

УДК 612.8

Н.П. Черненко-Курагіна

## ФІЗІОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗУМОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДЕЙ З РІЗНИМИ ІНДИВІДУАЛЬНО-ТИПОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ НИЗЬКОМУ ТЕМПІ ПЕРЕРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

*Досліджували фізіологічні характеристики розумової діяльності у людей з різними індивідуально-типологічними властивостями вищої нервової діяльності (ВНД) з низьким темпом пред'явлення інформації. Виявлена відсутність кореляції та достовірності різниць середніх значень об'єму, якості, швидкісних характеристик розумової діяльності у групах з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) за умови виконання роботи по переробці інформації з низьким темпом її пред'явлення. Встановлені кореляційні та статистично вірогідні різниці у групах з високим та низьким рівнем ФРНП за показниками індексу продуктивності розумової діяльності. Особи з високим, ніж з низьким, рівнем ФРНП характеризувались низьким індексом продуктивності.*

***Ключові слова:** функціональна рухливість нервових процесів, переробка інформації, розумова діяльність, індивідуально-типологічні властивості вищої нервової діяльності.*

**Постановка проблеми.** Комплексна автоматизація роботи систем управління, широке застосування обчислювальної техніки, використання інформаційних моделей індивідуального і колективного користування, докорінно змінює характер праці – спрощуються жорстко алгоритмізовані функції фахівця, але зростає темп роботи та кількість можливих проблемних ситуацій. Підвищується професійна, індивідуальна значущість і відповідальність за результати і наслідки розумової діяльності. У зв'язку з цим зростає напруження механізмів центральної нервової системи і гомеостатичних констант. Не випадково професійний стрес виділений сьогодні в окрему рубрику в Міжнародній класифікації хвороб (МКХ-10). До того ж, про зростання актуальності вивчення особливостей впливу на організм підвищених інформаційних та психоемоційних навантажень у результаті розумової діяльності в світовій науці в останні роки свідчать роботи присвячені дослідженню таких феноменів як синдром “кароші” – миттєва смерть на робочому місці та “burnout disease”- “випалювання” чи “вигорання” [1]. На “burnout disease” в багатьох високорозвинених країнах Європи, Америки і Японії страждає до 60% працівників, для яких є характерними високі інформаційні та психоемоційні навантаження під час розумової діяльності.

Тому проблеми підвищення працездатності, якості, швидкості розумової роботи, взаємовідносини між втомою, працездатністю і напруженістю при розумовій праці є об'єктом підвищеної уваги фізіологів, гігієністів, психологів впродовж вже багатьох десятиріч. Однак, ще й сьогодні дослідники не лише по-різному трактують їх характер, але й по-різному трактують самі поняття працездатності, напруженості і втоми. Встановлено, що різні особи в умовах як дискретних, так і безперервних навантажень втомлюються по-різному. Автори [2] зазначають, що зміни при розумовій втомі, які відбуваються в організмі різних людей, теж значно відрізняються, незважаючи на однакову силу зовнішніх інформаційних впливів. З літературних джерел ми виявили, що в сучасних психофізіологічних дослідженнях немає одностайної думки про взаємозв'язок швидкості і якості переробки інформації. В одних випадках така залежність описується лінійною математичною моделлю [3], а в інших – зворотною експоненціальною функцією [4]. Припускаємо, що в основі цих відмінностей можуть лежати генетично детерміновані індивідуально-типологічні властивості ВНД.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Огляд літературних джерел вказує на зацікавленість науковців щодо пошуку генетичних маркерів, які впливають на індивідуальність переробки інформації головним мозком. Так, в роботі [5] більш ніж на тисячі здорових дорослих досліджуваних намагались встановити, що робить нас унікальними з огляду на розуміння того, як мозок інтегрує інформацію через складні нейронні зв'язки. Науковцями [6] виявлені загальні генетичні варіанти підкіркових структур мозку людини. Встановлено, що підкіркові області мозку утворюють схеми з корковими областями для координації рухів, навчання, пам'яті і зміна цих схем може призвести до аномальних реакцій. Ідентифікація цих генетичних варіантів дає уявлення про причини мінливості у розвитку людського мозку [7] доведено, що у деяких регіонах мозку, які пов'язані із переробкою зорово-моторної інформації, нейронні схеми у різних людей однакові. Але патерни зв'язків з іншими областями мозку, наприклад таких, як лобна доля, відрізнялися між фізичними особами. "До цього часу ми остаточно не знаємо, як кожна людина створює унікальний неповторний малюнок зв'язків головного мозку, що є фізіологічною основою таких відмінностей?" [7].

Отже, в основі таких відмінностей можуть лежати генетично-обумовлені властивості ВНД, в тому числі як одна з них – функціональна рухливість нервових процесів. Тому ми вирішили, спираючись на наявні літературні дані та проведені нами експериментальні дослідження, встановити зв'язок індивідуально-типологічних властивостей ВНД з фізіологічними характеристиками розумової діяльності за умов пред'явлення та переробки інформації низького ступеня складності.

**Мета роботи:** встановити зв'язок між фізіологічними характеристиками розумової діяльності і індивідуально-типологічними властивостями ВНД на різних етапах переробки інформації з низьким темпом її пред'явлення.

#### **Методика**

У 158 чоловіків, віком 18-21 рік за показником функціональної рухливості нервових процесів визначали індивідуально-типологічні властивості нервової системи. ФРНП досліджували за методикою М.В. Макаренка [8] на комп'ютерному комплексі «Діагност-1» в режимі "нав'язаного ритму" (постійно зростаюче навантаження). Визначали найвищий темп диференціювання позитивних і гальмівних подразників, які слідували один за одним. Кількісним показником ФРНП була максимальна швидкість пред'явлення подразників, на якій обстежуваний робив не більше 5-5,5% помилок. Розумову працездатність діагностували впродовж 30 хвилин з однаковим для всіх обстежуваних низьким темпом пред'явлення для диференціювання та переробки інформації (70 подразників за хвилину). Властивості розумової діяльності характеризували за показниками: якість (за кількістю допущених помилок), об'єм (за кількістю перероблених геометричних фігур) та швидкість переробки інформації, індекс продуктивності на початку (5 хв.), в середині (5 хв.) та наприкінці (5 хв.) роботи. Швидкість переробки інформації визначали за формулою:  $A=N/T$  (біт/с), де N- загальна кількість переробленої інформації, T – час виконання завдання. Індекс продуктивності дорівнював –  $I_{пр.} = 1/2 * (\text{макс-мін})$  (ум/од), де макс. – максимальна і мін. – мінімальна кількість допущених помилок.

Статистичну обробку даних проводили в електронних таблицях "Excel-2003", Statistica for Windows.

#### **Результати та їх обговорення**

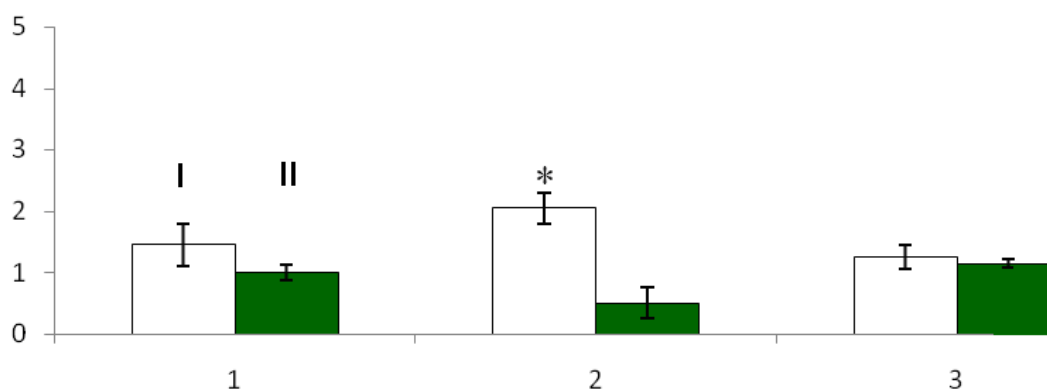
В попередній роботі [9] внаслідок порівняльного аналізу ми довели що розумова працездатність залежить від темпу пред'явлення інформації та її тривалості. Об'єм виконаної роботи більший при індивідуально високому і менший при низькому темпі пред'явлення інформації. Якість переробки інформації найнижча при індивідуально

високому темпі в середині та наприкінці розумової діяльності. Також індекс продуктивності при низькому, ніж при високому, темпі пред'явлення інформації був істотно меншим. Так, досліджуваний показник становив  $1,56 \pm 0,12$  ум.од. та  $3,47 \pm 0,15$  ум.од. відповідно при низькому та високому темпі переробки інформації. Найвищі значення індексу продуктивності спостерігались в середині роботи по переробці інформації.

Припустили, що варіації значень характеристик розумової діяльності у обстежуваних залежали від генетично детермінованих показників індивідуально-типологічних властивостей ВНД, одним з яких є ФРНП. Для з'ясування наявності зв'язків між показниками розумової діяльності та типологічними властивостями ВНД ми зіставили різниці у групах обстежуваних, що відрізнялися рівнем ФРНП. Для цього, методом сигмальних відхилень, обстежуваних поділили на 3 групи: з низьким, середнім та високим її рівнем.

Об'єм і якість переробленої інформації при низькому темпі її пред'явлення не відрізнялась. Так, об'єм для всіх груп становив 2100 зорово-моторних подразників. За цей період розумової діяльності обстежувані з високим та середнім рівнем ФРНП в середньому помилялись  $50,01 \pm 5,7$  та  $49,9 \pm 7,3$  раз, що становило 2,38% від загального об'єму. Обстежувані з низьким рівнем ФРНП робили  $69,8 \pm 9,5$  помилок, що дорівнювало 3,32% ( $p > 0,05$ ). Крім того було встановлено, що кількість помилок у осіб з середнім і з високим рівнем ФРНП від початку і до середини розумової діяльності була постійною і мало змінювалась до кінця розумової діяльності. В той час у обстежуваних з низьким рівнем, якість переробки інформації змінювалась у відповідності до тривалості розумової діяльності: була найвища на початку і наприкінці (в середньому  $6,1 \pm 0,98$ , та  $9,21 \pm 1,44$  помилок), а найнижча - в середині розумової діяльності -  $12,74 \pm 1,56$  помилок ( $p < 0,05$ ).

Індекс продуктивності (рис.1) при низькому темпі пред'явлення інформації виявив залежність від індивідуально-типологічних властивостей ВНД лише в середині роботи. Причому в цих умовах він був більшим у обстежуваних з низькою, ніж з високою, ФРНП ( $p < 0,05$ ). Так, індекс продуктивності в середині переробки інформації у осіб з низькою та високою ФРНП відповідно становив  $2,05 \pm 0,25$  ум.од. та  $0,5 \pm 0,2$  ум.од.. Для уточнення результатів провели кореляційний аналіз. Кореляційний аналіз підтвердив дану особливість для даних умов -  $r = 0,37$  ( $p < 0,05$ ).

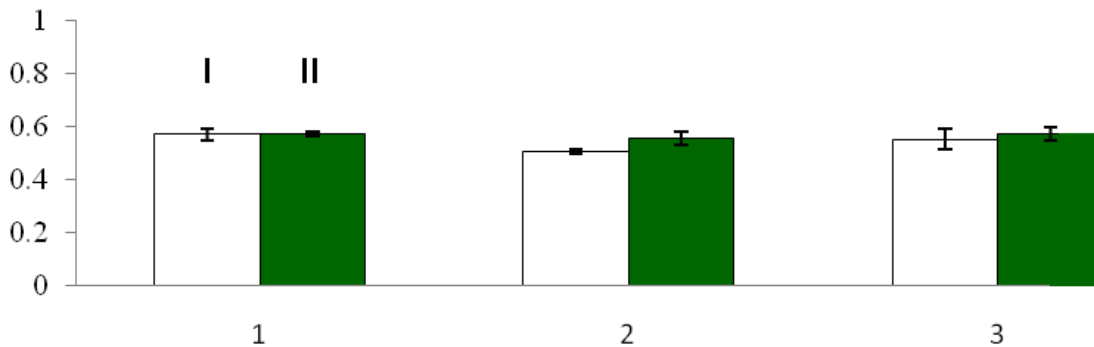


**Рис. 1.** Індекс продуктивності у обстежуваних з низьким - I та високим - II рівнем функціональної рухливості основних нервових процесів під час переробки інформації з низьким темпом її пред'явлення: \* -  $< 0,05$  - значущі різниці між показниками обстежуваних з різним рівнем властивостей основних нервових процесів.

Для групи обстежуваних з високим рівнем ФРНП низький темп переробки інформації не сприяв зростанню індексу продуктивності.

Можна припустити, що кожному інформаційному стимулу в корі головного мозку і підкірковому шарі відповідає специфічна просторово-часова мережа збуджених і загальмованих нейронів. Ступінь різниць ансамблів залежить як від різниць нейронів, які входять до його складу (просторовий фактор), так і від ступеня різниць часових характеристик одних і тих нейронів (частотно-інтервальний фактор). Тому часова і просторова синхронізація декількох різних нейрональних мереж збудження, котрі були активовані в оперативній пам'яті має бути на оптимальному рівні залежно від індивідуально-типологічних властивостей ВНД. Незначне збудження у обстежуваних з високим рівнем ФРНП може призводити до розузгодження цієї часової і просторової синхронізації і, як наслідок, до зниження індексу продуктивності. Таким чином, можна припустити, що "монотонія" праці у обстежуваних з високим рівнем ФРНП буде знижувати її продуктивність, що слід враховувати для практики диференційованого підходу до людей у учбовій та професійній діяльності.

Показник розумової діяльності – швидкість переробки інформації (рис.2), що залежить від швидкості утворення нейронних зв'язків, залежності від індивідуально-типологічних властивостей при низькому темпові переробки інформації не проявив.



**Рис. 2.** Швидкість переробки інформації у обстежуваних з низьким - I та високим - II рівнем функціональної рухливості основних нервових процесів під час переробки інформації з низьким темпом її пред'явлення.

Кореляційний аналіз підтвердив дану закономірність –  $r=0,15$  ( $p<0,05$ ). В даному випадку індивідуальні різниці переробки інформації, які залежать від динамічних властивостей кортикальних структур, тобто цілої працюючої функціональної системи, що визначається типологічними властивостями виявлено не було. Також, при даному темпі, вони не змінювались в різні періоди переробки інформації. В середньому швидкість переробки інформації для обох груп знаходилась на рівні  $0,53\pm 0,01$  біт/с.

Пояснити результати наших досліджень можна і з точки зору існування двох шляхів для реалізації поведінки в напруженій ситуації. Вищий: сенсорний таламус - сенсорна кора – мигдалевидне тіло та нижчий, прямий шлях: сенсорний таламус – мигдалевидне тіло. Можливо, в умовах переробки інформації з низьким темпом її пред'явлення переважає прямий шлях передачі інформації від сенсорного таламуса до мигдалика, що не вимагає залучення вищих відділів ЦНС і типологічних властивостей ВНД. Тому, фізіологічні характеристики розумової діяльності об'єм, якість і швидкість не залежать від рівня індивідуально-типологічних властивостей ВНД. В той час як індекс продуктивності при низькому темпі в середині роботи по переробці інформації був вищим у осіб з низьким, ніж з високим, рівнем ФРНП, що може вказувати на більш інтенсивні перебудови, які генеруються з різних відділів мозку і нижчий рівень самоорганізації психомоторної діяльності [10,11].

### Висновки

1. Виявлена відсутність кореляції та достовірності різниць середніх значень об'єму, якості, швидкісних характеристик розумової діяльності у групах з різним рівнем ФРНП за умови виконання роботи по переробці інформації з низьким темпом її пред'явлення.

2. Встановлені кореляційні та статистично вірогідні різниці у групах з високим та низьким рівнем ФРНП за показниками індексу продуктивності розумової діяльності. Особи з високим, ніж з низьким, рівнем ФРНП характеризувались низьким індексом продуктивності.

3. Науково обґрунтовано необхідність диференційованого підходу до застосування індивідуально-типологічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи з метою оцінки та оптимізації розумової діяльності.

### Література

1. Predictors of burnout among military mental health providers / Ballenger-Browning K.K., Schmitz K.J., Rothacker J.A., et. al. // *Mil Me.* – 2011; –V.176.– P. 253–260.
2. Особливості адаптації до навчальних навантажень обстежуваних молодших курсів протягом навчального року залежно від властивостей психофізіологічних функцій / С. В. Цяпець, В. П. Фекета, В. В. Барнада [та ін.] // *Фізіологічний журнал* – 2006. – Т.52, № 2. – С. 83 – 97.
3. Rolls E. T. Memory systems in the brain / E. T. Rolls // *Ann. Rev.Psychol.* – 2000. – V.51. – P. 599 – 630.
4. Коробейников Г. В. Психофизиологические механизмы умственной деятельности человека / Коробейников Г. В. – К.: Укр. фосоціол. центр, 2002. – 123 с.
5. A positive-negative mode of population covariation links brain connectivity, demographics and behavior / Smith S. M., Vidaurre N. et. al. // *Nature Neuroscience.* – 2015 –V.18.– P. 1565–1567.
6. Labelling and optical erasure of synaptic memory traces in the motor cortex / Akiko Hayashi-Takagi, Sho Yagishita et. al. // *Nature.* – 2015 –V.:525.– P. 333–338.
7. Kamran Khodakhah Neuroscience: Decrypting a brain enigma / Kamran Khodakhah // *Nature .* – 2015 –V. 526.– P. 326–327.
8. Макаренко М.В. Онтогенез психофізіологічних функцій людини/ М.В. Макаренко, В.С. Лизогуб. – Черкаси: Вертикаль, 2011.–255 с.
9. Вегетативне забезпечення розумової роботи з різною швидкістю пред'явлення інформації / Черненко Н. П., Макаренко М. В., Лизогуб В. С. та ін. // *Вісник Черкаського університету.* – 2009. – Вип. 156.– С. 121 – 128.
10. Oprisan, S. A. Phase resetting and phase locking in hybrid circuits of one model of one biological neuron. / Oprisan, S. A., Prinz, A. A., Canavier, C. C. // *Biophysical Journal.* – 2004 –V. 87–P. 2283-2298.
11. Herholz KG Deficits of the cholinergic system in early AD. / Herholz KG, Weisenbach S, Kalbe E. // *Neuropsychologia,* – 2008 – V.46,№6–P. 1642-1647.

### References

1. Ballenger-Browning, K.K., Schmitz, K.J., Rothacker, J.A., et. al. (2011) Predictors of burnout among military mental health providers. *Mil Me*, 176 , 253–260.
2. Capeci, S. V., Feketa, V. P. Bernada, V.V. et. al. (2006) Features of adaptation to training loads surveyed Junior courses during the school year, depending on the properties of psychophysiological functions. *Fiziolohichnyi zhurnal (Physiology magazine)*, 52, 2, 83 – 97(in Ukr.)
3. Rolls E. T. (2000) Memory systems in the brain. *Ann. Rev.Psychol.*, 51, 599 – 630.
4. Korobeynikov G.V. (2002) *Psychophysiology mechanisms of intellection of man*. Kyiv:Ukr. fosotsiol. Tsentr (in Russ.).
5. Smith S. M., Vidaurre N. et. al. (2015) A positive-negative mode of population covariation links brain connectivity, demographics and behavior. *Nature Neuroscience.* 18. 1565–1567.
6. Akiko Hayashi-Takagi, Sho Yagishita et. al. (2015) Labelling and optical erasure of synaptic memory traces in the motor cortex. *Nature.* 525. 333–338.
7. Kamran Khodakhah (2015) Neuroscience: Decrypting a brain enigma. *Nature.* 526. 326–327.
8. Makarenko M.V. & Lyzogub V.S. (2011) *Physiological functions of human ontogeny* Cherkassy: Vertykal. (in Ukr.)
9. Chernenko N.P. Makarenko M.V., Lyzogub V.S. et. al. (2009) Vegetative providing mental work at different speeds presentation of information. *Visnyk Cherkaskoho universytetu (Herald of Cherkasky University)*. 156. 121 – 128. (in Ukr.).

10. Oprisan, S. A., Prinz, A. A., Canavier, C. C. (2004). Phase resetting and phase locking in hybrid circuits of one model of one biological neuron. *Biophysical Journal*, 87, 2283-2298.
11. Herholz KG, Weisenbach S, Kalbe E. (2008). Deficits of the cholinergic system in early AD. *Neuropsychologia*, 46( 6), 1642-7.

**Summary. Chernenko-Kuragina N.P. Physiological Characteristics of Mental Activity of People with Different Individual Typological Properties of Higher Nervous Activity at a Low Rate of Processing Information.**

**Introduction.** The rhythm of modern life raises the problem of improving efficiency, quality and speed of mental activity. The key issue of its solution may be individually selected style and rhythm of mental activity as well as qualitative and professional selection. The **purpose** of paper is to find the correlation between physiological characteristics of mental activity and individual-typological properties of higher nervous activity at different stages of processing information with the low rate of giving information.

**Methods.** Functional Mobility of Nervous Processes (FMNP) is determined in 158 men by M.V. Makarenko's method on "Diagnost-1" computer system. Mental activity is diagnosed during 30 minutes. The rate of giving information is the same for everyone: 70 stimuli per minute.

**Results.** Productivity index is higher in the subjects with low FMNP than with high one at the low rate of processing information ( $p < 0.05$ ). Correlation analysis confirms this feature ( $p < 0.05$ ). The individual differences of processing information which depend on the dynamic properties of cortical structures, that is the entire working functional system being determined by typological properties, are not found. **Originality.** It is confirmed for the first time that there is no correlation between the volume, quality and speed characteristics of mental activity and the individual-typological properties of higher nervous activity at the low rate of processing information.

**Conclusion.** There is no correlation and reliable difference of average values between the volume, quality and speed characteristics of mental activities in the groups with the different level of FMNP while processing information with the low rate of giving information. Correlation and statistically reliable differences are found in the groups with the high and low level of FMNP according to the productivity index of mental activity. The individuals with the high level of FMNP are characterized with low productivity level. The necessity of the differentiated approach to applying individual-typological properties of higher parts of central nervous system with the aim of assessing and optimizing mental activity is substantiated.

**Key words:** functional mobility of nervous processes, processing information, mental activity, individual and typological properties of higher nervous activity.

**Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького**

Одержано редакцією                      16.12.2015  
Прийнято до публікації                05.02.2016