

О. Подковка¹, асп.,
М. Макачук¹, д-р біол. наук,
Н. Філімонова², канд. фіз.-мат. наук,
І. Пампуха², канд. техн. наук,
М. Нікіфоров², канд. військ. наук
¹ННЦ "Інститут біології та медицини",
²Військовий інститут,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

СТАН ОСНОВНИХ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ У ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ РІЗНОГО ВІКУ

Досліджено пов'язані з віком зміни у здійсненні простої сенсомоторної реакції (ПСМР), реакції вибору (РВ), протестовано функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) і працездатність головного мозку (ПГМ), а також визначено індекс напруги (ІН) регуляторних систем під час тестування. 47 здорових добровольців, представників різних військових професій, віком 18–54 роки, яких було поділено на три групи (перша група – 18–23 роки, $n=16$; друга – 24–34 роки, $n=19$; третя – 35–54 роки, $n=12$), проходили тести на визначення ПСМР, РВ, ФРНП та ПГМ на основі авторської комп'ютерної методики. Паралельно проводився запис електрокардіограми (ЕКГ). Хоча швидкість ПСМР та РВ не відрізнялася для учасників трьох груп, ІН під час здійснення ПСМР був значуще вищий у третій групі порівняно з першою ($p<0,01$), а під час здійснення РВ його рівень був значуще вищий для другої і третьої груп порівняно з першою ($p<0,01$). Показник ФРНП був значуще більший у третій групі порівняно з першою ($p<0,05$), а ПГМ мала найвищі значення для другої групи порівняно з першою ($p<0,01$). ІН при виконанні тесту на визначення ПГМ не відрізнявся у трьох групах, а під час проходження тесту на ФРНП мав значуще вищий рівень для третьої групи порівняно з першою ($p<0,01$). Ефективність виконання простих завдань (ПСМР та РВ) не змінювалася з віком, але якість їх виконання забезпечувалася за рахунок збільшення ІН регуляторних систем, тобто збільшення симпатичного тону. Значення ФРНП є показником, який більше залежить від індивідуальних особливостей ЦНС, ніж від віку. Найвищий рівень ФРНП спостерігався в осіб старшої вікової групи, які також мали підвищений рівень ІН регуляторних систем, що може бути пов'язане з високою активністю кіркових нейронів, що спонукає інтенсифікацію метаболічних процесів та зміни рівня вегетативного забезпечення. Нижчий рівень відносної кількості помилок, тобто найвищий рівень ПГМ, було виявлено в середній віковій групі. При цьому не було виявлено відмінностей в ІН регуляторних систем між військовослужбовцями різних вікових груп.

Ключові слова: проста сенсомоторна реакція, реакція вибору, функціональна рухливість нервових процесів, працездатність головного мозку, індекс напруги регуляторних систем, вікові зміни.

Вступ. Загальновідомо, що старіння супроводжується змінами у швидкості та/або режимі оброблення інформації в мозку [6]. Хоча раніше вважалося, що старіння більше впливає на вищі когнітивні процеси, ніж на нижчі (сенсорні та моторні), наразі існують докази того, що взаємозалежність між вищими когнітивними та нижчими сенсорними/сенсомоторними процесами стає сильнішою з віком [9]. Щодо внеску нижчих сенсомоторних процесів в уповільнення поведінки в літніх людей, попередні дослідження задокументували зниження дофамінергічної системи нейромедіаторів у старшому мозку людини і, конкретніше, втрату дофамінових рецепторів у смугастому тілі та позастріальних ділянках [8], що пов'язано з основними порушеннями рухових функцій. Було продемонстровано, що інтракортикальне гальмування та фасилітація первинних рухових ділянок зменшуються у людей похилого віку [5]. Такі висновки свідчать про те, що насамперед сенсомоторні функції змінюються в літньому віці, і ці зміни можуть впливати на продуктивність навіть в умовах простого завдання.

Існують дані, що старіння супроводжується функціональною дизрегуляцією збудливості моторної кори під час сенсомоторного оброблення, причому цей дефект стає все більш очевидним із більшою складністю завдання [5]. Наприклад, автори цього дослідження виявили значне уповільнення, пов'язане зі старінням (середній вік групи 58,3), але лише при виконанні завдання на реакцію вибору [5].

Для визначення функціонального стану центральної нервової системи (ЦНС) були виміряні латентні періоди (ЛП) простої сенсомоторної реакції та реакції вибору за тестами ПСМР та РВ, швидкість функціональної рухливості нервових процесів та відносна кількість помилок за тестами ФРНП та ПГМ. Ми обрали ці показники, оскільки вони дозволяють робити висновки щодо

сили нервової системи, її функціонального рівня, рівня функціональних можливостей, швидкості простої сенсомоторної реакції, швидкості реакції вибору, функціональної рухливості нервових процесів та працездатності головного мозку [17, 29].

В основі різноманітних методик визначення коефіцієнта сили нервової системи [12, 23, 24, 25] лежить вимірювання величини латентного періоду (ЛП) сенсомоторних реакцій при багаторазовому повторенні подразників, оскільки швидкість цих реакцій (за однаковості інших умов) є мірою збудливості ЦНС. Крім цього, тривалість ЛП є важливим параметром, який свідчить про рівень психофізичної готовності до виконання моторних завдань узагалі [3]. ПСМР у нормальних умовах є відносно сталим показником, тому його зміни можуть бути використані для контролю, прогнозування та корегування ментального стану людини [7].

При дослідженні роботи операторів було встановлено, що при прийнятті рішення вирішальну роль відіграють швидкісні характеристики процесів оброблення інформації людиною [14, 20]. Саме швидкість оброблення є однією з головних складових у ситуації вибору з великої кількості альтернативних стимулів. Вважалося, що час реакції вибору закономірно збільшується зі збільшенням кількості альтернативних стимулів. Однак уже у класичних дослідженнях було показано, що тренування або життєва практика сприяють тому, що час реакції при багатоальтернативному виборі поступово зменшується і стає майже постійним і перестає залежати від кількості альтернативних ситуацій, які застосовуються в тому або іншому досліді. Встановлено також, що після тривалого тренування час такої реакції приблизно дорівнює часу реакції при застосуванні лише двох альтернативних стимулів (часу диз'юнктивної реакції) [16]. На основі цього можна стверджувати, що саме диз'юнк-

тивна реакція є базовою характеристикою реакції вибору. Для визначення цієї характеристики був використаний тест на реакцію вибору (РВ).

Однією із типологічних якостей особистості, що характеризує процеси гальмування та збудження у ЦНС, є рівень функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП). Від ступеня його розвитку значною мірою залежать індивідуальні відмінності функцій уваги, пам'яті, мислення. Ці показники мають особливе значення у процесі особистісно-орієнтованого та профільного навчання [30]. Наприклад, деякі дослідження показали, що учням із високими показниками рухливості нервових процесів властиві вищі рівні розвитку мислення та працездатності головного мозку (ПГМ), а також більш висока успішність у навчанні [11, 18].

Серед методик визначення функціональної рухливості нервових процесів (ФРНП) широкої популярності набув метод А. Е. Хільченка [29]. На базі цієї методики раніше нами був розроблений авторський тест, який ми використали у пропонованому дослідженні [2]. Четвертий показник, який ми визначали, – це працездатність головного мозку. Працездатність головного мозку за А. Е. Хільченка визначається за показниками кількості помилкових реакцій шляхом реєстрації реакцій обстежуваного на пред'явлення умовних подразників у швидкому темпі протягом кількох хвилин [2, 10]. Цей тест також доповнює перший, оскільки за І. П. Павловим критерієм сили нервової системи є ПГМ, яка виражається у здібності витримувати тривале та концентроване збудження, або дію сильного подразника, не переходячи у стан запорогового гальмування [19, 28].

Відомо, що типологічні властивості нервових процесів впливають на фізіологічні функції організму (напр. на ефективність адаптаційних реакцій системи кровообігу) [10], а також динаміку психічних процесів [27]. Будь-який вид діяльності вимагає високих швидкісних показників, що відображаються в реакції, швидкості мислення тощо. У свою чергу, оптимізація вищезгаданих функцій забезпечується посиленням метаболізму кіркових нейронів. Динамічно це реалізується шляхом активних ангіотонічних змін, що розвиваються у межах відповідних нейронних модулів [21].

Для вивчення рівня активності механізмів вегетативної регуляції серцево-судинної системи паралельно з проходженням тестів на визначення функціонального стану ЦНС ми діагностували індекс напруги (ІН) регуляторних систем [22]. ІН як похідний показник ритму серця враховує співвідношення між його основними показниками і відображає ступінь централізації процесів його регулювання. При збільшенні симпатичного тону мода зазвичай зменшується, що зумовлює збільшення індексу напруги. Посилення ж парасимпатичного тону, навпаки, спричиняє збільшення моди і зменшення індексу напруги [13]. Будь-яка стійка адаптація до умов навчання та професійної діяльності має для організму свою "ціну", яка може виявлятися у прямому зношенні функціональних систем, на які у процесі адаптації припадає найбільше навантаження [16]. Тому при профвідборі важливо враховувати не тільки якість виконання завдання, але й кількість зусиль, тобто "ціну", яку організм за це сплачує [16]. Ефективність професійної діяльності є співвідношенням корисного результату та витрачених адаптивних ресурсів [16].

Метою проведеної нами роботи було виявлення впливу віку на психофізіологічні параметри людини, а саме ПСМР, РВ, ФРНП, ПГМ та ІН регуляторних систем під час виконання пропонованих тестів задля введення процедури контролю за швидкістю та ефективністю цих

реакцій і відповідністю до професійних вимог у представників військових спеціальностей.

Методи та матеріали. В обстеженні взяли участь 47 добровольців (з них 9 жінок) віком 18–54 роки, без скарг на здоров'я, – представники різних військових професій (механіки, стрільці, водії, оператори радіолокаційної станції, службовці зенітно-ракетних військ, зв'язківці, планшети, льотчики та призовники військомату), яких було поділено на три вікові групи (перша група – 18–23 роки, $n=16$ (з них 3 жінки); друга – 24–34 роки, $n=19$ (з них 3 жінки); третя – 35–54 роки, $n=12$ (з них 3 жінки)).

ПСМР, РВ, ФРНП та ПГМ були визначені за допомогою спеціалізованої комп'ютерної програми [29]. Для реєстрації ПСМР на екрані комп'ютера була інструкція, згідно з якою обстежуваний мав реагувати на появу зображення (квадрата) якомога швидше натисканням будь-якої клавіші. Після цього з'являлося слово "Пуск", 2 с надавалися для фокусування, після чого перші 15 зображень (квадратів) були надані для адаптації і виключені з подальшого аналізу. Потім послідовно були пред'явлені ще 100 зображень основної групи. Пауза між ними була обрана випадково з інтервалу 500–600 мс, так що наступний сигнал очікувався, але звикання до ритму появи зображень не відбувалося. Зображення зникало після натискання будь-якої клавіші, в іншому випадку його пред'явлення тривало 1500 мс. Точність реєстрації ЛП ПСМР становила 10 мс. Швидкість ПСМР (Simple Response Time, SRT, мс) розраховували як середнє значення 100 реакцій обстежуваної групи.

У другому тесті "Реакція вибору" обстежуваному на екрані комп'ютера у випадковому порядку пред'являлися два типи стимулів: квадрат або трикутник (всього 300 стимулів), при пред'явленні яких необхідно було реагувати відповідно правою або лівою рукою. Пауза між стимулами обиралась випадково з інтервалу 500–600 мс для того, щоб наступний стимул був очікуваним, але не прогнозованим. У тесті реєструвався час моторної відповіді на правильно ідентифіковане зображення, тобто при помилковій реакції наступний стимул не пред'являвся. Також реєструвався час сенсомоторної відповіді реакції вибору правою (РВП) та лівою рукою (РВЛ), розраховувалась середній час реакції вибору – $PB = (RVP + RVL)/2$.

У третьому тесті "Тест на визначення функціональної рухливості нервових процесів" (ФРНП) на моніторі комп'ютера обстежуваному пред'являли у випадковій послідовності три види зображень – коло, квадрат і трикутник. При появі квадрата на екрані потрібно було якомога швидше натиснути клавішу "/" , трикутника – "z" у латинському регістрі, кола – нічого не натискати. Подразники починали подаватись з інтервалом 500 мс. Кожна правильна реакція зменшувала час пред'явлення зображення на 10 мс, а помилкова – збільшувала. Перші 30 подразників давали на адаптацію, реакція на них впливала на темп пред'явлення стимулів, але впродовж цих 30 реакцій не розраховувалась кількість помилок. Програму зупиняли, коли кількість помилок в останніх 10 реакціях досягала 50 %. Значення ЛП останніх 10 реакцій відкидалися, а показник ФРНП визначався як середнє значення передостанніх 10 ЛП методом ковзного (рухомого) середнього.

У четвертому тесті "Тест на визначення працездатності головного мозку" (ПГМ) обстежуваному пред'являли 200 тих самих стимулів, що і в попередньому тесті, але в темпі, який був індивідуально визначений на основі ФРНП. Цей тест починався безпосередньо після проходження попереднього, оскільки знайдене значення ФРНП задає темп пред'явлення подразників. При цьому реєструвалась тільки кількість помилок. Показ-

ник ПГМ обчислювався як відносна кількість помилок для 1–200 стимулів.

Під час виконання тестів проводився запис ЕКГ. Для реєстрації та аналізу ЕКГ був використаний комплекс "Полі-Спектр". Статистичний аналіз здійснювали за допомогою пакету програм Statistica 8.0 ("StatSoft", USA). Критичним рівнем значущості при тестуванні статистичних гіпотез вважали 0,05. Оскільки розподіл ПСМР, РВ, ФРНП, ПГМ та ІН за критерієм Шапіро – Вілка відрізнявся від нормального ($p < 0,05$), то для оцінювання центральної тенденції використовували медіану (Me), а розкиду – міжквартильний розмах [25, 75 %]. Подальший аналіз відмінностей здійснювали за допомогою критеріїв Крускала – Волліса та Манна – Вітні.

Результати та їх обговорення. Порівняльний аналіз ЛП ПСМР та РВ у трьох групах за критерієм Крускала – Волліса не виявив значущих відмінностей (Kruskal-Wallis test: $H(2, N=59)=0,888$; $p=0,64$ та $H(2, N=59)=1,098$; $p=0,58$, відповідно). Водночас порівняльний аналіз за критерієм Манна – Вітні виявив, що ІН при здійсненні ПСМР був значущо вищий у третій групі порівняно з першою ($p < 0,01$) (рис. 1а). Між першою і другою та другою і третьою групами відмінностей виявлено не було ($p=0,058$ і $p=0,053$, відповідно) (рис. 1а). Тому можна припустити, що підтримання якості виконання завдання на належному рівні учасниками третьої групи забезпечувалось за рахунок збільшення ІН регуляторних систем, тобто збільшення симпатичного тону [13]. Раніше нами було показано, що, хоча відмінностей у швидкості ПСМР у трьох вікових групах (18–23, 24–35 та 36–54 роки) не спостерігалось, але нейромережі, які забезпечували виконання цього завдання, значно відрізнялись між собою [26]. Так, у третій групі під час здійснення ПСМР когерентність у тета-діапазоні між пре-

фронтальною зоною та постцентральною звивиною була найбільш вираженою порівняно з першою та другою групами, що може свідчити про збільшення ролі візуальної селективної уваги з віком, а також прикладання більших зусиль та концентрації уваги для виконання завдання, оскільки відомо, що збільшення тета-активності корелює зі складністю завдання і емоційним фактором [4]. Таким чином, результати нашої роботи підтверджують попереднє припущення.

Під час здійснення РВ ІН був значуще нижчий для першої групи порівняно із другою та третьою ($p < 0,01$) (рис. 1б). Між другою і третьою групами відмінностей виявлено не було ($p=0,7$) (рис. 1б). Отже, можна припустити, що підвищення складності завдання не вплинуло на якість його виконання трьома віковими групами, але симпатичний тонус зростав у представників другої і третьої груп, тобто починаючи із 24 років.

Під час дослідження впливу віку на здійснення чотирьохкомпонентної РВ Kovel зі співавторами показали, що пов'язане зі старінням сповільнення РВ спостерігається як для аудіальних, так і для візуальних стимулів, причому причина полягає не у затриманні оброблення стимулу і вибору відповіді, а у подовженій генерації центральної реакції, тобто у між- та внутрішньопівкульних взаємодіях, що впливають на активацію сенсорних та моторних ділянок кори [5]. Із цього випливає висновок, що саме складність завдання, а не відмінності в моделях активації, що забезпечують специфічне оброблення стимулу, зумовлює уповільнення реакції зі старінням [5]. Інше дослідження виявило, що сповільнення оброблення інформації та зниження точності виконання завдань були опосередковані зниженням оперативної пам'яті, але не зниженням сенсомоторної швидкості [1]. Можливою причиною подібних відмінностей є використання при діагностиці РВ різних методик.

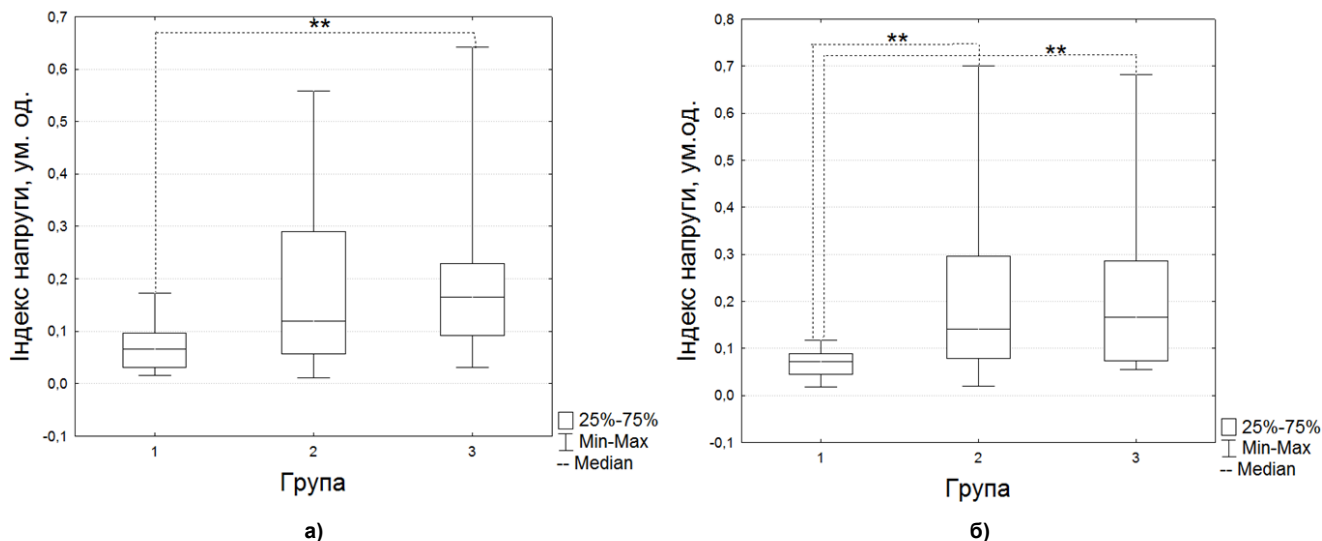


Рис. 1. Індекс напруги регуляторних систем при здійсненні простої сенсомоторної реакції (а) та реакції вибору (б) в обстежуваних різних вікових груп

натомість у третьому тесті на визначення ФРНП ЛП у третій групі був значуще нижчий, ніж у першій ($p < 0,05$) (рис. 2а), а між першою і другою та другою і третьою групами значущих відмінностей виявлено не було ($p=0,13$ та $p=0,17$, відповідно). У тесті на визначення ПГМ відносна кількість помилок була значуще меншою у другій групі, ніж у першій ($p < 0,01$) (рис. 2б), і не відрізнялася для першої і третьої та другої і третьої груп ($p=0,39$ та $p=0,52$, відповідно). Цікаво, що найменшу кількість помилок у тесті на ПГМ допускала саме друга група, а розкид

значень по цьому показнику був найбільший у третій групі (рис. 2б). Отже, можна припустити, що з віком ФРНП лишається на належному рівні. У першій групі ФРНП і кількість помилок при проходженні тесту на ПГМ були найбільшими (рис. 2а, б). Отримані результати можуть бути пов'язані з тим, що військовослужбовці другої і третьої вікових груп пройшли природний відбір упродовж проходження служби, а ті з них, хто мав недостатні рівні ФРНП та ПГМ, відсіялись.

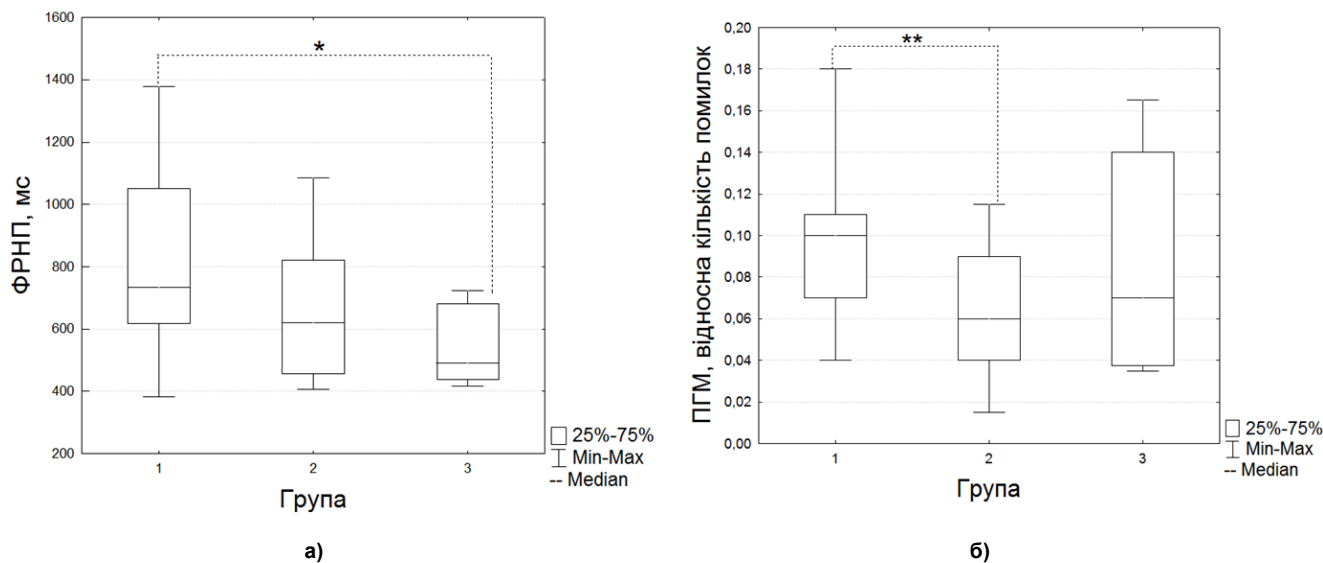


Рис. 2. Функціональна рухливість нервових процесів (а) та працездатність головного мозку (б) в обстежуваних різних вікових груп

ІН при виконанні тесту на визначення ФРНП був значуще вищий для третьої групи порівняно з першою ($p < 0,01$) та не відрізнявся для першої і другої та другої і третьої груп ($p = 0,16$ і $p = 0,9$, відповідно) (рис. 3а). Це співвідноситься з даними іншого дослідження, яке свідчить, що найвищі показники кровонаповнення судин різного калібру зазначені в людей з високим рівнем ФРНП. Підставою для цього служать нижчі значення ЛП реакції, що, імовірно, пов'язано з більш високою активністю

кіркових нейронів, які входять до блоку регуляції та контролю за здійсненням довільних рухових реакцій на зоровий стимул. У свою чергу, висока активність кіркових нейронів спонукає інтенсифікацію метаболічних процесів та зміни рівня вегетативного забезпечення [21].

Під час виконання тесту на визначення ПГМ ніяких значущих відмінностей ІН між першою і другою, першою і третьою та другою і третьою групами виявлено не було ($p = 0,09$, $p = 0,19$, $p = 0,75$, відповідно) (рис. 3б).

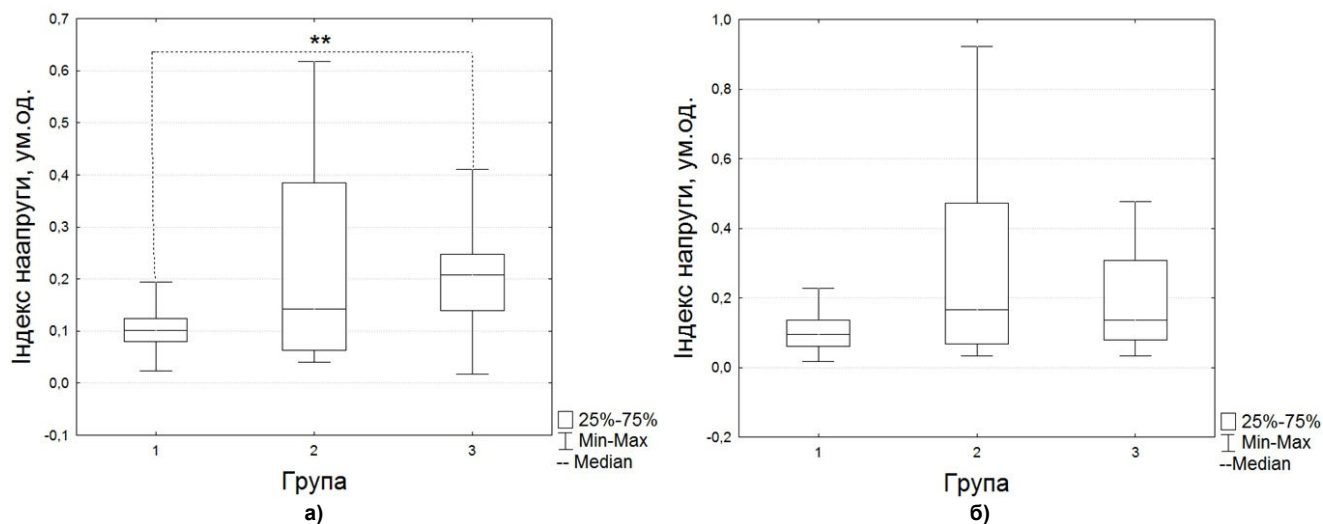


Рис. 3. Індекс напруги регуляторних систем при визначенні функціональної рухливості нервових процесів (а) та працездатності головного мозку (б) в обстежуваних різних вікових груп

Раніше було показано, що ПГМ є оптимальною для індивідів з низьким ІН у стані спокою та підвищеною при виконанні завдання [15]. Тому надалі для більш точної характеристики вікових змін ПГМ та ефективності виконання завдання необхідно здійснити порівняльний аналіз ІН у стані спокою та під час виконання завдання.

Висновки. Ефективність виконання простих завдань (ПСМР та РВ) не змінюється з віком, але підтримання якості їх виконання забезпечується за рахунок збільшення ІН регуляторних систем, тобто збільшення симпатичного тону. Значення ФРНП є показником, який

більше залежить від індивідуальних особливостей ЦНС, ніж від віку. Найвищий рівень ФРНП спостерігався в осіб старшої вікової групи, які також мали підвищений рівень ІН регуляторних систем, що може бути пов'язане з високою активністю кіркових нейронів, що спонукає інтенсифікацію метаболічних процесів і зміни рівня вегетативного забезпечення. Нижчий рівень відносної кількості помилок, тобто найвищий рівень ПГМ, було виявлено в середній віковій групі. При цьому не було виявлено відмінностей в ІН регуляторних систем між військовослужбовцями різних вікових груп.

References

1. Briggs SD, Raz N, Marks W. Age-related deficits in generation and manipulation of mental images: I. The role of sensorimotor speed and working memory. *Psychol Aging*. 1999;14(3):427–35. doi:10.1037/0882-7974.14.3.427
2. Chaichenko GM, Tomilina LG, Filimonova NB. Some mechanisms of the human mental efficiency. *Pflügers Archiv. European J. Physiol*. 1995;Suppl.to vol.430(4):45.
3. Ermakov AV. Simple and complex sensorimotor reaction for choice when teaching protection against armed attacker. Proceedings of the First International Volga Region Conference on Economics, Humanities and Sports (FICEHS 2019). Paris, France: Atlantis Press; 2019. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200114.185>.
4. Filimonova NB. [Computer express-method for determining the psycho-physiological state of human]. Proceedings of the II International scientific-methodical conference "Culture of health as a subject of education"; Kherson, Ukraine, Kherson: Kherson State University; 2000. p. 204-209. Ukrainian.
5. Gornaeв BI, Dornichev VM. [Reactions of the circulatory system under psycho-emotional stress]. *Circulation*. 1986;5:7–11. Russian.
6. Gurevich KM. [Professional suitability and basic properties of the nervous system]. In: [Comprehensive assessment of health and adaptation indicators in educational institutions: scientific and methodological manual]. Novokuznetsk: IPK; 2004. 169 p. Russian
7. Harmony T, Fernández T, Silva J, Bernal J, Díaz-Comas L, Reyes A, et al. EEG delta activity: an indicator of attention to internal processing during performance of mental tasks. *Int J Psychophysiol*. 1996;24(1–2):161–71. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(96\)00053-0](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(96)00053-0).
8. Ilyin EP. [Guidelines for the workshop on psychophysiology (express methods for studying of the nervous system properties)]. Leningrad: Leningrad Pedagogical Institute. 1981. 82 p. Russian
9. Kholodnyuk TA. [Analysis of the dependence of the development of some psychophysiological indicators of students on the level of functional mobility of nervous processes]. *Bulletin of the Kemerovo State University*. 2008;4:117-118. Russian
10. Kolev V, Falkenstein M, Yordanova J. Motor-response generation as a source of aging-related behavioural slowing in choice-reaction tasks. *Neurobiol Aging*. 2006;27(11):1719–30.
11. Kovalenko SO, Kudyi LI. [Heart rate variability. Methodological aspects]. Cherkasy: Cherkasy National University. B. Khmelnytsky; 2016. Russian.
12. Leontiev AN, Krinchik EP. [Processing of information by a person in a situation of choice]. In: Engineering psychology, Leontiev AN, editor. Moscow: Publishing House of Moscow State University; 1964. p. 295-325. Russian.
13. Litvinova NA, Ivanov VI, Berezina MG, Glebov VV. [Estimation of psychophysiological potential in the process of adaptation to educational activity]. *Psychology. Psychophysiology*. 2021;14(2):108-122. DOI: 10.14529 / jpps210211. Russian.
14. Litvinova NA, Kazin EM, Lurie SB, Bulatova OV. [The role of individual psychophysiological features in adaptation to mental activity]. *Bulletin of the Kemerovo State University*. 2011;45(1):141-147. Russian.
15. Loskutova TD. [Assessment of the functional state of the human central nervous system by the parameters of a simple motor response]. *Fiziol. Zhurn. USSR*. 1975;61(1):3-11. Russian.
16. Makarenko NV. [Neurodynamic characteristics of complex sensorimotor reactions in individuals with different levels of functional mobility of nervous processes]. Proceedings of the Principles and mechanisms of

- human brain activity: All-Union Conference; 1989; Leningrad, Russia. Leningrad: Nauka; 1989. p. 129-130. Russian
17. Makarenko NV. [Psychophysiological functions of a person and operator work]. Kyiv: Naukova Dumka; 1991. 216 p. Russian.
 18. Makarenko NV. [Theoretical foundations and methods of professional selection of military specialists]. Kyiv: Scientific Research Institute of Problems of Military Medicine of the Ukrainian Military Medical Academy; 1996. 336 p. Russian.
 19. Matin BV. [Differences in hemodynamic support of mobility of nervous processes in senior schoolchildren]. *Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevsky*. 2008;6:108-112. Russian.
 20. Mikhailov VM. [Heart rate variability. Experience of practical application of the method]. Ivanovo; 2000. 200 p. Russian.
 21. Nebylitsyn VD. [Comparative study of brief methods for determining of the main properties of human nervous system]. In: Typological features of higher nervous activity of a person. Moscow: Enlightenment; 1965. p. 60-83. Russian.
 22. Nebylitsyn VD. Basic properties of the human nervous system. Moscow: Enlightenment; 1966. 383p. Russian.
 23. Peisakhov NM, Kashin AP, Vagapov RG. [Methods and portable equipment for the study of individual psychological differences in humans]. Kazan: Publishing House of Kazan University. 1976. 238p. Russian.
 24. Podkovka OI, Makarchuk MY, Filimonova NB, Pampuha IV, Nikiforov MM. [Age-related neurophysiological changes in simple sensorimotor reaction performance]. *Bulletin of the Cherkasy National University*. Forthcoming 2022.
 25. Rusalov VM, Kotov LN. [On the question of the neurophysiological content of the lability of the nervous system]. *Questions of psychology*. 1980;2:150-154. Russian.
 26. Schubert A-L, Hagemann D, Löffler C, Frischkorn GT. Disentangling the effects of processing speed on the association between age differences and fluid intelligence. *J Intell*. 2019;8(1):1. <https://doi.org/10.3390/jintelligence8010001>.
 27. Shtofel D, Kostishyn S, Navrotska K, Zlepko S, Tymchyk S. Reaction parameter and modified sensorimotor reaction method for assessment of functional potential of nervous system. *Biomed inž elektron*. 2018;1(20):68-78. DOI: 10.6084/m9.figshare.5230345.
 28. Smith CT, Crawford JL, Dang LC, Seaman KL, San Juan MD, Vijay A, et al. Partial-volume correction increases estimated dopamine D2-like receptor binding potential and reduces adult age differences. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2019;39(5):822–33. <https://doi.org/10.1177/0271678X17737693>.
 29. Troshikhin VA, Moldavskaya SI, Kolchenko NV. [Functional mobility of nervous processes and professional selection]. Kyiv: Naukova Dumka; 1978. 226 p. Russian.
 30. Yordanova J, Kolev V, Hohnsbein J, Falkenstein M. Sensorimotor slowing with ageing is mediated by a functional dysregulation of motor-generation processes: evidence from high-resolution event-related potentials. *Brain*. 2004;127(Pt 2):351–62. <https://doi.org/10.1093/brain/awh042>.

Надійшла до редколегії 16.05.22
Отримано виправлений варіант 17.06.22
Підписано до друку 17.06.22

Received in the editorial 16.05.22
Received version on 17.06.22
Signed in the press on 17.06.22

O. Podkovka¹, PhD stud.,
M. Makarchuk¹, Dr. Sci.,
N. Filimonova², PhD. in Physical and Mathematical Sciences,
I. Pampuha², PhD in Technology,
M. Nikiforov², PhD in Military Sciences
¹Educational and Scientific Centre "Institute of Biology and Medicine",
²Military institute,
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

STATE OF THE MAIN PSYCHOPHYSIOLOGICAL FUNCTIONS IN MILITARY SERVANTS OF DIFFERENT AGE GROUPS

To discover age-related changes in the simple sensorimotor reaction (SSMR), choice reaction (CR), functional mobility of nervous processes (FMNP) and brain productivity (BP), as well as to determine the stress index (SI) of regulatory systems during performance of these tests. Forty-seven healthy volunteers, representatives of military professions, aged 18–54 were divided into three groups (first group – 18–23 years, n=16; second group – 24–34 years, n=19; third group – 35–54 years, n=12) and performed original computer tests to determine SSMR, CR, FMNP and BP. An electrocardiogram (ECG) was recorded in parallel. Although the rate of SSMR and CR did not differ for participants of three groups, the SI was significantly higher in the third group, compared with the first group (p<0.01) during SSMR. During CR performance it was significantly higher for the third and second groups compared with the first one (p<0.01). The FMNP index was significantly higher in the third group compared to the first one (p<0.05), and BP had the highest values for the second group compared to the first one (p<0.01). During performance of BP test, the SI did not differ in three groups, and during the test for FMNP it was significantly higher in the third group compared to the first one (p<0.01). The effectiveness of simple tasks (SSMR and CR) does not change with age, but their level is maintained due to increase of the SI of regulatory systems, i.e. increasing sympathetic tone. The FMNP value mainly depends on the individual CNS characteristics than on age. The highest level of FMNP was in the elderly. They also had elevated levels of the SI of regulatory systems. The reason of this could be associated with the high activity of cortical neurons, which leads to intensification of metabolic processes and changes in the level of autonomic supply. The lowest level of relative error, i.e. the highest level of BP was found in the middle age group. At the same time, no differences were found in the SI of regulatory systems between servicemen of different age groups during BP test performance.

Keywords: simple sensorimotor reaction, choice reaction, functional mobility of nervous processes, brain productivity, stress index of regulatory systems, age-related changes.