ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ

Біологічний факультет

Кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини

Кваліфікаційна робота

магістра

на тему: ПОКАЗНИКИ СЕНСОМОТОРНИХ РЕАКЦІЇ ОСІБ ІЗ РІЗНИМ РІВНЕМ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.0913 - б

Спеціальності 091 Біологія та біохімія

Освітньо-професійної програми Біологія

В. А Хамраєва

Керівник доц., к.б.н. Гороховський Є. Ю.

Рецензент доц., к.б.н. Новосад Н. В.

Запоріжжя − 2024 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет біологічний
Кафедра фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 091 Біологія та біохімія
Освітня програма біологія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри О.Г. Кущ
«18» вересня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Хамраєвій Вікторії Альбертівні

1. Тема роботи Показники сенсомоторних реакції осіб із різним рівнем фізичної підготовки Indicators of sensorimotor reactions of persons with different levels of physical training
керівник роботи Гороховський Єгор Юрійович, доцент, к.б.н.
затверджені наказом ЗНУ від «18» березня 2024 року № 526-с
2. Строк подання студентом роботи (проекту) листопад 2024 року
3. Вихідні дані до роботи огляд літератури за темою роботи, дослідження сенсомоторних реакцій осіб із різним рівнем фізичної підготовки
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Визначення рівня фізичної підготовки та фізичної активності обстежуваних осіб. 2. Дослідження зорової та слухової сенсомоторних реакцій обстежуваних осіб. 3. Визначення взаємозв'язку між часом сенсомоторних реакцій та рівнем фізичної підготовки обстежуваних осіб
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): таблиці 3.1 - 3.3 (показники фізичної підготовки; час сенсомоторних реакцій обстежених осіб), рисунки 3.1 - 3.5 (рівень фізичної підготовленості; кореляційні зв'язки між часом сенсомоторних реакцій та рівнем фізичної підготовленості)

6. Консультанти розділів роботи (проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Гороховський Є.Ю., к.б.н., доцент		

7. Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Збір та аналіз літератури	травень 2024	Виконано
2.	Аналіз літературних джерел по темі кваліфікаційної роботи.	червень 2024	Виконано
3.	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи.	липень 2024	Виконано
4	Підбір методів дослідження сенсомоторних реакцій та оцінки рівня фізичної підготовки	серпень 2024	Виконано
5.	Опанування методів дослідження	вересень 2024	Виконано
6.	Проведення дослідження, аналіз та оформлення результатів експерименту.	жовтень 2024	Виконано
7.	Оформлення дипломної роботи	листопад 2024	Виконано
8.	Передзахист дипломної роботи	грудень 2024	Виконано
9.	Подання роботи до захисту	грудень 2024	

Студентка _____ В.А. Хамраєва

Керівник роботи _____ Є.Ю. Гороховський

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Є.Ю. Гороховський

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра виконана на 55 сторінках, містить 3 таблиці та 4 рисунка. Перелік посилань налічує 81 літературних джерела, із них 76 – іноземною мовою.

Об’єкт дослідження – сенсомоторні реакції дорослих осіб із різним рівнем фізичної підготовки.

Мета роботи – дослідження часу простої зорової та слухової сенсомоторних реакцій у осіб із різним рівнем фізичної підготовки.

Методи досліджень: опитування, фізіологічні, статистичні.

Наукова новизна роботи полягає у дослідженні показників зорової та слухової сенсомоторних реакцій у практично здорових осіб із різним рівнем фізичної підготовки, які є мешканцями Запорізької територіальної громади.

Теоретичне значення роботи полягає у поглибленні розуміння впливу регулярної фізичної активності на когнітивні та моторні функції здорових осіб. Отриманні результати прямо вказують на важливість регулярних фізичних вправ для оптимального функціонування центральної нервової системи. Більш того, подібні дослідження можуть слугувати обстругуванням для подальших поглиблених досліджень впливу фізичних вправ на показники сенсомоторних реакцій осіб із порушеннями діяльності ЦНС, у тому числі й з терапевтичною метою.

Практична значимість роботи полягає у тому, що отримані результати підкреслюють важливе значення регулярної фізичної активності вище середнього рівня та активного способу життя для забезпечення високої швидкості реакції на зорові та слухові подразники, що має значення у багатьох сферах діяльності людини, зокрема у спорті та військовій справі.

ФІЗИЧНА АКТИВНІСТЬ, СЕНСОМОТОРНА РЕАКЦІЯ, ДОРОСЛІ ОСОБИ, КОРЕЛЯЦІЯ

ASTRACT

The master's thesis consists of 55 pages, 3 tables and 4 figures. The list of references includes 81 literary sources, 76 of which are in a foreign language.

The object of research is sensorimotor reactions of adults with different levels of physical fitness.

Purpose – to study the time of simple visual and auditory sensorimotor reactions in people with different levels of physical fitness.

Research methods: survey, physiological, statistical.

The scientific novelty of the work is to study the indicators of visual and auditory sensorimotor reactions in practically healthy individuals with different levels of physical fitness who are residents of the Zaporizhzhia territorial community.

The theoretical significance of the work is to deepen the understanding of the impact of regular physical activity on the cognitive and motor functions of healthy individuals. The results directly indicate the importance of regular exercise for the optimal functioning of the central nervous system. Moreover, such studies can serve as a basis for further in-depth studies of the effect of exercise on the indicators of sensorimotor reactions of individuals with CNS disorders, including for therapeutic purposes.

The practical significance of the work lies in the fact that the results emphasize the importance of regular physical activity above the average level and an active lifestyle to ensure a high speed of reaction to visual and auditory stimuli, which is important in many areas of human activity, including sports and military affairs.

PHYSICAL ACTIVITY, SENSORIMOTOR REACTION, ADULTS, CORRELATION

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ 9
1.1 Поняття про час сенсомоторної реакції на зовнішні подразники та її етапи 9
1.2 Основні типи та характеристики сенсомоторної реакції 10
1.3 Фактори, що впливають на час реакції 13
1.3.1 Збудження 13
1.3.2 Вік 14
1.3.3 Стать 14
1.3.4 Домінуюча рука 15
1.3.5 Тренування та помилки при виконанні тестування 16
1.3.6 Втома 17
1.4 Сенсомоторні реакції як основа поведінки людини та тварин 17
1.1.2 Роль базальних гангліїв у сенсомоторних реакціях 19
1.4 Сенсомоторна інтеграція 23
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 25
2.1 Характеристика обстежуваних осіб та умови проведення випробовування 25
2.2 Визначення часу простої зорової сенсомоторної реакції обстежуваних осіб 25
2.3 Визначення часу простої слухової сенсомоторної реакції обстежуваних осіб 26
2.4 Визначення рівня фізичної підготовленості 28
2.5 Статистичний аналіз даних дослідження 30
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 31
3.1 Показники фізичної активності обстежених осіб 31
3.2 Показники простої зорової сенсомоторної реакції обстежених осіб 33

3.3 Показники простої слухової сенсомоторної реакції обстежених осіб 36
3.4 Кореляційний аналіз рівня фізичної активності та простих сенсомоторних реакцій..... 37
4 ОХОРОНА ПРАЦІ..... 41
ВИСНОВКИ..... 44
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ..... 46
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 47

ВСТУП

Сенсомоторні реакції є одним із показників функціональної активності центральної нервової системи людини, а також ступеня її інтеграції з периферичною нервовою системою. Швидкість реакцій на зовнішні подразники, у тому числі зорові та слухові, має тісний зв’язок із ефективністю нейронних процесів, які визначають адаптаційні можливості організму. Вивчення особливостей зв’язку між рівнем фізичної підготовки особи та часом її сенсомоторних реакцій (швидкістю реакції) дозволяє поглибити розуміння фундаментальних механізмів сенсомоторної регуляції.

Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю поглибленого вивчення взаємозв'язку між фізичним станом організму та його нейрофізіологічними характеристиками. Отримані результати можуть мати значення для з’ясування особливостей функціональної пластичності нервової системи в умовах впливу такого фізіологічного фактору, як регулярне фізичне навантаження, що, у свою чергу, сприяє більш поглибленому розумінню закономірностей адаптації організму до змін зовнішнього середовища.

Предмет дослідження – сенсомоторні реакції дорослих практично здорових осіб.

Об’єкт дослідження – сенсомоторні реакції дорослих практично здорових осіб із різним рівнем фізичної підготовки.

Мета – дослідження часу простої зорової та слухової сенсомоторних реакцій у осіб із різним рівнем фізичної підготовки.

Відповідно до визначеної мети дослідження були вирішені наступні завдання:

1. Визначити рівень фізичної підготовленості та фізичної активності обстежуваних осіб.

2. Визначити швидкість реакції обстежуваних осіб на зоровий подразник.

3. Визначити швидкість реакції обстежуваних осіб на слуховий подразник.

4. Визначити наявність та характер зв'язку між рівнем фізичної активності та часом простої зорової та слухової сенсомоторних реакцій.

Наукова новизна роботи полягає у дослідженні показників зорової та слухової сенсомоторних реакцій у практично здорових осіб із різним рівнем фізичної підготовки, які є мешканцями Запорізької територіальної громади.

Теоретичне значення роботи полягає у поглибленні розуміння впливу регулярної фізичної активності на когнітивні та моторні функції здорових осіб. Отриманні результати прямо вказують на важливість регулярних фізичних вправ для оптимального функціювання центральної нервової системи. Більш того, подібні дослідження можуть слугувати обструговуванням для подальших поглиблених досліджень впливу фізичних вправ на показники сенсомоторних реакцій осіб із порушеннями діяльності ЦНС, у тому числі й з терапевтичною метою.

Практична значимість роботи полягає у тому, що отримані результати підкреслюють важливе значення регулярної фізичної активності вище середнього рівня та активного способу життя для забезпечення високої швидкості реакції на зорові та слухові подразники, що має значення у багатьох сферах діяльності людини, зокрема у спорті та військовій справі.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Поняття про час сенсомоторної реакції на зовнішні подразники та її етапи

Час реакції – це інтервал між пред'явленням подразника і відповіддю організму на нього. Цей показник є відображенням швидкості обробки інформації центральною нервовою системою та ефективність сенсомоторної взаємодії. Вивчення часу реакції має більш ніж столітню історію і залишається важливим для розуміння функціональних можливостей нервової системи. Процес реакції на подразник включає чотири основні послідовні етапи, які наведені на рис. 1.1.

Рисунок 1.1 – Процес простої сенсомоторної реакції на зовнішній подразник

Другий і третій етапи цього процесу безпосередньо залучають кору головного мозку, що підкреслює важливість когнітивних функцій у цьому процесі.

На час реакції впливають численні фактори, серед яких тип подразника (зоровий, слуховий тощо), стать, рівень фізичної активності, чинники, що відволікають, та інші обставини. Значення часу реакції є особливо актуальним у ситуаціях, що вимагають швидкої та точної відповіді, наприклад, у роботі пілотів, водіїв, операторів складної техніки та представників інших професій, у яких швидкість і координація дій має вирішальне значення [1, 2].

1.2 Основні типи та характеристики сенсомоторної реакції

Час сенсомоторної реакції – це міра швидкості, з якою організм реагує на подразник певної модальності. Відомі три типи сенсомоторних реакцій: проста сенсомоторна реакція, при якій є один стимул і одна відповідь (наприклад, спроба схопити лінійку, що падає між пальцями або натискання кнопки, коли з’являється світловий сигнал); сенсомоторна реакція із розпізнаванням, яка передбачає наявність стимулів, на які потрібно реагувати, та стимулів на які реакція не потрібна (спроба схопити лінійку, що падає між пальцями, але лише за командою, ігноруючи при цьому інші вимовлені слова, які не є командою до дії); і, нарешті, сенсомоторна реакція із вибором, яка передбачає наявність не тільки декількох стимулів, але й декількох відповідей (наприклад введення літери, яка відповідає надрукованій підказці) [3].

Час реакції досить широко досліджувався, оскільки це питання має значну практичну цінність, наприклад повільніший, ніж зазвичай, час реакції під час керуванням автомобілем може мати серйозні негативні наслідки. Доведено, що велика кількість різноманітних факторів впливають на час реакції: вік, стать, фізичну форму, втому, відволікання, алкоголь, тип особистості та власне модальність подразника (слуховий чи зоровий).

Загальну модель потоку інформації в організмі можна представити таким чином:

Стимул → Рецептор → Інтегратор → Ефектор → Відповідь

У хребетних тварин та людини потік інформації можна представити більш точно:

Стимул → Сенсорний нейрон → Спинний або головний мозок → Руховий нейрон → Відповідь

Сенсорні нейрони перетворюють подразник в електрохімічний сигнал, який проходить по сенсорному нейрону (нейронам), потім через нейрон або нейрони центральної нервової системи, а потім через руховий нейрон (нейрони). Як правило, рухові нейрони змушують м’яз скорочуватися або залозу виділяти секрет. Реакції, які включають лише рецептор, спинний мозок і ефектор, є швидшими, ніж ті, які включають обробку в головному мозку. Реакції, які проходять лише до, через і від спинного мозку, часто називають спинальними рефлексами або рефлексами, опосередкованими спинним мозком. Прикладом такого рефлексу є відсмикування руки від гарячої поверхні [4].

Отже, більше століття час реакції використовувався як “вікно” у функціональність центральної нервової системи [5]. Цей інтерес ґрунтується на ідеї, що час для початку відповіді відкриває важливе розуміння шляхів, обробки та загального стану центральної нервової системи [6]. Як наслідок, існує величезна кількість літератури, яка досліджує фактори, що впливають на час реакції. До них належать, але не обмежуються, вік, стать, збудження, терміновість завдання та інтенсивність стимулу [7, 8, 9, 10, 11].

Фактори, що впливають на час реакції, можна розділити на дві основні категорії: 1) характеристики мережі та 2) модулятори мережі. Першим і більш очевидним є характеристики мережі, яка обслуговує трансформацію відповіді на стимул, включаючи довжину аксона, швидкість провідності та кількість/тип проміжних синапсів. Відмінності в характеристиках мережі можуть частково пояснити відмінності між умовами завдання (наприклад, прості сенсомоторні реакції проти сенсомоторних реакцій із вибором; моносинаптичні рефлекси проти полісинаптичних рефлексів). Другий фактор, якими є модулятори нейронної мережі, можуть впливати на час реакції конкретного завдання, що покладається на одну й ту ж саму мережу. Цими модуляторами можуть бути: очікування, увага, збудження та інтенсивність стимулу. Однак механізми, що лежать в основі дії цих модуляторів, недостатньо вивчені і можуть бути основою для найшвидших, або термінових реакцій, які захищають людину від ушкодження і які часто порушується внаслідок неврологічної травми або захворювання [12, 13].

Приблизно впродовж 120 років прийняті значення середнього часу простої сенсомоторної реакції, визначені у студентів, становили приблизно 190 мс для зорових подразників і приблизно 160 мс для звукових подразників [14]. Більш складні завданні потребують більшого часу реакції. У 60 роки XX століття була запропонована теорія “барабана пам’яті”:

складніші відповіді вимагають більше збереженої інформації, а тому вони потребують більшого часу [15].

У великій кількості досліджень доведено, що сенсомоторна реакція на звук є швидшою, ніж зорова реакція, причому середній час слухової реакції становить 140-160 мс, а час зорової реакції – 180-200 мс. Час реакції на дотик є проміжним і становить 155 мс. Відмінності в часі реакції між цими типами стимулів зберігаються незалежно від того, чи виконує обстежуваний суб'єкт просте або складне завдання [16].

1.3 Фактори, що впливають на час реакції

Час реакції – це показник, що залежить від багатьох внутрішніх і зовнішніх чинників, які можуть варіюватися у широких межах залежно від фізіологічного стану індивіда, умов середовища та характеристик стимулу. Розуміння особливостей впливу цих факторів є ключовим для аналізу процесів сенсомоторної діяльності.

1.3.1 Збудження

Одним із найбільш досліджуваних факторів, що впливають на час реакції, є "збудження" або стан уваги, включаючи у тому числі й м'язову напругу. Час реакції є найшвидшим при середньому рівні збудження та погіршується, коли суб'єкт або занадто розслаблений, або навпаки, занадто напружений [3].

1.3.2 Вік

Час простої сенсомоторної реакції поступово зменшується у період між дитинством та 20 роками, після чого повільно збільшується до 50-60 років; коли людина досягає віку 70-ти років збільшення часу реакції починає відбуватися набагато швидше [17]. Причому вплив віку на швидкість реакції людини більш помітний при виконанні складних завдань [7].

Час реакції також стає більш мінливим з віком, і ця варіабельність часу реакції у літніх людей зазвичай пов’язана з уповільненням реакції та гіршим розпізнаванням подразників, що, однак, може бути корисним показником загальної нервової цілісності [18, 19]. Причинами уповільнення часу реакції з віком можуть бути не лише такі просто пояснюванні фактори, як швидкість нервової провідності. Це також може бути пов'язано із тим, що літні люди більш обережні та ретельніше стежать за своїми реакціями (Ботвінік, 1966). Коли їх турбує щось відволікаюче, люди похилого віку також часто приділяють свою виняткову увагу одному стимулу та ігнорують інші подразники у значно більшій мірі, ніж молоді люди [20].

1.3.3 Стать

У багатьох дослідженнях було продемонстровано, що майже в усіх вікових групах чоловіки мають менший час сенсомоторних реакцій, ніж жінки, і ця різниця не зменшуються завдяки тренуванням [3, 17]. Також було встановлено, що майже вся різниця у часі реакції між чоловіками і жінками пояснюється затримкою між пред'явленням стимулу та початком м'язового

скорочення, а власне час скорочення м'язів є однаковим як для чоловіків, так і жінок [21]. Також вартими уваги є встановлені факти про те, що: а) хоча чоловіки швидше, ніж жінки, прицілювалися в ціль, жінки були більш точними; б) вікове погіршення часу реакції було однаковим у чоловіків і жінок [22, 23].

1.3.4 Домінуюча рука

Відомо, що півкулі головного мозку спеціалізуються на різних завданнях. Ліву півкулю прийнято вважати вербальним і логічним центром, а права півкуля, серед іншого, відповідає за творчість, просторове сприйняття, розпізнавання облич та емоційну сферу. Крім того, права півкуля керує лівою рукою, а ліва – правою. Саме це спонукало дослідників до думки, що ліва рука має бути швидшою у часі реакції, яка передбачає наявність просторових змінних, наприклад націлювання на визначену ціль [24].

У дослідженні, проведеного серед гандболістів лівші були швидшими, ніж правші, коли тест вимагав використання лише лівої руки, але не було виявлено суттєвої різниці між часом реакції правші та лівші при використанні правої руки. Цікавим фактом є також те, що хоча чоловіки гандболісти-правші мали більш швидку реакцію, ніж жінки-правші, між ліворукими чоловіками та жінками не було визначено достовірної статевої різниці [25].

У іншому дослідженні, яке передбачало використання комп’ютерної миші, було виявлено, що правші, як і очікувалося, були швидшими при виконанні завдання правою рукою, але лівші були однаково швидкими з

обома руками. Домінуюча рука, як правило, була швидшою. Однак перевага в часі реакції домінючих рук над недомінуючими була дуже незначною [26].

Оскільки права (емоційна) півкуля отримує вхідні дані від лівого ока, було зроблено припущення про те, що ліве поле зору буде найшвидшим у визначенні емоцій, що власне й було підтверджено експериментально: вирази обличчя, які демонструють щастя чи страх, ідентифікуються найшвидше, якщо їх демонструють у лівому полі зору, а нейтральні вирази виявляють найшвидше у правому полі зору [27].

1.3.5 Тренування та помилки при виконанні тестування

Дослідним шляхом доведений факт, що коли особа вперше виконує завдання, пов’язані з реакцією на зовнішній подразник, час її реакції є менш стабільним, порівняно із особами, які мають достатньо практики у виконанні даного завдання [16]. Крім того, якщо особа робить помилку при виконанні тесту, наступна реакція зазвичай відбувається повільніше, ніби особа стає більш обережною, а “звинувачення” осіб, що беруть участь у дослідженні, у помилках, ще більше уповільнює обробку ними наступного стимулу [28].

Також було визначено, що достовірне зменшення часу реакції на зоровий подразник спостерігається через три тижні тренувань, а виявлений ефект триває щонайменше три тижні [29]. Час реакції часто є вирішальним у деяких видах спорту, отже при дослідженні представників різних видів спорту було визначено, що більш досвідчені каратисти мають коротший час реакції, ніж менш досвідчені, але у волейболі недосвідчені гравці, навпаки, мають коротший час реакції, однак роблять більше помилок, ніж досвідчені волейболісти [30].

1.3.6 Втома

Було експериментально доведено, що 24-годинна депривація сну подовжує час реакції молодих осіб віком від 20 до 25- років, але не впливає на час реакції у осіб віком від 52 до 63 років [31]. Окремо було встановлено, що депривація сну призводить до сповільнення реакції обстежуваних осіб і пропуску подразників протягом періоду тестування; також у подібному дослідженні було виявлено, що чим більш тривалим є обмеження сну, тим більше погіршується час реакції, і обстежувані намагалися компенсувати надмірними розумовими зусиллями [32, 33].

1.4 Сенсомоторні реакції як основа поведінки людини та тварин

Певна послідовність дій є основою поведінки людей і тварин. Незалежно від того, що людина робить: говорить, грає на музичному інструменті чи генерує нові ідеї, вона повинна виконувати серію моторних та когнітивних дій у чіткій послідовності та порядку. З огляду на це, мозок не просто контролює всю серію рухів механічно. Вважається, що мозок організовує окремі елементи у функціональні одиниці послідовності дій [34]. Перевага розділення відповідних великих фрагментів інформації на окремі блоки полягає в тому, що мозок може працювати ефективно, незважаючи на обмежену ємність пам’яті. Наявні дослідження, результати яких підтверджують ідею про те, що люди та інші види демонструють “розділення”

складних актів поведінки, і саме завдяки цьому їх ефективність підвищується [33]. Крім того, нейрональна активність, яка відповідає ініціації або завершенню кожної послідовності дій, виникає після навчання. Було запропоновано, що система, яка генерує рухи, є ієрархічно організованою, від базових елементарних одиниць (сенсомоторних реакцій) до вищих координуючих одиниць, а потім до вищих командних одиниць [36].

1.1.2 Роль базальних гангліїв у сенсомоторних реакціях

Ключовою функцією мозку є інтерпретація вхідної сенсорної інформації в контексті вивчених асоціацій, що забезпечує керування адаптивною поведінкою. Проте точні нейронні ланцюги та причинно-наслідкові механізми, що лежать в основі цілеспрямованих сенсомоторних трансформацій, ще не у повній мірі визначені. Вважається, що базальні ганглії беруть участь у ініціації та виборі дій [37].

Базальні ганглії складаються з групи взаємопов’язаних підкіркових ядер – смугастого тіла, чорної речовини, блідої кулі і субталамічного ядра (рис. 1.2) – і мають вирішальне значення для здійснення рухових і когнітивних функцій [38]. Дисфункція ланцюгів базальних гангліїв причетна до широкого спектру неврологічних і психіатричних захворювань, у тому числі таких як хвороба Паркінсона та хвороба Хантінгтона [39].

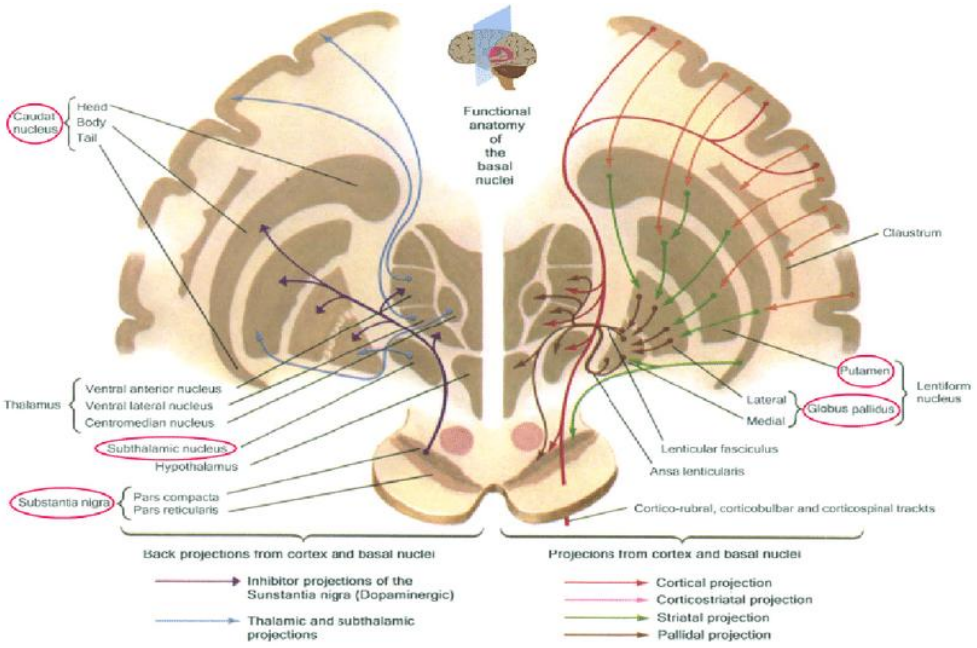


Рисунок 1.2 – Функціональна анатомія базальних гангліїв [40]

Існує безліч доказів, які підтверджують ключову роль смугастого тіла у формуванні та виконанні послідовностей дій [36, 39, 41, 42]. Наприклад, пацієнти із захворюваннями, що супроводжуються дисфункцією базальних гангліїв, часто мають виражені порушення в організації послідовності рухів [43].

Особливе значення має синаптична пластичність у дорсальному смугастому тілі, яка є необхідною умовою для навчання нових послідовностей дій. Дослідження показали, що видалення NMDA-рецепторів у проекційних нейронах смугастого тіла призводить до порушення кортикостріальної пластичності. Як наслідок, це ускладнює для тварин здатність засвоювати та закріплювати нові послідовності дій [36, 42].

Цікаві результати отримано під час записів нейронної активності у дорсальних ділянках смугастого тіла. Більшість цих нейронів демонструють фазові зміни в активності, які пов'язані з ініціацією або завершенням певної

дії у складі послідовності. Така активність, відома як “почати/зупинити”, стає більш вираженою після етапу навчання. Це підтверджує, що базальні ганглії відіграють важливу роль у процесах засвоєння і виконання дій [35, 36].

Дослідження типів клітин базальних гангліїв показало, що прямий і непрямий шляхи активуються одночасно на початку та в кінці послідовності дій, але демонструють різні патерни активності під час її виконання. Прямий шлях (dSPN, direct spiny projection neurons – прямі колючі проекційні нейрони) проявляє стійку активність, тоді як непрямий шлях (iSPN, indirect spiny projection neurons – непрямі колючі проекційні нейрони) здебільшого пригнічується.

На початку послідовності активовані нейрони dSPN допомагають вибрати потрібну програму дій, тоді як нейрони iSPN пригнічують конкурентні програми. Під час виконання послідовності активність dSPN підтримує вибрану дію, забезпечуючи її стабільність. Таким чином, ці два шляхи працюють не лише в умовах конкуренції, але й у координації, що необхідна для контролю послідовності дій [35].

Щоб з'ясувати, як організована ієрархія послідовностей дій і яка роль у цьому прямого та непрямого шляхів, провели експеримент з мишами. Тварини навчалися виконувати завдання з неоднорідною послідовністю дій: послідовно натискати лівий і правий важелі у порядку “ліворуч-ліворуч-праворуч-праворуч” (ЛЛПП). Ця послідовність складається з двох підпослідовностей: ЛЛ і ПП, а також включає фазу “перемикання” між ними. Оптогенетичні маніпуляції, що впливали на dSPN і iSPN, показали, що ці два шляхи координуються на різних рівнях ієрархії:

- на рівні всієї послідовності обидва типи нейронів активні для сигналізації її початку та завершення;

- на рівні підпослідовностей iSPN контролюють процес перемикання між ними;

- на рівні окремих елементів послідовності переважає активність dSPN, яка забезпечує стабільність виконання дії, тоді як iSPN переважно пригнічені [42].

Загалом, непрямий шлях (iSPN) відповідає за перемикання між частинами складних послідовностей, а прямий шлях (dSPN) сприяє стабільному виконанню поточних дій. Оптогенетична активація iSPN стимулює процес перемикання, тоді як активація dSPN полегшує виконання вибраної дії. Ці результати підкреслюють додаткову роль обох шляхів у забезпеченні складних послідовностей дій і підтверджують, що базальні ганглії працюють як злагоджена система для керування рухами [44].

1.4 Сенсомоторна інтеграція

Сенсорно-моторна інтеграція являє собою складний процес, який потребує належного рівня узгодженості між кількома джерелами сенсорної інформації, щоб забезпечити найкращу рухову продуктивність, пов’язану із виконанням конкретного завдання. Цей процес ґрунтується на належній інтеграції зорових, слухових і тактильних стимулів від первинних і асоціативних сенсорних областей та премоторних і моторних зон кори головного мозку [45].

Сенсомоторна інтеграція є важливою функцією як для моторного контролю, так і для навчання і здійснюється на різних рівнях центральної нервової системи [46]. На кортикальному рівні механізми сенсомоторної інтеграції опосередковують так звані довгі латентні або транскортикальні рефлекси, що беруть участь у регуляції м’язового тонусу, а також механізми нейропластичності, що беруть участь в асоціативному навчанні [47, 48]. У

людей процедура аферентного гальмування з короткою затримкою в умовах in vivo є маркером сенсомоторної інтеграції [49]. Переконливі докази вказують на те, що аферентне гальмування з короткою затримкою модулюється у зв'язку з руховим контролем і навчанням у людей [50]. Базальні ганглії являють собою додаткову нейроанатомічну область, яка бере участь у сенсомоторній інтеграції [51]. Крім того, на підкірковому рівні сенсомоторна інтеграція є однією з основних фізіологічних прерогатив мозочкових систем [52]. На мозочковому рівні сенсомоторна інтеграція базується на системах зворотного або прямого зв'язку, які беруть участь у різних формах моторного контролю та навчання, включаючи сенсомоторне навчання – тривалий процес, пов'язаний із руховою практикою [53]. Нарешті, на рівні стовбура мозку та спинного мозку сенсомоторна інтеграція в основному бере участь у регуляції різноманітних рефлексів, у тому числі тих, що беруть участь у автоматичній регуляції м'язового тонусу [54]. За останні десятиліття з'явилася велика кількість доказів на підтримку значення зміненої сенсомоторної інтеграції у механізмах розвитку різних неврологічних станів і рухових розладів [55]. Відомо, що змінена сенсомоторна інтеграція призводить до змінених кінематичних параметрів довільного руху і, отже, до генерації брадикінезії [56]. Відповідно, було продемонстровано, що аферентне гальмування з короткою затримкою змінюється при хворобі Паркінсона та інших нейродегенеративних захворюваннях[57]. Відомо також, що змінена сенсомоторна інтеграція може сприяти запуску коливальної активності, тобто синхронної активності, в різних ділянках головного мозку, що у свою чергу може трансформуватися в повторювану та поперемінну активацію антагоністичних груп м'язів і подальшу появу тремору [58]. Крім того, змінена сенсомоторна інтеграція може бути причетна до явищ дезадаптивної пластичності або інших дисфункціональних механізмів, які можуть призводити до спільного

скорочення антагоністичних груп м’язів, які беруть участь у виникненні дистонічних рухів [59].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика обстежуваних осіб та умови проведення випробовування

Обстеження було проведено за участю 18 осіб (9 осіб жіночої статі та 9 осіб – чоловічої). Середній вік обстежених становив 24,3 ± 2,03 роки. Обстеження було проведено в онлайн-форматі, у другій половині дня у період між 17 та 19 годинами у зручний для випробовуваних осіб час. Усі обстежувані були ознайомлені із метою дослідження та дали усну згоду прийняти в ньому участь. Також обстежувані не мали захворювань центральної та периферичної нервової системи, порушень слуху та порушень кольорового сприйняття.

2.2 Визначення часу простої зорової сенсомоторної реакції обстежуваних осіб

Визначення часу простої зорової сенсомоторної реакції проводили за допомогою онлайн-застосунку Reaction Time Test (рис. 2.1), доступному на сайті Вашингтонського університету [60].

Перед проходженням випробовування обстежувані особи ознайомлювалися із правилами його проходження: навівши курсор на велику кнопку праворуч потрібно натиснути на неї використавши ліву кнопку миші, щоб почати тестування; зачекати, поки з’явиться зелене світло; коли на зображенні світлофора червоне світло зникне и з'явиться зелене,

необхідно домінуючою рукою швидко натиснути велику кнопку; знову натиснути велику кнопку ще раз, щоб перейти до наступного повторення.

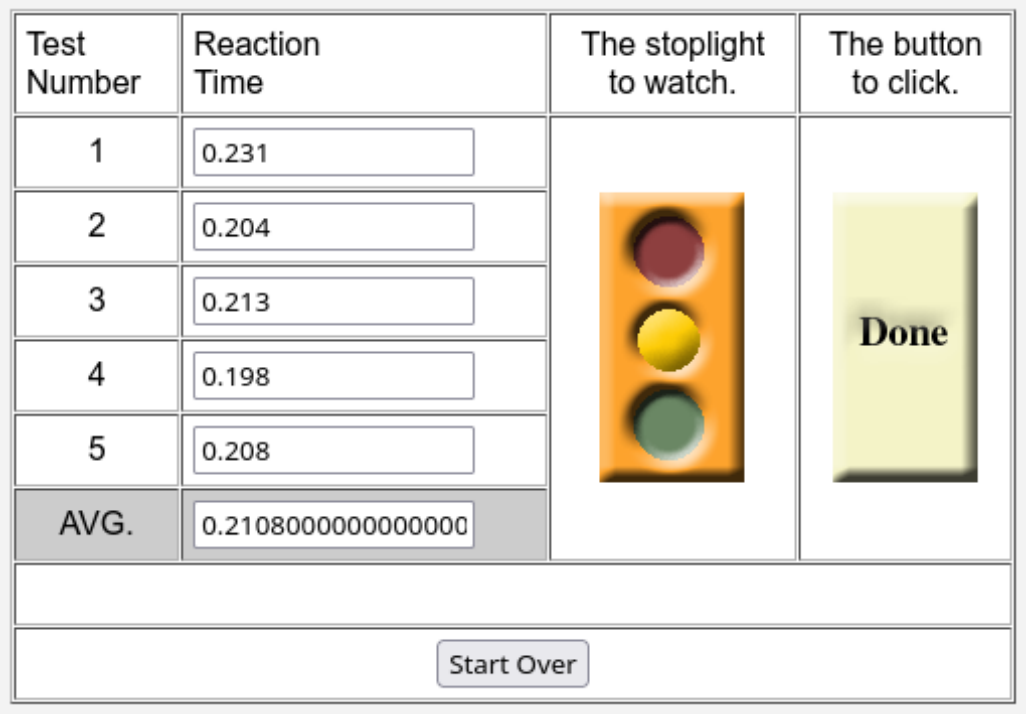


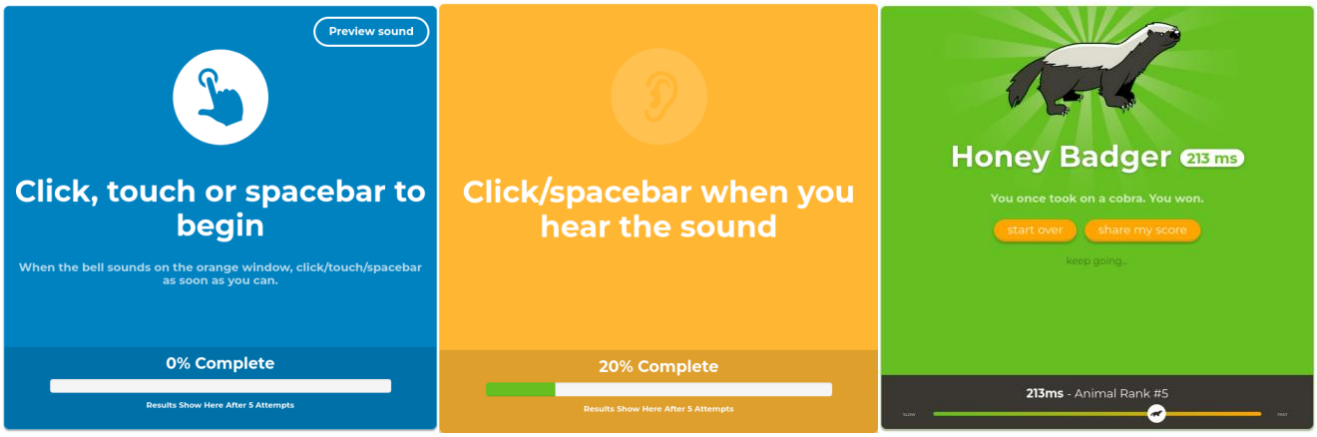
Рисунок 2.1 – Онлайн-застосунок Reaction Time Test для визначення часу простої зорової сенсомоторної реакції

Усього у випробовуванні було 5 окремих спроб, за якими автоматично розраховувалося середнє значення швидкості простої зорової сенсомоторної реакції.

2.3 Визначення часу простої слухової сенсомоторної реакції обстежуваних осіб

Швидкість простої слухової сенсомоторної реакції обстежуваних осіб оцінювали за допомогою онлайн-застосунку Reaction Speed to Sound [61].

Перед початком випробовування (рис. 2.2 А) обстежувані мали змогу ознайомитись із звуком, при появі якого їм потрібно домінуючою рукою швидко натиснути на ліву кнопку миші. Після старту тестування колір застосунку змінювався на помаранчевий і через випадковий інтервал випробовувана особа чула звук і якомога швидше натискала кнопку (рис. 2.2 Б).



А Б В

Рисунок 2.2 – Онлайн-застосунок Reaction Speed to Sound для визначення часу простої слухової сенсомоторної реакції: А – початок тестування, Б – власне тестування, В – демонстрація результатів тестування

Усього у випробовуванні надавалося п'ять окремих спроб, після чого застосунок автоматично розраховував середнє значення часу простої слухової сенсомоторної реакції (рис. 2.2 В).

2.4 Визначення рівня фізичної підготовленості

Визначення рівня фізичної підготовки людини може здійснюватися серед іншого за допомогою спеціальних опитувальників, які стандартизують процес збору даних про фізичну активність та стан здоров’я.

Широко відомими є такі опитувальники як Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q, PAR-Q+), використовується для скринінгу фізичної активності людей віком 15–69 років, та International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), який дозволяє оцінити рівень фізичної активності людей у різних контекстах (робота, транспорт, відпочинок) і розраховує загальний обсяг активності за метаболічним еквівалентом завдань та адаптований для використання у різних культурних середовищах та вікових групах [62, 63].

У нашій роботі ми використали опитувальник, запропонований Dumitru, 1997, який враховує інтенсивність, тривалість та частоту фізичної активності людини у повсякденному житті [64].

Таблиця 2.1 – Опитувальник для оцінки рівня фізичної підготовленості (Dumitru, 1997)

Параметр	Бали	Характеристика активності
1	2	3
Інтенсивність	1	Зусилля, що призводять до прискореного дихання і потовиділення.
	2	Зусилля, що збільшують частоту дихання і потовиділення.
	3	Зусилля вище середнього рівня.

- Продовження таблиці 2.1

1	2	3
	4	Помірне зусилля.
	5	Легкі зусилля.
Тривалість	1	Понад 30 хвилин.
	2	20-30 хвилин.
	3	10-20 хвилин.
	4	Кілька хвилин.
Частота	1	Щодня або майже щодня.
	2	3-5 разів на тиждень.
	3	1-2 рази на тиждень.
	4	Кілька разів на місяць.
	5	Рідше одного разу на місяць.

Індекс фізичної активності обраховували шляхом перемноження балів за кожним параметром: Інтенсивність × Тривалість × Частота. Далі рівень фізичної активності на основі відповідей на запитання анкети оцінювали за таблицею 2.

Таблиця 2.2 – Оцінка фізичної активності на основі опитувальника (Dumitru, 1997)

Бали	Оцінка	Рівень фізичної активності
1	2	3
81-100	Дуже активний спосіб життя	Дуже добрий
61-80	Активний і здоровий спосіб життя	Добрий

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
41-60	Прийнятний спосіб життя	Задовільний
20-40	Недостатньо активний – відносно сидячий	Низький
>20	Малорухливий спосіб життя	Дуже низький

2.5 Статистичний аналіз даних дослідження

Статистичний аналіз даних дослідження був проведений із використанням програми Microsoft Excel 2016. Використовувались методи описової (розрахунок середнього арифметичного, стандартного відхилення та коефіцієнту варіації) та варіативної статистики (порівняння середніх значень із використанням Т-критерію, F-тест на рівність дисперсій) порівняння частот із використанням точного критерію Фішера). Різницю між змінними приймали за значимою при рівні статистичної значущості $p < 0,05$ [71, 72]. Кореляційний зв’язок оцінювали шляхом розрахунку коефіцієнту кореляції Пірсона (r). Силу кореляційного зв'язку для абсолютних значень r у діапазоні від 0,100 до 0,299 визначали як дуже слабку, у діапазоні від 0,300 до 0,599 – як слабку, від 0,600 до 0,799 – як помірну, від 0,800 до 0,999 – як сильну і 1 – як ідеальну [73].

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Показники фізичної активності обстежених осіб

Перше завдання нашого дослідження полягало в оцінці рівня фізичної підготовки обстежених осіб. Було встановлено (табл. 3.1), що середній показник у загальній вибірці обстежених осіб становив 50,6± 20,07 балів, а мінімальне та максимальне значення – 15 та 89 балів відповідно. Серед чоловіків рівень фізичної підготовленості дорівнював у середньому 44,9 ± 21,63 бали (мінімальна оцінка – 15 балів, максимальна – 77 балів), а серед жінок – 56,2 ± 17,75 бали (мінімальна оцінка – 29 балів, максимальна – 89 балів), тобто був на 25,2% вище, ніж у чоловіків. Однак різниця між середніми значеннями фізичної підготовки чоловіків та жінок, як було з'ясовано за допомогою Т-критерію, виявилася недостовірною (p = 0,243).

Таблиця 3.1 – Рівень фізичної підготовленості обстежених осіб за результатами опитувальника Dumitru, 1997

Рівень фізичної підготовки, балів M ± SD	Мінімальне значення, балів	Максимальне значення, балів	Коефіцієнт варіації, %
Загальна вибірка (n = 18)			
50,6 ± 20,07	15	89	39,7%
Чоловіки (n = 9)			
44,9 ± 21,63	15	77	48,2%
Жінки (n = 9)			
56,2 ± 17,75	29	89	31,6%

Виявлений за допомогою опитувальника відносно більший рівень фізичної підготовленості, у жінок, ніж у чоловіків у нашому дослідженні, можна пояснити, спираючись на дослідження, проведеного Craft B.B. із співавторами. За їх даними чоловіки та жінки повідомляють про різні причини для занять спортом, тобто мають місце певні гендерні відмінності. Авторами дослідження було визначено, що жінки (n = 108) повідомили про значно вищий рівень фізичної активності та якості життя, ніж чоловіки (n = 72). Як було з'ясовано, жінки займаються фізичними вправами для схуднення та підтримки загального тонусу більше, ніж чоловіки, тоді як чоловіки займаються фізичними вправами більше для задоволення [67].

За рівнем фізичної активності для жінок та чоловіків були отримані наступні результати, наведені на рис. 3.1.

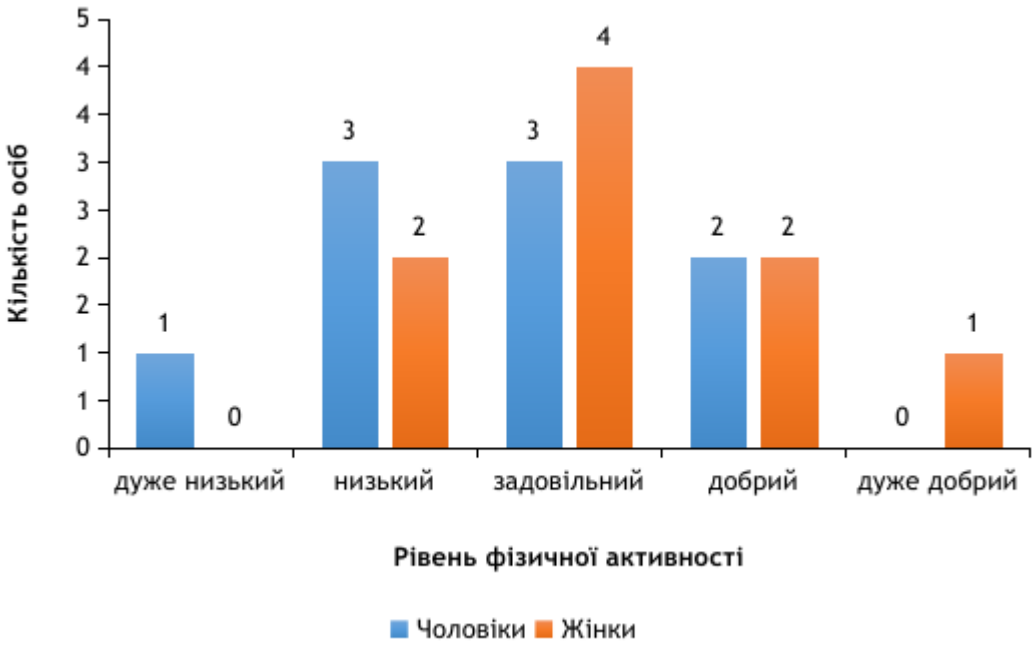


Рисунок 3.1 – Рівень фізичної активності обстежених жінок та чоловіків

У чоловіків 1 особа характеризувалася дуже низьким рівнем фізичної активності, 3 осіб мали низький рівень, 3 – задовільний, 2 осіб – дуже добрий,

а у жінок – 2 осіб мали низькій рівень фізичної підготовки, 4 – задовільний, 2 особи – добрий, 1 – дуже добрий рівень.

Порівняння частот рівнів фізичної активності у чоловіків та жінок за допомогою точного критерію Фішера не дозволило виявити достовірні відмінності між досліджуваними групами (p = 0,988). Таким чином за рівнем фізичної підготовки жінки достовірно не відрізнялися від чоловіків.

Отже, хоча у групі жінок у даному дослідженні були визначені дещо кращі показники фізичної працездатності та фізичної активності, ніж у чоловіків, але статистично достовірні відмінності між ними були відсутні. Тобто обстежені чоловіки та жінки достовірно не відрізнялися за вищезазначеними показниками.

3.2 Показники простої зорової сенсомоторної реакції обстежених осіб

При дослідженні часу простої зорової сенсомоторної реакції у загальній вибірці було встановлено, що мінімальне значення цього показнику становило 310 мс, максимальне – 367 мс, а середнє значення – 345,1 ± 17,24 мс. Оскільки є ряд досліджень, в яких продемонстровано, що час сенсомоторних реакцій чоловіків та жінок може розрізнятися [68, 69, 70] ми розрахували цей показник для простої зорової сенсомоторної реакції окремо для жінок та окремо – для чоловіків.

У групі чоловіків середнє значення часу реакції становило 330,6 ± 11,73 мс (при цьому найкращій результат дорівнював 310 мс, а найгірший – 353 мс). У жінок середнє значення часу реакції на зоровий стимул становило 360,9 ± 3,18 мс, найкращій результат дорівнював 349 мс, а найгірший – 367 мс.

Таблиця 3.2 – Час простої зорової сенсомоторної реакції обстежених осіб

Група	Час ПЗМР, с			Дисперсія	Коефіцієнт варіації, %
	min	max	M ± SD		
Загальна	310	367	345,1 ±17,24	297,2	5,0%
Чоловіки	310	353	330,6 ± 11,73	137,5	3,5%
Жінки	349	367	360,9± 3,18 ***	24,5 **	0,88%

Примітка: ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно із чоловіками

Таким чином за отриманими результатами можна зробити висновок про те, що час простої зорової реакції у обстежених чоловіків у середньому є меншим на 8,4% або 30,3 мс. Порівняння середніх значень часу зорової сенсомоторної реакції чоловіків і жінок із використанням Т-критерію підтвердило статистичну достовірність визначеної різниці ($p < 0,001$). Також звертає на себе увагу той факт, що вибіркова дисперсія швидкості простої зорової реакції була достовірно менше, ніж у чоловіків ($p < 0,01$). Це може свідчити про те, що хоча швидкість реакції чоловіків на зоровий стимул є швидшою, але характеризується більшою варіативністю у окремих осіб, порівняно із жінками.

3.3 Показники простої слухової сенсомоторної реакції обстежених осіб

Наступне завдання нашої роботи полягало у дослідженні часу простої слухової сенсомоторної реакції. Було визначено, що у загальній групі середнє значення часу реакції на слуховий стимул становить 260,6 ± 6,22 мс, найкращій результат при цьому дорівнював 245 мс, а найгірший – 268 мс.

При розрахунку середніх значень цього показнику із урахуванням статі були отримані наступні результати: у чоловіків середнє значення часу простої слухової сенсомоторної реакції становило 257,6 ± 7,11 мс (мінімальний час реакції в групі становив 245 мс, а максимальний – 269 мс), а у жінок середнє значення часу реакції на зоровий стимул становило 263,7 ± 3,23 мс, найкращій результат дорівнював 258 мс, а найгірший – 268 мс.

Таблиця 3.3 – Час простої слухової сенсомоторної реакції обстежених осіб

Група	Час ПСМР, с			Дисперсія	Коефіцієнт варіації, %
	min	max	M ± DS		
Загальна	245	268	260,6± 6,22	38,7	2,4%
Чоловіки	245	269	257,6 ± 7,11	50,5	2,8%
Жінки	258	268	263,7 ± 3,23	10,8	1,2%

Підсумовуючи отримані результати зазначимо, що найкращій результат швидкості реакції на слуховий стимул був в групі чоловіків, а найгірший – у групі жінок. Отже, середнє значення часу простої слухової сенсомоторної реакції у жінок було на 2,4%, або 6,1 мс більше, ніж у чоловіків, і дана різниця виявилася недостовірною ($p = 0,05$).

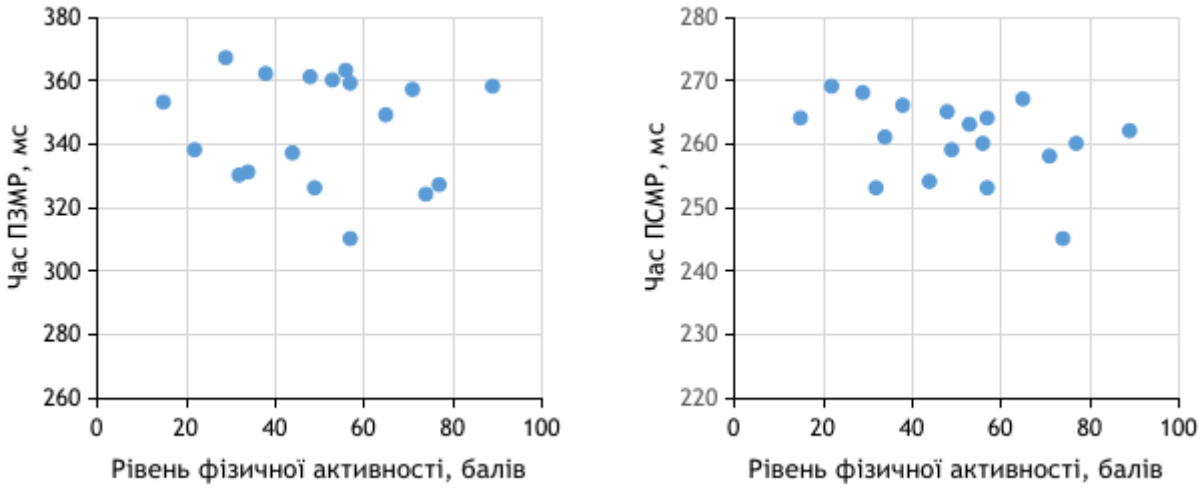
Отже, на відміну від зорової сенсомоторної реакції, швидкість слухової сенсомоторної реакції у чоловіків і жінок суттєво не відрізняється.

Також звертає на себе увагу той факт, що час простої слухової сенсомоторної реакції є меншим, ніж зорової. Це можна пояснити тим, що слуховий подразник досягає кори головного мозку у 2-4 рази швидше, ніж зоровий подразник [71]. Було експериментально доведено, що час простих сенсомоторних реакцій є меншим для слухових стимулів порівняно із зоровими, що обумовлено меншим часом, необхідним слуховому подразнику для досягнення моторної кори, а також меншим часом обробки подразника у слуховій корі [72].

3.4 Кореляційний аналіз рівня фізичної активності та простих сенсомоторних реакцій

Наступним завданням нашого дослідження була визначення наявності та оцінка сили кореляційного зв'язку між рівнем фізичної активності та сенсомоторними реакціями у чоловіків та жінок.

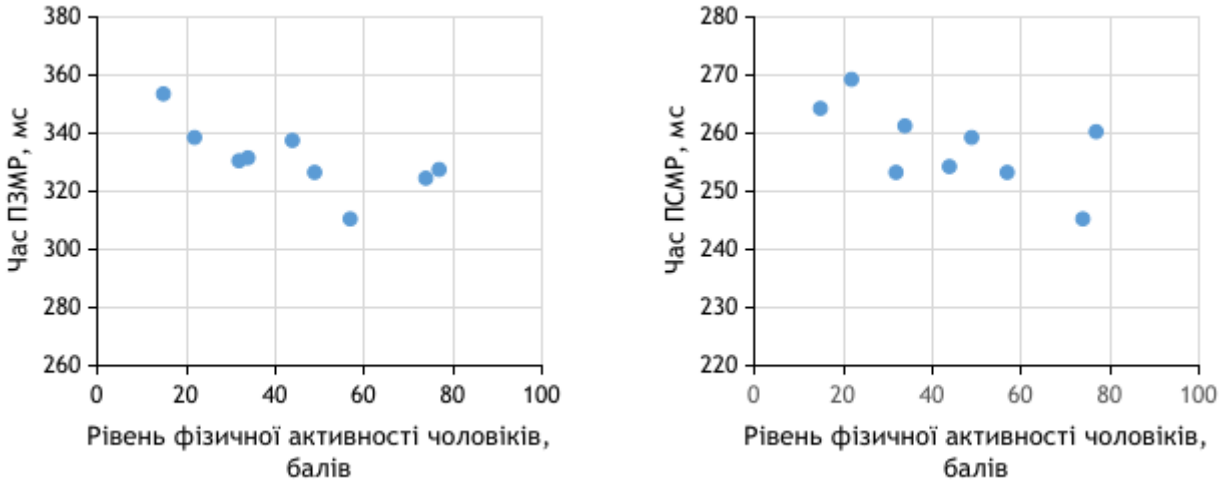
Кореляційний аналіз у загальній групі, проведений без урахування статі обстежених осіб, не виявив наявність будь-яких значимих кореляцій між рівнем фізичної активності та швидкістю сенсомоторних реакцій. Так, у загальній вибірці між фізичною активністю та часом простої зорової сенсомоторної реакції (рис. 3.1 А) кореляційний зв'язок був відсутній ($r = -0,066$), а між фізичною активністю та часом слухової сенсомоторної реакції (рис. 3.1 Б) слабкий негативний зв’язок і коефіцієнт кореляції становив $r = -0,345$.



А Б

Рисунок 3.2 – Залежність між рівнем фізичної активності та часом простої зорової (А) і слухової (Б) сенсомоторних реакцій у загальній вибірці обстежених осіб

Також кореляційний аналіз було проведено із урахуванням статі обстежених осіб. У чоловіків між рівнем фізичної активності та простою зоровою сенсомоторною реакцією (рис. 3.2 Б) був наявний помірний негативний кореляційний зв'язок (r = -0,698). Подібний результат був отриманий і при оцінці зв'язку між фізичною активністю та простою слуховою сенсомоторною реакцією (рис. 3.2 Б). Кореляційний зв'язок між цими двома змінними становив r = -0,623, тобто також спостерігалась помірна негативна кореляція.



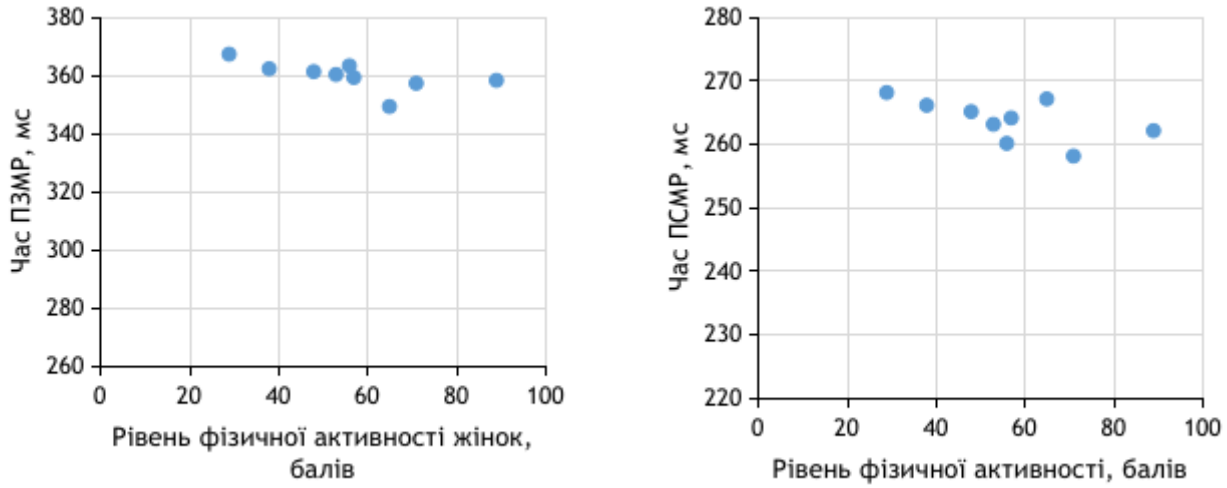
А Б

Рисунок 3.3 – Залежність між рівнем фізичної активності та часом простої зорової (А) і слухової (Б) сенсомоторних реакцій у обстежених чоловіків

У обстежених жінок спостерігалися подібні тенденції. Між рівнем фізичної активності та простою зоровою сенсомоторною реакцією (рис. 3.3 А) був виявлений помірний негативний кореляційний зв’язок (r = -0,629), а між рівнем фізичної активності та простою слуховою сенсомоторною реакцією (рис. 3.3 Б) – слабкий негативний кореляційний зв'язок (r = -0,596).

Отже, отримані результати дослідження демонструють, що чоловіки мають достовірно менший час простої зорової реакції, ніж жінки, але швидкість простої слухової сенсомоторної реакції не залежить від статі.

У загальній вибірці осіб суттєвої кореляції між часом простої зорової та слухової сенсомоторних реакцій не простежується. Однак у групах, сформованих за статевою приналежністю, визначений негативний кореляційний зв'язок між рівнем фізичної активності і часом сенсомоторних реакцій.



А Б

Рисунок 3.4 – Залежність між рівнем фізичної активності та часом простої зорової (А) і слухової (Б) сенсомоторних реакцій у обстежених жінок

Отримані результати можна пояснити, спираючись на дані інших дослідників. Відомо фізичні вправи збільшують кількість мітохондрій у м’язах, що піддаються тренувальному впливу, що призводить до більш повільного розвитку в них втоми [74]. Аеробні фізичні вправи також захищають центральну нервову систему від ушкоджень, спричинених активними формами кисню [75]. Вправи також посилюють кровообіг у мозку, що покращує його функціонування [75]. Це сприяє збільшенню у тканині мозку глюкози та кисню, а також нейромедіаторів (серотоніну, норадреналіну і дофаміну). Часті фізичні вправи призводять до покращення пам’яті, серцево-судинної діяльності та стійких когнітивних здібностей [77].

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Виконання кваліфікаційної роботи магістра було здійснено у дистанційному форматі, отже передбачало дотримання основних вимог з охорони праці, які забезпечують безпеку як виконавця, так і учасників дослідження під час дистанційної роботи. Оскільки дослідження проводились у віддаленому форматі з використанням технологій комп'ютерного випробовування, основна увага приділялась організації безпечних умов праці під час роботи з комп'ютерною технікою, а також підтриманню оптимального режиму праці та відпочинку.

При виконанні робіт, пов’язаних із використанням ПК можливий вплив на користувача ряду небезпечних та шкідливих факторів, до яких належать: висока напруга електричної мережі у разі живлення ПК від мережі; недостатня або надлишкова контрастність зображення на моніторі; нерівномірна яскравість зображення у полі зору; відблиски прямого світла з поверхні монітору; електричний статичний заряд; перенапруження зорового аналізатору та тривалі статичні навантаження [78].

Враховуючи вищезазначене, для забезпечення безпечного та комфортного виконання кваліфікаційної під час роботи з комп'ютером було організовано робоче місце відповідно до таких вимог:

– робочий стіл та стілець відповідали ергономічним вимогам, що забезпечувало правильну поставу під час роботи;

– монітор ПК розташовувався на відстані 50–70 см від очей та на рівні зорової лінії для зменшення навантаження на органи зору та м’язи шийного відділу хребта;

– освітлення робочої зони відповідало санітарно-гігієнічним нормативам, зокрема використовувалось природне або комбіноване освітлення з уникненням відблисків на екрані монітора [78].

Для запобігання можливості ураження електричним струмом при роботі із ПК суворо дотримувалась правил безпечного поводження з електрообладнанням, основними з яких при використанні ПК є наступні:

– при виявленні ознак пошкодження ізоляції проводів електричного живлення, виникненні запаху гару, або появі диму, будь-яких збоїв у роботі ПК необхідно негайно від’єднати його від електромережі та звернутися до фахівців;

– самостійне з'ясування та усунення причин несправності не кваліфікованими особами категорично заборонено;

– суворо заборонено приступати до виконання роботи до повного усунення виявлених несправностей;

– у разі раптового припинення електропостачання необхідно вимкнути ПК та обов’язково від’єднати кабель живлення від електричної мережі;

– заборонено самостійне визначення та усунення причини припинення електропостачання [79].

Для збереження здоров’я дотримувалась наступних вимог:

– режим роботи за комп'ютером передбачає не більше 50 хвилин роботи з наступною обов'язковою перервою, що триває від 10 до 15 хвилин.

– під час перерв необхідно виконувати вправи для зняття напруження зорових м’язів: переведення погляду на віддалені об’єкти, виконання кругових рухів очима тощо.

– також кожні 1–2 години потрібно виконувати легкі фізичні вправи для попередження статичного напруження м’язів спини, шиї та рук [80, 81].

Враховуючи воєнний стан в Україні суворо дотримувалась правил безпеки під час повітряної тривоги: при отриманні сповіщення про повітряну

тривогу я, та усі особи, залучені до обстеження у цей час, прямували до укриттів, у яких перебували до відбою повітряної тривоги [82].

Дотримання вищезазначених вимог з охорони праці та цивільного захисту забезпечило безпечне виконання кваліфікаційної роботи, мінімізувало ризики для здоров’я та сприяло ефективній організації дослідження.

ВИСНОВКИ

1. Середнє значення показнику рівня фізичної підготовки без урахування статі у обстежених осіб становив 50,6 ± 20,07 балів. У обстежених жінок рівень фізичної підготовленості був на 25,2% вище, ніж у чоловіків, однак визначена різниця виявилася недостовірною ($p = 0,243$). За рівнем фізичної активності жінки також характеризувалися дещо кращими показниками, однак порівняння співвідношення рівнів фізичної активності у чоловіків та жінок Фішера не дозволило виявити достовірні відмінності між досліджуваними групами ($p = 0,988$).

2. Середнє значення часу простої зорової сенсомоторної реакції у загальній вибірці осіб становило 345,1 ± 17,24 мс. У чоловіків середнє значення даного показнику становило 330,6 ± 11,73 мс, а у жінок – 360,9 ± 3,18 мс. Таким чином час простої зорової реакції у обстежених чоловіків у середньому був достовірно меншим на 8,4% або 30,3 ніж у жінок ($p < 0,001$).

3. У загальній групі обстежених осіб середнє значення часу простої слухової сенсомоторної реакції становило 260,6 ± 6,22 мс. У чоловіків середнє значення часу простої слухової сенсомоторної реакції становило 257,6 ± 7,11 мс, а у жінок – 263,7 ± 3,23 мс, тобто було на 2,4%, або 6,1 мс більше, ніж у чоловіків, але дана різниця виявилася недостовірною ($p = 0,05$).

4. У загальній вибірці осіб між фізичною активністю та часом простої зорової сенсомоторної реакції кореляційний зв'язок був відсутній ($r = -0,066$), а між фізичною активністю та часом слухової сенсомоторної реакції – слабкий негативний зв’язок ($r = -0,345$). Із урахуванням статі обстежених осіб у чоловіків між рівнем фізичної активності та простою зоровою сенсомоторною реакцією був наявний помірний негативний кореляційний зв'язок ($r = -0,698$), а між фізичною активністю та простою слуховою

сенсомоторною реакцією також спостерігалась помірна негативна кореляція (r = -0,623). У жінок між рівнем фізичної активності та простою зоровою сенсомоторною реакцією був визначений помірний негативний кореляційний зв’язок (r = -0,629), а між рівнем фізичної активності та простою слуховою сенсомоторною реакцією – слабкий негативний кореляційний зв'язок (r = -0,596).

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Отримані результати дослідження мають важливе практичне значення, оскільки демонструють значення регулярної фізичної активності вище середнього рівня для забезпечення високої швидкості реакції на зорові та слухові подразники, що має значення у багатьох сферах діяльності людини.

Результати роботи можуть бути використані при викладанні курсів навчальних дисциплін “Психофізіологія”, “Фізіологія вищої нервової діяльності”, “Безпека життєдіяльності”.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mali B.Y. Comparative study of visual and auditory reaction time in healthy adults. *MedPulse International. Journal of Physiology*. 2019. Vol. 11, № 1. P. 8-10.

2. Auditory Noise Facilitates Lower Visual Reaction Times in Humans / A. Pérez-Pacheco et al. *Biology (Basel).* 2024. Vol. 13, № 8. P. 631. https://doi.org/10.3390/biology13080631

3. Welford AT. Reaction Times. New York: Academic Press, 1980. 380 p.

4. Marieb E.N. Human Anatomy and Physiology Laboratory Manual. San Francisco: Benjamin Cummings, 2003. 180 p.

5. Donders F.C. On the speed of mental processes. *Acta Psychologica*. 1969. № 30. P. 412–431. URL: https://doi.org/10.1016/0001-6918(69)90065-1

6. Hetherington C.R., Stuss D.T., Finlayson M.A. Reaction time and variability 5 and 10 years after traumatic brain injury. Brain Injury. 1996. Vol. 10, № 7. P. 473–486. URL: https://doi.org/10.1080/026990596124197

7. Effects of age, step direction, and reaction condition on the ability to step quickly / C.W. Luchies et al. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2002. Vol. 57, № 4. P. M246–249. URL: https://doi.org/10.1093/gerona/57.4.m246

8. Gender differences in choice reaction time: evidence for differential strategies / J.J. Adam et al. 1999. *Ergonomics*. Vol. 42, № 2. P. 327–335. URL: https://doi.org/10.1080/001401399185685

9. VaezMousavi S.M., Barry R.J., Clarke A.R. Individual differences in task-related activation and performance. *Physiology & Behavior*. 2009. Vol. 98, № 3. P. 326–330. URL: https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2009.06.007

10. Parallels in control of voluntary and perturbation-evoked reach-to-grasp movements: EMG and kinematics / Gage W.H., Zabjek K.F., Hill S.W., McIlroy W.E. *Experimental Brain Research*. 2007. Vol. 181, № 4. P. 627–637. URL: https://doi.org/10.1007/s00221-007-0959-3

11. Pins D., Bonnet C. On the relation between stimulus intensity and processing time: Piéron's law and choice reaction time. *Perception & psychophysics*. 1996. Vol. 58. P. 390–400. https://doi.org/10.3758/BF03206815

12. Does the movement matter? Determinants of the latency of temporally urgent motor reactions / B. Lakhani et al. *Brain Research*. 2011. Vol. 1416. P. 35–43. URL: https://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.08.013

13. Simple and choice reaction time in Parkinson's disease / Kutukcu Y., Marks W.J., Goodin D.S., Aminoff M.J. Brain Research. 1999. Vol. 815. P. 367–372. URL: https://doi.org/10.1016/s0006-8993(98)01060-9

14. Brebner J.T. Reaction time in personality theory. In A. T. Welford (Ed.), Reaction Times. New York: Academic Press, 1980. P. 309-320.

15. Klapp S.T. Comments on the classic Henry and Rogers (1960) paper on its 50th anniversary: resolving the issue of simple versus choice reaction time. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2010. Vol. 81, № 1. P. 108-113. URL: https://doi.org/10.1080/02701367.2010.10599654

16. Sanders A.F. Elements of Human Performance: Reaction Processes and Attention in Human Skill. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1998. 575 p.

17. Der G., Deary I.J. Age and sex differences in reaction time in adulthood: Results from the United Kingdom health and lifestyle survey. *Psychology and Aging*. 2006. Vol. 21, № 1. P. 62-73. URL: https://doi.org/ 10.1037/0882-7974.21.1.62

18. Reaction times and performance variability in normal aging, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease / E. Gorus et al. *Journal of*

Geriatric Psychiatry and Neurology. 2008. Vol. 21, № 3. P. 204-219. URL: https://doi.org/10.1177/0891988708320973

19. Increased response-time variability is associated with reduced inferior parietal activation during episodic recognition in aging / S.W.S. MacDonald et al. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2008. Vol. 20, № 5. P. URL: https://doi.org/779-787. 10.1162/jocn.2008.20502

20. Botwinick J. 1966. Cautiousness in advanced age. Journal of *Gerontology*. Vol. 21, № 3. P. 347-353. URL: https://doi.org/10.1093/geronj/21.3.347

21. Botwinick J., Thompson L.W. Components of reaction time in relation to age and sex. *Journal of Genetic Psychology*. 1966. Vol. 108. P. 175-183. URL: https://doi.org/10.1080/00221325.1966.10532776

22. Barral J., Debu B. Aiming in adults: Sex and laterality effects. *Laterality*. 2004. Vol. 9, № 3. P. 299-312. URL: https://doi.org/10.1080/13576500342000158

23. Jevas S., Yan J.H. The effect of aging on cognitive function: a preliminary quantitative review. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2001. Vol. 72. P. A49.

24. Barthelemy S., Boulinguez P. Manual reaction time asymmetries in human subjects: the role of movement planning and attention. *Neuroscience Letters*. 2001. Vol. 315, № 1. P. 41-44. URL: https://doi.org/10.1016/s0304-3940(01)02313-8

25. Dane S., Erzurumluoglu A. Sex and handedness differences in eye-hand visual reaction times in handball players. *International Journal of Neuroscience*. 2003. Vol. 113, № 7. P. 923-929. URL: https://doi.org/10.1080/00207450390220367

26. Peters M., Ivanoff J. Performance asymmetries in computer mouse control of righthanders, and left handers with left- and right-handed mouse

experience. *Journal of Motor Behavior*. 1999. Vol. 31, № 1. P. 86-94. URL: https://doi.org/10.1080/00222899909601894

27. Alves N.T., Aznar-Casanova J.A., Fukusima S.S. Patterns of brain asymmetry in the perception of positive and negative facial expressions. *Laterality*. 2009. Vol. 14, № 3. P. 256-272. URL: https://doi.org/10.1080/13576500802362927

28. Koehn J.D., Dickenson J., Goodman D. Cognitive demands of error processing. *Psychological Reports*. 2008. Vol. 102, № 2. P. 532-539. URL: https://doi.org/10.2466/pr0.102.2.532-538

29. Ando S., Kida N., Oda S. Retention of practice effects on simple reaction time for peripheral and central visual fields. *Perceptual and Motor Skills*. 2004. Vol. 98, № 3. P. 897-900. URL: https://doi.org/10.2466/pms.98.3.897-900

30. Attention in athletes of high and low experience enganged in different open skill sports / G. Fontani et al. *Perceptual and Motor Skills*. 2006. Vol. 102, № 3. P. 791-816. URL: https://doi.org/10.2466/pms.102.3.791-805

31. Age, performance, and sleep deprivation / P. Philip et al. J*ournal of Sleep Research*. 2004. Vol. 13, № 2. P. 105-110. URL: https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2004.00399.x

32. van den Berg J., Neely G. Performance on a simple reaction time task while sleep deprived. *Perceptual and Motor Skills*. 2006. Vol. 102, № 2. P. 589-599. URL: https://doi.org/10.2466/pms.102.2.589-599

33. CNS arousal and neurobehavioral performance in a short-term sleep restriction paradigm / K.A. Cote et al. Journal of Sleep Research. 2009. Vol. 18, № 3. P. 291-303. URL: https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2008.00733.x

34. Graybiel A.M. The basal ganglia and chunking of action repertoires. *Neurobiology of Learning and Memory*. 1998. Vol. 70, № 1-2. P. 119-136. URL: https://doi.org/10.1006/nlme.1998.3843

35. Jin X., Costa R.M. Shaping action sequences in basal ganglia circuits. *Current Opinion in Neurobiology*. 2015. Vol. 33. P. 188-196. URL: https://doi.org/10.1016/ j.conb.2015.06.011

36. Jin X., Costa R. M. Start/stop signals emerge in nigrostriatal circuits during sequence learning. *Nature*. 2010. Vol. 466, № 7305. P. 457-462. URL: https://doi.org/10.1038/nature09263

37. Cell-Type-Specific Sensorimotor Processing in Striatal Projection Neurons during Goal-Directed Behavior / Sippy T., Lapray D., Crochet S., Petersen C.C. *Neuron*. 2015. Vol. 88, № 2. P. 298–305. URL: https://doi.org/ 10.1016/j.neuron.2015.08.039

38. Shepherd G.M. (). Corticostriatal connectivity and its role in disease. *Nature Reviews Neuroscience*. 2013. Vol. 14, № 4. P. 278-291. URL: https://doi.org/10.1038/nrn3469

39. DeLong M.R. Primate models of movement disorders of basal ganglia origin. *Trends in Neurosciences*. 1990. Vol. 13, № 7. P. 281-285. URL: https://doi.org/10.1016/0166-2236(90)90110-v

40. Sahin Z., Faruk Kalkan Ö., Kutlu S. An example of a misnomer in medicine: Choice of the term basal ganglia for the basal nuclei. *Annals of Medical Research*. 2020. Vol. 27, № 5. P. 1523–1527. URL: https://doi.org/10.5455/annalsmedres.2019.12.863

41. A fronto-striato-subthalamic-pallidal network for goal-directed and habitual inhibition / Jahanshahi M., Obeso I., Rothwell J.C., Obeso J.A. *Nature Reviews Neuroscience*. 2015. Vol. 16, № 12. P. 719-732. URL: https://doi.org/10.1038/nrn4038

42. Geddes C.E., Li H., Jin X. Optogenetic Editing Reveals the Hierarchical Organization of Learned Action Sequences. *Cell*. 2018. Vol. 174, № 1. P. 32-43. URL: https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.06.012

43. Motor sequence chunking is impaired by basal ganglia stroke / L.A. Boyd et al. *Neurobiology of Learning and Memory*. 2009. Vol. 92, № 1. P. 35-44. URL: https://doi.org/10.1016/j.nlm.2009.02.009

44. Jin X., Tecuapetla F., Costa R.M. Basal ganglia subcircuits distinctively encode the parsing and concatenation of action sequences. *Nature Neuroscience*. 2014. Vol. 17, № 3. P. 423-430. URL: https://doi.org/ 10.1038/nn.3632

45. Bianco V., Borgatti R., Berchicci M. Behavioral and Neural Mechanisms Underlying Sensory-Motor Integration. *Brain sciences.* 2024. Vol. 14, № 8. P. 812. URL: https://doi.org/10.3390/brainsci14080812

46. Schwartz A.B. Movement: How the Brain Communicates with the World. *Cell*. 2016. Vol. 164, № 6. P. 1122–1135. URL: https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.02.038

47. Shemmell J., Krutky M.A., Perreault E.J. Stretch sensitive reflexes as an adaptive mechanism for maintaining limb stability. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 2010. Vol. 121, № 10. P. 1680–1689. URL: https://doi.org/10.1016/j.clinph.2010.02.166

48. Sadnicka A., Hamada M. Plasticity and dystonia: a hypothesis shrouded in variability. *Experimental brain research*. 2020. Vol. 238, № 7-8. P. 1611–1617. URL: https://doi.org/10.1007/s00221-020-05773-3

49. Short latency inhibition of human hand motor cortex by somatosensory input from the hand / H. Tokimura et al. *The Journal of physiology*. 2000. Vol. 523, №2. P. 503–513. URL: https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01 -1-00503.x

50. Mirdamadi J.L., Block H.J. Somatosensory changes associated with motor skill learning. *Journal of Neurophysiology*. 2020. Vol. 123, №3. P. 1052–1062. URL: https://doi.org/10.1152/jn.00497.2019

51. DeLong M.R., Wichmann, T. Circuits and circuit disorders of the basal ganglia. *Archives of Neurology*. 2007. Vol. 64, № 4. P. 20–24. URL: https://doi.org/10.1001/archneur.64.1.20.

52. Spatiotemporal firing patterns in the cerebellum / C.I. De Zeeuw et al.. *Nature Reviews Neuroscience*. 2011. Vol, 12, № 6. P. 327–344. URL: https://doi.org/10.1038/nrn3011

53. Coordinated cerebellar climbing fiber activity signals learned sensorimotor predictions / W. Heffley et al. *Nature Neuroscience*. 2018. Vol. 21, № 10. P. 1431–1441. URL: https://doi.org/10.1038/s41593-018-0228-8

54. Osseward P.J., Pfaff S.L. Cell type and circuit modules in the spinal cord. *Current Opinion in Neurobiology*. 2019. Vol. 56. P. 175–184. URL: https://doi.org/10.1016/j.conb.2019.03.003

55. Patel N., Jankovic J., Hallett M. Sensory aspects of movement disorders. *The Lancet. Neurology*. 2014. Vol. 13, № 1. P. 100–112. URL: https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70213-8

56. Evolving concepts on bradykinesia / M. Bologna et al. *Brain*. 2020. Vol. 143, № 3. P. 727–750. URL: https://doi.org/10.1093/brain/awz344

57. Martin-Rodriguez J.F., Mir P. Short-afferent inhibition and cognitive impairment in Parkinson's disease: A quantitative review and challenges. *Neuroscience Letters*. 2020. Vol. 719. P. 133679. URL: https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.06.048

58. Schnitzler A., Gross J. Normal and pathological oscillatory communication in the brain. *Nature Reviews. Neuroscience*. 2005, Vol. 6, № 4. P. 285–296. URL: https://doi.org/10.1038/nrn1650

59. Kaji R., Bhatia K., Graybiel A.M. Pathogenesis of dystonia: is it of cerebellar or basal ganglia origin? *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 2018. Vol. 89, № 5. P. 488–492. URL: https://doi.org/10.1136/jnnp-2017-316250

60. Red light - Green light. Reaction Time Test. URL: https://faculty.washington.edu/chudler/java/redgreen.html (дата звернення: 10.07.2024).

61. Reaction Speed to Sound. URL: https://playback.fm/audio-reaction-time/google_vignette (дата звернення: 14.07.2024).

62. (2014). The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+) and electronic Physical Activity Readiness Medical Examination (ePARmed- X+) / Warburton D., Jamnik V., Bredin S., Gledhill N. Health & Fitness Journal of Canada. Vol. 4, № 2. P. 3-17. URL: https://doi.org/10.14288/hfjc.v4i2.103

63. International Physical Activity Questionnaire: 12-country reliability and validity / C.L. Craig et al. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 2003. Vol. 35, № 8. P. 1381–1395. URL: https://doi.org/10.1249/01.mss.0000078924.61453.fb

64. Leuciuc F. Perception on Physical Education among Students. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*. 2018. Vol. 10, № 2. P. 134-143. URL: https://doi.org/10.18662/rrem/51

65. Millar N. Biology Statistics Made Using Excel. *School Science Review*. 2001. Vol. 83, № 303. P. 23-34.

66. Basic statistics with Microsoft Excel: a review / Divisi D., Di Leonardo G., Zaccagna G., Crisci R. *Journal of Thoracic Disease*. 2017. Vol. 9, № 6. P. 1734–1740. URL: https://doi.org/10.21037/jtd.2017.05.81

67. Craft B.B., Carroll H.A., Lustyk M.K. Gender Differences in Exercise Habits and Quality of Life Reports: Assessing the Moderating Effects of Reasons for Exercise. *International journal of liberal arts and social science*. 2014. Vol. 2, № 5. P. 65–76.

68. Wadoo O.K., Sayeed S.I., Rouf M. Effect of gender and physical activity on visual and auditory reaction time in young adults. *International Journal*

of Medical Science and Current Research. 2019. Vol. 2, № 2, P. 462-467.

69. Karia M.R. Effect of gender difference on visual reaction time : a study on medical students of Bhavnagar region. *IOSR Journal of Pharmacy*. 2012. Vol. 2, № 3. P.452-454. URL: http://dx.doi.org/10.9790/3013-0230452454

70. Nikam L.H., Gadkari J.V. Effect of age, gender and body mass index on visual and auditory reaction times in Indian population. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*. 2012. Vol. 56, № 1. P. 94–99.

71. A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students / Jain A., Bansal R., Kumar, A. Singh K.D. *International Journal Of Applied & Basic Medical Research.* 2015. Vol. 5, № 2. P. 124–127. URL: https://doi.org/ 10.4103/2229-516X.157168

72. Shelton J., Kumar G.P. Comparison between auditory and visual simple reaction times. *Neuroscience & Medicine.* 2010. № 1. P. 30-32.

73. Chan Y.H. Biostatistics 104: correlational analysis. *Singapore Medical Journal*. 2003. Vol. 44, № 12. P. 614–619.

74. Resistance Exercise Training Alters Mitochondrial Function in Human Skeletal Muscle / C. Porter et al. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. 2015. Vol. 47, № 9. P. 1922–1931. URL: https://doi.org/10.1249/ MSS.0000000000000605

75. Radak Z., Kaneko T., Tahara S. Regular exercise improves cognitive function and decreases oxidative damage in rat brain. *Neurochemistry international.* 2001. Vol. 38, № 1. P. 17-23. URL: https://doi.org/10.1016/ s0197-0186(00)00063-2

76. McAuley E., Kramer A.F., Colcombe S.J. Cardiovascular fitness and neurocognitive function in older adults: A brief review. *Brain, Behavior, and*

Immunity. 2004. Vol. 18, № 3. P. 214-220. URL: https://doi.org/10.1016/j.bbi.2003.12.007

77. Potter D., Keeling D. Effects of moderate exercise and circadian rhythm on human memory. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2005. Vol. 27, № 1. P. 117-125. URL: https://doi.org/10.1123/jsep.27.1.117

78. Робота в офісі: основні санітарно-гігієнічні вимоги – Управління інспекційної діяльності у Тернопільській області Південно-Західного міжрегіонального управління Державної служби з питань праці. URL: https://te.dsp.gov.ua/robota-v-ofisi-osnovni-sanitarno-gigiyenichni-vymogy/ (дата звернення: 28.11.2024).

79. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин : Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду № 65 від 26.03.2010 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0293-10№Text (дата звернення: 28.11.2024).

80. Вечірній комплекс вправ для тих, хто працює за комп'ютером - Wellness. Wellness. URL: https://wellness.in.ua/2023/12/27/вечірній-комплекс-вправ-для-тих-хто-пр/ (дата звернення: 30.11.2024).

81. Комплекс вправ для рук. Довідник спеціаліста з охорони праці. URL: https://pro-op.com.ua/question/208-kompleks-vprav-dlya-ruk-pri-robot-na-pk (дата звернення: 30.11.2024).

82. Кодекс цивільного захисту України : Кодекс України від 02.10.2012 № 5403-VI : станом на 15 листоп. 2024 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17№Text (дата звернення: 28.11.2024).