3-ї групи, у порівнянні з особами 1-ї та 2-ї груп, є вірогідно більшим вклад наднизькочастотної ділянки спектру (VLF), а у осіб 1-ї групи – вірогідно меншим вклад низькочастотної ділянки (LF) порівняно із особами 2-ї та 3-ї груп.

Як відомо, наднизькочастотна ділянка спектру серцевого ритму характеризує участь у вегетативній регуляції надсегментарного рівня АНС. Високі значення цього показника розцінюються як маркер централізації регулювання серцевого ритму, що, в свою чергу, свідчить про зростання напруженості механізмів автономної регуляції. Збільшення вкладу низькочастотної ланки у осіб 2-ї та 3-ї групи, на наш погляд, слід розглядати як показник більшої участі симпатичної ланки АНС в регуляції серцевого ритму у цієї категорії осіб.

Історично сформувалися два підходи до інтерпретації показників ВСР, які взаємно доповнюють один одного. Перший із них розглядає варіабельність серцевого ритму та її параметри, як маркер стану симпатичного та парасимпатичного відділу автономної нервової системи та їх балансу при різних захворюваннях та фармакологічних чи немедикаментозних впливах на організм людини. Другий підхід, що виник пізніше, розглядає ВСР, як відображення процесу активації різноманітних регуляторних механізмів, які забезпечують підтримання серцево-судинного гомеостазу і адаптацію організму до мінливих умов зовнішнього середовища. Головним завданням цього напряму є розробка методів вимірювання та оцінки стресу. В ряді досліджень продемонстрована висока інформативність показників ВСР для оцінки стресової стійкості до різноманітних навантажень в тому числі і – психофізіологічних [**11,17**]. В даному дослідженні ми використали показники ВСР для оцінки стресорних реакцій на різноманітні психофізіологічні навантаження, які моделюють нав-

чальний процес у вузі і дозволяють кількісно характеризувати швидкість та якість переробки інформації. Зокрема, це – визначення часу складної зорово-моторної реакції при диференційованому виборі подразників. Вибір одного із трьох вербальних подразників в порівнянні з простою зорово-моторною реакцією є значно більш потужним ментальним стимулом для студентів. Оптимальні реакції на такі стимули вимагають адекватного забезпечення з боку АНС. Результати наших досліджень свідчать, що прогностично несприятливим для оцінки цієї проби були вихідна симпатикотонія та переважання у структурі серцевого ритму хвиль наднизької частоти(VLF).

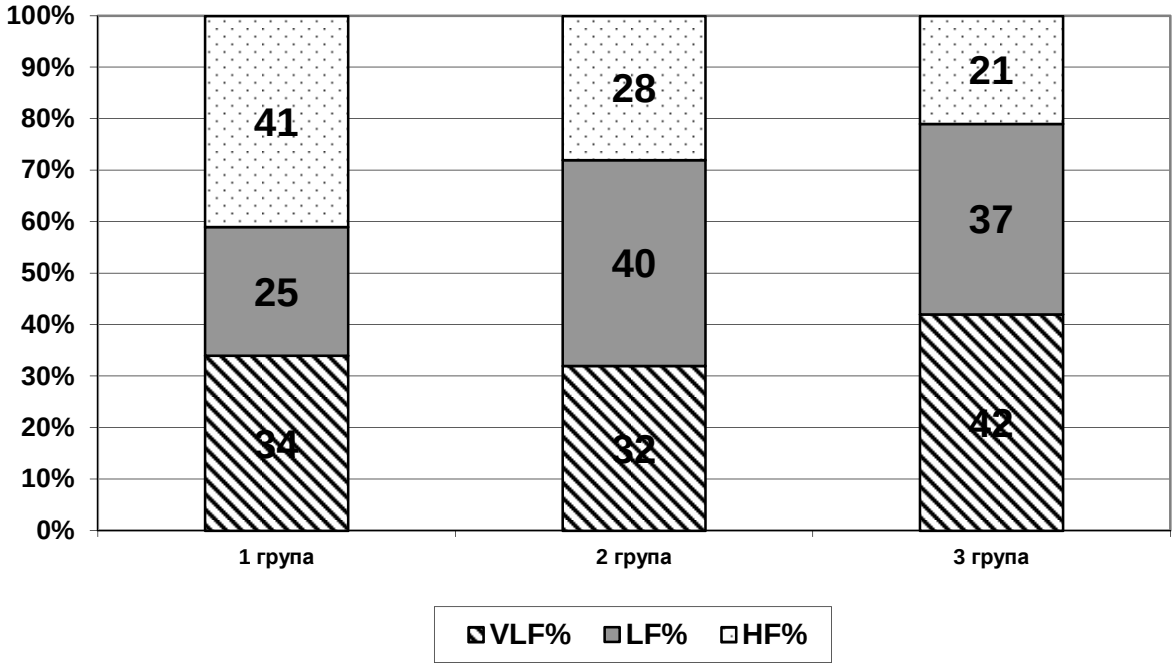

Рис.2. Структура спектру серцевого ритму групах з різним ЛПРВ1-3.

Ці результати добре узгоджуються із концепцією Р.М. Баєвського щодо функціональних резервів як основи адаптаційних можливостей індивіда [2]. Так, значне напруження вегетативної регуляції у стані спокою у осіб 3 групи (із найтривалішими показниками латентного періоду) за даними VLF% свідчить про низький адаптаційний потенціал, що узгоджується із більшою кількістю помилок, допущених ними при виконанні тесту. Знижена реактивність периферичної ланки в порівнянні з особами 1-ї і 2-ї групи пояснюється зміщенням регуляторної активності до центральних структур вегетативної нервової системи та нейро-гуморальної регуляції, що також вказує на вищу напруженість регуляторних механізмів. Ці дані узгоджуються з результатами досліджень Lucini D et al. [14], які встановили, що симпатична активація при повсякденному стресі у студентів, яка оцінювалася з допомогою низькочастної ділянки спектру серцевого ритму, позитивно корелює з рівнем кортизолу слини. Про звуження функціональних резервів при надмірній активації симпатичного відділу АНС свідчать і дослідження Ruediger H et al. [16], які виявили у здорових людей в умовах психофізіологічного навантаження шляхом арифметичної проби в порівнянні з хворими гіпертонічною хворобою значно менші зміни високочастотного компонента спектра серцевого ритму і значно коротший період відновлення спектральних показників до вихідного стану. На думку авторів це свідчить про серйозні розлади у взаємодії симпатичної та парасимпатичної ланки у гіпертензивних пацієнтів. У дослідженнях Рашмана С.М. [9], виконаних з участю студентів фізико-математичного факультету, які виконували 3-х годинне екзаменаційне завдання, встановлено, що результати екзамену були тим вищі, чим меншим було психо-емоційне напруження та рівень енергозатрат під час екзамену. У дослідженні реакції АНС на стрес у щурів, було встановлено, що стимуляція в режимі викликання стану тривоги, викликала достовірне підвищення частоти серцевих скорочень, низькочастотної ділянки спектру серцевого ритму та показника симпато-парасимпатичного балансу без суттєвих змін високочастотної ділянки спектру, яка відображає активність парасимпатичного відділу АНС. В той же час стимуляція в режимі страху викликала підвищення частоти серцевих скорочень без суттєвих змін низькочастотної ділянки спектру, але із суттєвим зменшенням високочастної ділянки [13].

Узагальнюючи отримані дані, можна відмітити, що швидкість та якість обробки сенсомоторної інформації у реакції вибору одного із трьох вербальних подразників залежить від реактивності периферичних ланок автономної нервової системи,

та ступеня централізації її регуляторних механізмів. Найкращі показники у даному тесті демонструють особи з високою реактивністю периферичних ланок та низькою централізацією регуляторних механізмів автономної нервової системи. Найбільш суттєвими факторами, що визначають швидкість та якість обробки вербальної інформації у реакції вибору двох із трьох подразників, є тип вегетативного балансу, реактивність периферичної ланки автономної системи та енергетична структура серцевого ритму. Найбільшу інформативність щодо прогнозу успішності розумової діяльності мають індекс напруження в стані спокою та питома вага наднизькочастотних хвиль у структурі серцевого ритму

Висновки.

1. Швидкість та якість обробки сенсомоторної інформації у реакції вибору одного із трьох вербальних подразників залежить від реактивності периферичних ланок автономної нервової системи, та ступеня централізації її регуляторних механізмів.

2. Найбільш суттєвими факторами, що визначають швидкість та якість обробки вербальної інформації у реакції вибору одного із трьох подразників є тип вегетативного балансу та енергетична структура серцевого ритму, що відображає активність різних ланок автономної нервової системи у вегетативному забезпеченні розумової діяльності.

3. Найбільшу прогностичну інформативність щодо успішності виконання розумових навантажень мають показник симпато-парасимпатичного балансу LF/HF та відносний вклад наднизькочастотних складових у сумарну потужність спектру серцевого ритму VLF%.

4. Отримані дані можуть бути використані для розробки методів покращення психофізіологічної адаптації студентів до навчального стресу шляхом корекції функціонального стану автономної нервової системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теория функциональных систем П.К. Анохина в изучении психофизических показателей результативной деятельности студентов / В.И. Бадиков, Э.В. Быкова, Н.В. Климина // Вестник Российской АМН. — 1997. — №12. — С. 45—49.
2. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Баевский Р.М., Берсенева А.П. — М.: Медицина, 1997. — 235 с.
3. Успешность обучения студентов медицинского вуза: дифференциально-психологический аспект / А.Ф. Белов, М.М. Лапкин, Н.В. Яковлева // Психол. журн. — 1994. — Т.15. — № 1. — С. 81—86.
4. Особенности адаптации студентов вузов в процессе обучения / С.А. Гапонова // Психол.журн. — 1994. — Т.15. — № 3. — С. 131—135.
5. Влияние экзаменационного стресса на психофизиологические характеристики сердечного ритма студентов / Э. Геворкян, А.В. Даян, Т.И. Адамян // Журнал Высшей нервной деятельности им. И.П.Павлова. — 2003. — Т.53. — №1. — С. 46—50.
6. Основи професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми / М.В. Макаренко. — Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Науково-дослідний центр гуманітарних проблем Збройних сил України. — Київ, 2007. — 395 с.
7. Сердечный ритм студентов с разной индивидуальной и типологической характеристикой высшей нервной активности в период экзаменационного стресса / М.В. Макаренко, В.С.Лизогуб, Л.И. Юхименко // Физиологический журнал. — 2003. — Т.49. — №1. — С. 28—33.
8. Гемодинамика (общая и мозговая) и умственная деятельность в нормальных условиях / С.М. Рашман // Физиол. журн. — 1989. — Т.35. — №3. — С. 49—56.
9. Системная и мозговая гемодинамика и умственная активность в условиях нервно-эмоционального стресса / С.М. Рашман // Физиологический журнал . — 1992. — Т.38. — №6. — С. 78—85.
10. Medical student distress: causes, consequences, and proposed solutions / L.N. Dyrbye, M.R. Thomas, T.D. Shanafelt // Mayo. Clin. Proc. — 2005. — Vol. 80, №12. — P. 1613—1622.
11. Heart rate and fluency performance among high- and low-anxious men following autonomic stress / Everhart D.E., Harrison D.W. // Int. J. Neurosci. — 2002. — Vol.112, №10. — P. 1149—1171.
12. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use /Task Force of the European Society of Cardiology and North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. — 1996. — Vol.93, №5. — P. 1043-1068.
13. Effects of psychological stress on autonomic control of heart in rats / H. Inagaki, M. Kuwahara, H. Tsubone // Exp. Anim. — 2004 . — Vol. 53, №4. — P. 373—378.
14. Selective reductions of cardiac autonomic responses to light bicycle exercise with aging in healthy humans / D. Lucini, M. Cerchiello, M. Pagani // Auton. Neurosci. — 2004. — Vol. 30, №110. —P. 55—63.
15. Central autonomic integration of psychological stressors: focus on cardiovascular modulation / S.J. McDougall, R.E. Widdop, A.J. Lawrence // Auton Neurosci. — 2005. — Vol.123; №1—2. — P. 1—11.
16. Sympathetic and parasympathetic activation in heart rate variability in male hypertensive patients under mental stress / H. Ruediger, R. Seibt, K. Scheuch [et al.] // J. Hum. Hypertens. — 2004. — Vol. 18, №5. — P. 307—315.
17. Psychological stress among undergraduate medical students / M.S. Sherina, L. Rampal, N. Kaneson // Med. J. Malaysia. — 2004. — Vol. 59, №2. — P. 43—45.

L.A. HLEBA, K.P. MELEHA, V.P. FEKETA, O.Y. RAJKO, Y.M. SAVKA, K.B. KIVEZHDI

Uzhgorod National University, Faculty of Medicine, Department of Physiology and Pathophysiology, Uzhhorod

FEATURES OF THE FUNCTIONAL STATE OF MEDICAL STUDENTS' AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM DEPENDING ON NEURODYNAMIC PROPERTIES OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY

The aim of this research was to study the relationship between neurodynamic properties of higher nervous activity and the functional state of medical students' autonomic nervous system in a real-time studying process. We examined 82 healthy males aged 17 to 20 years. Neurodynamic properties of higher nervous activity were evaluated by calculating the choice reaction time in identifying 1 of 3 verbal stimuli. For objective characteristics of the functional state of ANS, values of heart rate variability were used, obtained by a 5-minute registration of ECG in the first lead. The key factors that determine the speed and quality of verbal information processing in the reaction of choice in identifying 1 of 3 verbal stimuli, were revealed. They are the autonomic balance disposition and energetic structure of heart rate, which reflects activation of different parts of autonomic nervous system during mental activity. Also, it was found that the most important values for determining the success of mental operations performance, were the value of sympathetic-vagal balance (LF/HF) and the percentage contribution of low frequency component in the total power of heart rate spectrum (VLF%). This data can be used for developing new methods of improvement of students' psychophysiological adaptation to studying stress through correction of functional state of the autonomic nervous system.

Key words: heart rate variability, sensori-motor reactions, autonomic nervous system

Стаття надійшла до редакції: 26.10.2013