

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ім. М. І. ПИРОГОВА
МОЗ України

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

Тищенко Ігор Віталійович

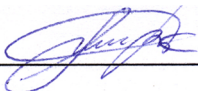
УДК 612.766:612.01+612.661

ДИСЕРТАЦІЯ
ВІКОВІ ТА СТАТЕВІ ОСОБЛИВОСТІ ПАТЕРНУ ХОДЬБИ ЛЮДИНИ В
УМОВАХ РІЗНИХ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПАРАДИГМ

14.03.03 – нормальна фізіологія

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело


_____ І. В. Тищенко

Науковий керівник: Йолтухівський Михайло Володимирович,
доктор медичних наук, професор

Вінниця – 2017

АНОТАЦІЯ

Тищенко І.В. Вікові та статеві особливості патерну ходьби людини в умовах різних фізіологічних парадигм. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.03.03 «Нормальна фізіологія». – Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова МОЗ України, Вінниця, 2017.

У даному дослідженні за допомогою сучасного комп'ютеризованого обладнання в практично здорових людей встановлено просторово-часові параметри ходьби в довільному темпі та ходьби з додатковими завданнями (моторне й когнітивне). Вперше діапазон дослідження охопив декілька вікових (підліткова, юнацька та середнього віку) та статевих груп, з подальшим міжвіковим і гендерним порівнянням отриманих параметрів.

Дослідження параметрів ходьби проводили за допомогою автоматизованої системи GAITRite®, виробництва США (CIR Systems Inc., Clifton, NJ). Ця система включає в себе полімерну тест-доріжку довжиною 4,2 та шириною 1,5 метра, в яку вбудовано більше 22000 сенсорних елементів, що реагують на тиск. При проході доріжкою за будь-яких умов дослідження система безперервно сканує сенсорну матрицю з метою отримання сигналів тиску в окремих точках відбитків стоп об'єкту, що рухається. Дані від сенсорів, які було активовано, скануються з частотою 80 с^{-1} та передаються на комп'ютер для подальшої обробки та зберігання. Програмне забезпечення (GAITRite® Gold Software), що постачається в комплекті з системою GAITRite®, дає можливість у реальному часі отримувати графічне зображення відбитків стоп на площині з вимірюванням сили тиску кожній точці стопи, а також інтегральні просторові та часові параметри ходьби обстежуваного.

Визначали наступні параметри ходьби: швидкість, кількість кроків при проході доріжкою, кількість кроків за хвилину, довжину кроку, довжину подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини ноги, ширину бази опори, кут розвороту стопи, тривалість кроку, тривалість крокового ци-

клу, тривалість переносу ноги, тривалість опори, тривалість одиночної опори, тривалість опори на обидві ноги, темп ходьби, час проходу, інтегральний показник загальної якості ходьби – Functional Ambulation Performance Score (FAP).

Просторово-часові параметри ходьби досліджуваних оцінювали в межах двох фізіологічних парадигм: звичайної ходьби з довільною індивідуально зручною швидкістю (звичайна ходьба) та ходьби з додатковими (когнітивним та моторним) завданнями. У якості когнітивного було обране послідовне (без повторень) проговорення назв будь-яких відомих досліджуваним тварин. У якості моторного – утримання перед собою обома руками «пристрою для оцінки здатності стабілізувати положення рук». Пристрій складається з дерев'яної основи з двома металевими перекладинами, на яких вільно розташовується пластмасова куля.

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням дисперсійного аналізу та методів непараметричної статистики – визначення критерію Ньюмана-Кеулса для незалежних вибірок та критерію Уїлкоксона для пов'язаних вибірок.

У дисертаційній роботі дано теоретичне узагальнення та вирішення науково-практичної задачі щодо визначення просторово-часових параметрів звичайної ходьби в практично здорових осіб розподілених за гендерними та віковими групами та аналізу змін паттерну ходьби при виконанні моторного й когнітивного завдань.

Встановлено достовірні відмінності більшості просторових показників при гендерному порівнянні даних ходьби в довільному темпі. При гендерному порівнянні показників довільної ходьби виявлено, що в чоловіків у порівнянні з жінками більші довжина кроку та подвійного кроку, ширина бази опори та кути розвороту стоп з обох сторін. Встановлено, що при ходьбі в довільному темпі в старших вікових групах для збереження стабільності ходьби та підтримки рівноваги, формуються триваліші час опори й коротші кроки. При цьому співвідношення довжини кроку до довжини ноги зліва в

жінок середнього віку менше, ніж у жінок підліткового віку, час опори на обидві стопи зліва й справа в жінок середнього віку триває довше, ніж у жінок підліткового віку, час опори на обидві стопи зліва й справа в жінок середнього віку довший, ніж у жінок юнацького віку, час опори на одну стопу справа в жінок середнього віку довший, ніж у жінок юнацького віку.

Виконання додаткового моторного завдання призводить до зменшення основних просторових показників ходьби – довжини кроку, подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини ноги. Наслідком таких змін є зменшення швидкості ходьби та подовження загального часу проходу.

При гендерному порівнянні параметрів ходьби з виконанням додаткового моторного завдання встановлено, що в групах підліткового віку в жінок менші ніж у чоловіків довжина кроку, довжина подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки та кути розвороту стоп. Крім цього, в жінок юнацького віку менша ніж у чоловіків аналогічної вікової групи довжина кроку, довжина подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки, ширина бази опори та кути розвороту стоп.

При виконанні додаткового когнітивного завдання, в порівнянні з довільною ходьбою, в усіх досліджуваних групах змінюється більшість часових параметрів ходьби – подовжується час кроку й крокового циклу, час опори та одиночної опори, час переносу, зменшується швидкість та темп ходьби, подовжується загальний час проходу. Гендерні відмінності параметрів ходьби з виконанням додаткового когнітивного завдання мали схожі напрямки в усіх досліджуваних вікових групах, а саме – у чоловіків довші довжина кроку та подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки, ширина бази опори, більші кути розвороту стоп.

Виконання додаткового моторного завдання призводило до змін більшості просторових показників ходьби, але практично не змінювало часових показників. Реалізація додаткового когнітивного завдання зумовлювала зміни більшості часових показників ходьби й практично не впливала на просторові

показники. Природа модуляції параметрів ходьби при різних фізіологічних парадигмах є специфічною і здійснюється різними центральними механізмами.

Ширина бази опори є найстабільнішим параметром ходьби, який не змінювало виконання додаткових моторних та когнітивних завдань, що підтверджує важливість даного параметра у підтриманні рівноваги та стабільності ходьби, перш за все в попередженні бокового падіння.

Інтегральний показник якості ходьби (FAP) під час виконання додаткових завдань вірогідно знижується, порівняно з таким при звичайній ходьбі в усіх досліджуваних групах, що свідчить про зниження рівня підтримки рівноваги та стабільності тіла під час руху й збільшення ризику падінь.

Результати роботи впроваджені у навчальний та науковий процеси на кафедрах нормальної фізіології та нервових хвороб Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова, на кафедрах нормальної фізіології Одеського національного медичного університету, Тернопільського державного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського.

Ключові слова: просторові та часові параметри ходьби, різні вікові групи, різні гендерні групи, довільна ходьба, ходьба з додатковим когнітивним завданням, ходьба з додатковим моторним завданням.

ANNOTATION

Tyshchenko I.V. Age and gender gait pattern features under various physiological paradigms. – Qualifying scientific work on the manuscript rights.

Dissertation for a candidate's degree by specialty 14.03.03 "Normal physiology". – National Pirogov Memorial Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Vinnytsya, 2017.

In this study, using modern computerized equipment, installed and detailed spatial and temporal parameters of gait in a healthy person's walking in random pace and walking with additional tasks (cognitive and motor). For the first time a range of research covered several age groups (adolescence, youth and middle age) and gender groups, followed interage and interpersonal comparison of the parameters.

Study parameters walk was performed using a highly automated system GAITRite®, made in USA (CIR Systems Inc., Clifton, NJ). This system is a polymer path length of 4,2 meters, width of 1,5 meters, which built 22 thousand sensor elements that respond to pressure. When passing track in all conditions research system continuously scans the sensor matrix to obtain pressure signals in some locations foot prints object that moves.

Data from the sensors are initiated scanned with a frequency of 80 Hz and transmitted to a computer for further processing and storage. Software (GAITRite® Gold Software), supplied with the system GAITRite®, makes it possible to obtain real-time graphical representation foot prints on the plane with the measurement of pressure forces every point of the foot, as well as integrated spatial and temporal parameters of gait inspected.

We determined the following gait parameters: velocity, step count when passing track, steps per minute, step length, stride length, step/extremity ratio, the width of the base of support, toe in / toe out, step time, gait cycle, swing time, single support time, double support time, cadence, ambulation time, integral index – Functional Ambulation Performance Score (FAP).

Spatio-temporal parameters of gait evaluated within two physiological paradigms normal gait with any individual user-speed (normal gait), gait with additional (cognitive and motor) tasks. As was chosen cognitive successive without repetitions naming aloud any known animals studied. In a motor – keeping both hands in front a "device for assessing the ability to stabilize the position of the hands." The device consists of a wooden base with two metal beams in which freely placed plastic ball.

Statistical analysis of the data was performed using ANOVA and the methods of nonparametric statistics: definition Newman-Keuls criterion for independent samples, Uilkokson criterion for related samples.

The dissertation given theoretical generalization and solve scientific and practical task to determining the spatio-temporal parameters of normal gait in healthy individuals distributed by gender and age group and gait pattern analysis of changes in the performance of motor and cognitive tasks.

The presence of significant differences in the performance most intergender spatial data of gait in random tempo. At the interpersonal comparison of random gait found that in men compared to women greater step length and stride length, width base of support and toe in/toe out on both sides.

Found that walking in random motion in older age groups to preserve stability and maintain equilibrium distance, forming a longer and shorter support steps. Thus, the ratio of the step length to the length of the left leg in middle-aged women less than women adolescence; time support for both left and right foot in middle-aged women taking longer than women adolescence; time support for both left and right foot in middle-aged women longer than women youth; a single support time foot right in middle-aged women longer than women youth.

Performing additional motor tasks leads to a reduction of basic spatial parameters of gait – step length, stride length, step/extremity ratio. The consequence of these changes is to reduce the speed and distance extension of the time passage.

At the interpersonal comparison parameters of gait with the implementation of additional motor task set, in adolescents groups of women less than men step

length, stride length, step/extremity ratio and toe in/toe out. Beside this, youth groups of women less than men step length, stride length, step/extremity ratio, width base support and toe in/toe out.

When performing an additional cognitive tasks compared with random gait in all study groups extended time step and a step cycle, a single support time and stance time, swing time, reduces the velocity and cadence, extended an ambulation time. Gender differences of gait parameters with the implementation of additional cognitive tasks were similar trends in all age groups studied – men have a longer step length and stride length, step/extremity ratio, the width of the base of support, larger and toe in / toe out.

Additional motor task changed most spatial parameters of gait and practically did not change the timing parameters, but additional cognitive task performance changed most of the time gait parameters and practically did not change the spatial parameters. The nature of the modulation of walking parameters in various physiological paradigms is specific and is carried out by various central mechanisms.

The width of the base of support is the most stable option of gait, which is not changed by motor and cognitive tasks, confirming its importance in maintaining balance and stability of gait, especially in the prevention of side fall.

The decrease in Functional Ambulation Performance Score (FAP) while performing additional tasks compared to those of normal gait in all study groups, indicating that the decline in support balance and reduce the stability of the body during movement and increased risk of falls.

The results introduced in educational and research at the Department of Normal Physiology and Nervous Diseases National Pirogov Memorial Medical University, Vinnitsya; the Department of Normal Physiology Odessa National Medical University; the Department of Normal Physiology Ternopil State Horbachevsky Memorial Medical University.

Keywords: spatial and temporal parameters of gait, different ages, different genders, random gait, gait with an additional cognitive task, gait with an additional motor task.

Список публікацій здобувача

1. Просторово-часові параметри ходьби у чоловіків підліткового та юного віку / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко, О.В. Богомаз, Г. С. Московко // Вісник Вінницького національного медичного університету. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 6–11.

2. Просторово-часові параметри ходьби у жінок підліткового, юного та середнього віку / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко, О.В. Богомаз, Г. С. Московко // Вісник морфології. – 2015. – Т. 21, № 1. – С. 184–189.

3. Тищенко І. В. Організація просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням додаткового моторного завдання у чоловіків підліткового та юного віку / І. В. Тищенко // Вісник морфології. – 2015. – Т. 21, № 2. – С. 410–414.

4. Організація просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням додаткового когнітивного завдання у жінок підліткового, юного та середнього віку / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко, О.В. Богомаз, Г. С. Московко // Biomedical and biosocial anthropology. – 2015. – № 24. – С. 6–10.

5. Тищенко І. В. Сучасні уявлення про когнітивну складову формування патерну ходьби людини / І. В. Тищенко, І. М. Кириченко // Вісник морфології. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 202–205.

6. Вплив додаткового когнітивного навантаження на просторово-часові параметри ходьби у жінок різних вікових груп / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко, О. В. Богомаз, Г. С. Московко, С. О. Кривов'яз // Нейрофізіологія. – 2016. – Т. 48, № 2. – С. 162–166.

7. Відмінності просторово-часової організації ходи з одночасним виконанням моторного завдання у жінок підліткового, юного і середнього віку /

І. В. Тищенко, В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, Г. С. Московко // Матеріали ІІІ міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, 17-18 квітня 2012 р. : зб. наук. статей. – Вінниця, 2012. – С. 105.

8. Аналіз просторово-часової організації ходи з одночасним виконанням когнітивного завдання у чоловіків підліткового та юнацького віку / І. В. Тищенко, О. В. Богомаз, Т. О. Величко, Л. П. Дем'яненко // Матеріали ІV міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, 17-18 травня 2013 р. – Вінниця, 2013. – С. 109.

9. Стабільність і мінливість просторово-часових параметрів ходьби людини / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, Г. С. Московко, О. В. Богомаз, Т. О. Величко // Фізіологічний журнал. Додаток. – 2014. – Т. 60, № 3. – С. 156–157.

10. Порівняння просторово-часової організації ходьби з когнітивним навантаженням в осіб підліткового та юнацького віку / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко, О. В. Богомаз // VI Конгрес Українського товариства нейронаук : матеріали конгресу, 4-8 червня 2014 р. – Київ, 2014. – С. 92–93.

ЗМІСТ

	стор.
АНОТАЦІЯ	2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	13
ВСТУП	14
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	22
1.1. Загальні принципи управління рухами людини	22
1.2. Нейрофізіологічний механізм управління локомоціями	23
1.3. Роль когнітивної складової в управлінні локомоціями	29
1.4. Сучасні методи дослідження ходьби	32
1.5. Обґрунтування обраного напрямку досліджень	34
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	35
2.1. Загальна характеристика груп досліджуваних	35
2.2. Методика вивчення параметрів ходьби	36
2.3. Умови дослідження ходьби	43
2.4. Антропометричне обстеження досліджуваних	45
2.5. Статистична обробка даних	46
РОЗДІЛ 3 ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ПАРАМЕТРИ ЗВИЧАЙНОЇ ХОДЬБИ В ЧОЛОВІКІВ ТА ЖІНОК РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП	47
3.1. Просторово-часові параметри звичайної ходьби в чоловічих групах	47
3.2. Просторово-часові параметри звичайної ходьби в жіночих групах	49
3.3. Відмінності просторово-часових параметрів звичайної ходьби при порівнянні різних вікових та статевих груп	52
РОЗДІЛ 4 ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ПАРАМЕТРИ ХОДЬБИ В ЧОЛОВІКІВ ТА ЖІНОК РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП ПРИ	

ВИКОНАННІ ДОДАТКОВИХ ЗАВДАНЬ	58
4.1. Просторово-часові параметри ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків та жінок різних вікових груп	58
4.2. Відмінності просторово-часових параметрів звичайної ходьби та ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в різних вікових та статевих групах	63
4.3. Просторово-часові параметри ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків та жінок різних вікових груп	75
4.4. Відмінності просторово-часових параметрів звичайної ходьби та ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в різних вікових та статевих групах	80
РОЗДІЛ 5 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	92
ВИСНОВКИ	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	111
Додаток А Просторово-часові параметри ходьби в довільному темпі у здорових чоловіків і жінок різних вікових груп.	133
Додаток Б Просторово-часові параметри ходьби з одночасним виконанням моторного завдання у здорових чоловіків і жінок різних вікових груп.	141
Додаток В Просторово-часові параметри ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання у здорових чоловіків і жінок різних вікових груп.	158
Додаток Г Акти впроваджень.	177
Додаток Д Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації.	181
Додаток Е Відомості про співавторів друкованих робіт	183

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЦГЛР – центральний генератор локомоторних рухів

ЦНС – центральна нервова система

СМ – спинний мозок

СтЛД – субталамічна локомоторна ділянка латерального гіпоталамуса

МеЛД – мезенцефалічна локомоторна ділянка мосту

ДПП – дорсальне покришкове поле мосту

ВПП – вентральне покришкове поле мосту

ПФК – префронтальна кора великих півкуль

БКС – безконтактні сенсори

КС – контактні сенсори

СОЗ – системи обробки зображень

СДП – системи з датчиками в підлозі

FAР – інтегральний показник загальної якості ходьби (Functional Ambulation Performance Score)

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження

Якість життя людини в значній мірі забезпечується можливістю вільно пересуватись у просторі та виконувати свої поточні потреби з допомогою локомоцій [14]. Локомоція – сукупність компонентів моторної поведінки, що забезпечують переміщення організму в просторі. Для людини як біологічного виду при переміщеннях по твердому субстрату характерною є біпедальна локомоція з вертикальним положенням тіла, і основним видом такої локомоції є ходьба. Ходьба в біологічному аспекті – це серія ініціації падінь вперед, які попереджає винос неопорної ноги вперед і перетворення її в опору.

Керування ходьбою, як і іншими видами локомоції, в людини реалізується значною мірою на основі активності складних нейронних мереж, котрі здатні генерувати складні циклічні моторні команди до всієї сукупності м'язів, задіяних у локалізації локомоторних рухів – центральних генераторів локомоторних рухів (ЦГЛР). Основним центром, котрий керує патерном локомоції є сегментарний (спінальний) ЦГЛР. Пускові команди, щодо останнього і модуляція його активності, котра визначає фінальний патерн локомоції (в тому числі ходьби) реалізується низкою надсегментарних структур, аж до кори великих півкуль.

Управління ходьбою інтегрує ресурси багатьох відділів центральної нервової системи (ЦНС), а саме: моторні центри, що безпосередньо керують локомоцією, центри контролю пози, балансу, довільних рухів, когнітивних процесів та м'язово-скелетних функцій [52].

Дослідження ходьби як метод оцінки стану рухової функції людини часто використовується при різноманітних порушеннях опорно-рухового апарату, неврологічних розладах та в перебігу вивчення процесу фізіологіч-

ного старіння [15, 54]. порушення ходьби виникають внаслідок впливу численних захворювань як неврологічної, так і не неврологічної природи. Вони проявляються у вигляді прогресуючих запальних, судинних та нейродегенеративних розладів нервової системи [35, 145]. Ймовірно тому дослідження механізмів управління ходьбою як такою та параметрами цього процесу в людини стосуються переважно впливів патологічних станів на ходьбу [115, 122, 154].

Зрозуміло, що ходьба може реалізуватися людьми різного віку, статі-конституції та ін., в умовах паралельного виконання інших поведінкових актів, відсутності або наявності когнітивних або моторних навантажень. Вивчення механізмів керування ходьбою в умовах різних фізіологічних парадигм у ряді наукових досліджень надали певну інформацію щодо характеру зрушень просторово-часової організації ходьби, зокрема в умовах виконання додаткових завдань. Але ці дані були отримані у неврологічних пацієнтів [74, 161, 163], торкались переважно людей похилого віку [55, 87, 139] або вивчали досить вузькі контингенти людей у гендерно-віковому аспекті [2, 3, 12].

Вказувалось на те, що в здорових осіб при ходьбі в умовах наявності додаткових завдань збільшується час подвійного кроку й зменшується довжина подвійного кроку [121, 138, 153], знижується швидкість ходьби [71, 72, 128, 129], збільшується середнє значення часу подвійного кроку, але не виникає значних змін у просторових параметрах кроку [128].

Механізми керування ходьбою людини та їх порушення є одними з найскладніших розділів нейрофізіології та неврології, враховуючи як складність цих механізмів, так і інструментально-методологічні проблеми дослідження акту ходьби. Поява в останній час новітнього електронного обладнання, яке дозволяє зареєструвати просторово-часові параметри ходьби людини в реальному часі та дослідити зміни цих параметрів в умовах різноманітних експериментальних парадигм, дає можливість для порівняльного аналізу параметрів та механізмів цього виду локомоції [152].

Таким чином, встановлення просторово-часових параметрів ходьби людини в умовах довільно обраного темпу, вивчення змін цих параметрів в умовах виконання додаткових моторних і когнітивних завдань у людей різного віку і статі потребує подальшого вивчення даної проблеми. Результати дослідження будуть актуальними в галузях проблем геронтології, в діагностичній практиці, як метод оцінки стану нервової та опорно-рухової систем, у фізіології спорту, в практиці реабілітаційного лікування неврологічних хворих.

Вищезазначене свідчить про актуальність обраного напрямку досліджень, визначає їх мету та завдання.

Мета та завдання дослідження

Мета дослідження: встановити вікові та статеві особливості просторово-часових параметрів ходьби людини та визначити напрямки та залежності їх змін в умовах виконання додаткових моторних та когнітивних завдань.

Завдання дослідження:

1. Визначити основні просторово-часові показники нормальної ходьби в групах практично здорових чоловіків та жінок, розподілених за віковими групами (підлітків, юнаків та осіб середнього віку).
2. Визначити зміни просторово-часових параметрів ходьби та встановити гендерні та вікові відмінності в умовах виконання додаткового моторного завдання.
3. Визначити зміни просторово-часових параметрів ходьби та встановити гендерні та вікові відмінності в умовах виконання додаткового когнітивного завдання.
4. Порівняти напрямки змін параметрів ходьби в досліджуваних групах при додатковому моторному та когнітивному завданнях.
5. Встановити параметри, що характеризуються найбільшою стабільністю і відіграють ключову роль у виконанні локомоторного завдання при ускладненні умов ходьби.
6. Провести інтегративну оцінку якості ходьби при виконанні додаткових моторного та когнітивного завдань.

Об'єкт дослідження – фізіологічні складові формування патерну ходьби людини.

Предмет дослідження – просторові та часові параметри ходьби в практично здорових чоловіків та жінок, підліткового, юнацького та середнього віку в довільно обраному темпі та при виконанні додаткових моторного і когнітивного завдань.

Методи дослідження: Для дослідження просторово-часових параметрів ходьби людини використовували біомеханічний метод. Для врахування

залежності біомеханіки ходьби людини від антропометричних параметрів застосовували антропометричний метод дослідження – у досліджуваних визначали масу тіла (кг), зріст (см), довжину ноги (см). Щоб встановити відсутність у досліджуваних факторів, які можуть змінити показники нормальної ходьби (хвороби, шкідливі звички тощо) використовувався метод анкетування добровольців. Для об'єктивізації отриманих результатів та порівняльного аналізу параметрів ходьби при різних фізіологічних парадигмах використовували статистичний аналіз.

Наукова новизна одержаних результатів

За допомогою сучасного комп'ютеризованого обладнання встановлено та описано просторово-часові параметри ходьби в практично здорових людей в умовах ходьби в довільному темпі та ходьби з додатковими завданнями (моторним й когнітивним). Вперше діапазон дослідження охопив декілька вікових (підліткову, юнацьку та середнього віку) та статевих (чоловіки й жінки) груп, з подальшим міжвіковим і гендерним порівнянням отриманих параметрів. Встановлено наявність достовірних відмінностей більшості просторових показників при гендерному порівнянні даних ходьби в довільному темпі.

Вперше встановлено напрямки змін просторово-часових параметрів ходьби в умовах виконання додаткових завдань у межах кожної гендерно-вікової групи. Виявлено, що додаткове моторне завдання спричиняє зменшення довжини одиночного та подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини ноги, зменшує швидкість ходьби та темп ходьби, подовжує час проходження. Виконання когнітивного завдання призводить до збільшення тривалості кроку, крокового циклу, часу переносу стопи, часу опори та подвійної опори, при цьому зменшуються швидкість ходьби та кількість кроків за хвилину.

Встановлено, що реалізація додаткового моторного завдання змінює більшість просторових показників, проте практично не змінює часові показники (окрім швидкості та темпу ходьби). Зміни ж при когнітивному навантаженні мають протилежний характер, а саме – змінюється значна частина часових показників, а просторові показники достовірно не модулюються.

Практичне значення одержаних результатів

Визначено просторово-часові параметри звичайної ходьби в практично здорових чоловіків та жінок розподілених за віковими і гендерними ознаками, проаналізовано зміни патерну ходьби при виконанні моторного й когнітивного завдань. Ці дані мають певну цінність у нормографічному аспекті.

Отримані результати використовуються в навчальному та науковому процесах на кафедрах нормальної фізіології та нервових хвороб Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова, на кафедрах нормальної фізіології Одеського національного медичного університету і Тернопільського державного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського.

Особистий внесок здобувача

Автором самостійно здійснено інформаційний пошук та проаналізовано наукову літературу та патентну інформацію з питань біомеханіки та нейрофізіології ходьби в умовах норми й патології, розроблена програма досліджень, виконано збір фактичного матеріалу дослідження. Сформовані групи обстежуваних, проведено їх анамнестичне та інструментальне обстеження. Особисто дисертантом проведено кількісний аналіз результатів дослідження, написаний текст всіх розділів дисертації. Здобувачем самостійно написано одну статтю, опубліковану в науковому фаховому виданні. Вибір теми дисертаційної роботи, постановка мети й завдань, вибір адекватних встановленим завданням методів, формулювання висновків та практичних рекомендацій

виконані спільно з науковим керівником. У наукових працях, що опубліковані у співавторстві з науковим керівником та колегами, а також у тій частині актів впровадження, що стосується наукової новизни, використано фактичний матеріал здобувача.

У публікації № 1 (далі - згідно анотації) автор особисто брав участь у проведенні дослідження, реферуванні та аналізі літературних джерел, статистичній обробці отриманих результатів та їх інтерпретації, підготовці статті до друку. У публікаціях № 2, 4 та 6 здобувач особисто зібрав матеріал, провів його статистичну обробку та описав результати. У публікації № 5 автор особисто зібрав, опрацював літературні джерела та узагальнив результати. У публікації № 7 здобувач особисто брав участь у проведенні дослідження, статистичній обробці отриманих результатів та їх аналізі. У публікаціях № 8 та 9 автор особисто брав участь у проведенні дослідження, статистичній обробці отриманих результатів, реферуванні та аналізі літературних джерел, підготовці тез до друку. У публікації № 10 здобувач особисто брав участь у проведенні дослідження, реферуванні та аналізі літературних джерел, статистичній обробці отриманих результатів та їх інтерпретації.

Дисертації співавторів вказані в додатку Е.

Апробація результатів дисертації

Основні положення дисертації були представлені й обговорені на III міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених (Вінниця, 2012 р.), IV міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених (Вінниця, 2013 р.), VI конгресі Українського товариства нейронаук (Київ, 2014 р.), XIV з'їзді Українського фізіологічного товариства (Львів, 2015 р.).

Публікації

За матеріалами дисертації опубліковано 10 наукових робіт (із них одна персонально), які повністю відображають зміст дослідження. Шість статей опубліковано в наукових фахових виданнях, що рекомендовані ДАК МОН України (з яких одна у виданні, що входять до міжнародних наукометричних баз), й чотири – у збірниках наукових праць та тезах доповідей на конференціях.

Структура та обсяг дисертації

Дисертація викладена українською мовою на 184 сторінках друкованого тексту і складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, огляду літератури, опису загальної методики та основних методів дослідження, двох розділів опису власних досліджень, аналізу та узагальнення отриманих результатів, висновків, списку використаних літературних джерел, з яких 29 викладені кирилицею та 138 – латиницею, а також шести додатків. Робота містить 34 таблиці та 34 рисунки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Робота виконана згідно плану науково-дослідних робіт Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова, затверджена вченою радою медичних факультетів № 1 та № 2 Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова (протокол №2 від 11.12.2014 р).

Дана робота є фрагментом комплексної науково-дослідної роботи кафедри нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова «Просторово-часова організація рухів людини і тварин» (номер державної реєстрації 0112U001065).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальні принципи управління рухами людини

Керування рухами людини ЦНС. Найвищий розвиток рухової функції людини пов'язаний з прямоходінням та трудовою діяльністю. У керівництві цією функцією беруть участь найвищі центри, включаючи кору великих півкуль. Ходьба є основним типом локомоції людини й базовою функцією, що забезпечує незалежне й повноцінне повсякденне існування. Безпечна й незалежна ходьба в оточуючому середовищі є необхідною умовою для можливості незалежного виконання різноманітних щоденних завдань, збереження повноцінних соціальних стосунків і забезпечення якості життя. Порушення чи обмеження ходьби призводить до неможливості людини незалежно виконувати щоденну діяльність і піклуватись про себе. Тому дослідження функції ходьби має велике значення як для фізіологів, так і для клініцистів.

Важливою біомеханічною властивістю опорно-рухового апарату людини є наявність великої кількості ступенів свободи. Це обумовлюється багатоланцюговістю скелету та наявністю двох або трьох осей руху багатьох суглобів. З одного боку, ці фактори забезпечують велику свободу рухів, з іншого – значно ускладнюють керування такою складною системою. У кожному конкретному випадку використовуються тільки деякі рухи, але ЦНС постійно контролює (обмежує) решту, що надає руху стабільності [85]. Порушення цієї функції ЦНС призводить до характерних патологічних змін рухів (мозочкові порушення, порушення пов'язані з патологією стріатума та інші) [105]. Одним з важливих завдань ЦНС в системі управління локомоціями є контроль за напрямком руху відносно передньо-задньої осі тіла та рухів вбік [113].

Існує два типи корекції рухів: з допомогою зворотних зв'язків та на основі програми рухів. Перший тип корекцій зазвичай виконується при пові-

льних рухах, натомість, другий – при швидких. Прикладами швидких рухів є кидання м'яча, біг, ходьба. У корекції рухів залучена активність не лише м'язових та сухожилкових пропріорецепторів, але й зір, слух, вестибулярний апарат. Участь м'язів у конкретному русі вельми багатогранна. У функціональному відношенні в конкретному руховому акті виділяють один або декілька основних м'язів, допоміжні м'язи і стабілізатори (м'язи, що фіксують суглоби, але напряду не беруть участь у русі).

1.2. Нейрофізіологічний механізм управління локомоціями

Важливу роль у вивченні механізмів регуляції локомоції мають ідеї Бернштейна про багаторівневе ієрархічне керування, згідно яких систему керування рухами відносять до слідкуючих систем, котрі забезпечують проходження за перемінними значеннями заданого параметра [1].

Здійснення локомоції людини можливе тільки при виконанні наступних вимог: антигравітаційна підтримка тіла, крокування, відповідний рівень рівноваги та поступальний рух уперед [153]. У людини труднощі біпедальної локомоції пов'язані з малою площею опори, відсутністю стабілізації у площинах та високим розташуванням центра маси тіла. Тому в складному процесі керування біпедальною локомоцією людини ключова роль належить координації сегментарної діяльності тіла людини, а також вестибулярній, зоровій та пропріоцептивній сенсорним системам [85, 113].

Для більшості рухових актів людини підтримка тіла у вертикальному положенні є обов'язковою вимогою. У вертикальному положенні центр маси тіла людини розташований у ділянці переднього краю другого крижового хребця. Ходьба людини здійснюється в умовах нестабільної рівноваги через те, що тіло рухається користуючись вузькою базою опори. Тому контроль рівноваги спрямований на постійне утримання центра маси в межах вертикальних проєкцій вузьких поперемих баз опори [113].

Локалізація структур, що керують позою й рухами, знаходиться в різних відділах ЦНС – від спинного мозку (СМ) до великих півкуль. У розташуванні цих структур прослідковується чітка ієрархія, котра відображає поступове удосконалення рухових функцій в процесі еволюції [1, 35, 146]. При цьому відбувалась надбудова нових контролюючих систем, що відповідають за певні програми рухів [64, 84].

Нервові мережі СМ надають йому надзвичайно складні локомоторні можливості. Важливим елементом нейрофізіологічного механізму управління локомоцією є ЦГЛР [36, 80, 96]. У хребетних тварин вони знаходяться в спинному мозку та задають характер скорочень м'язів кінцівки, поясу кінцівок або відповідного сегменту тіла [120]. Центральний генератор – функціональне поняття, яке об'єднує функціональні динамічні спінальні нейронні мережі, що забезпечують керування патерновою активністю м'язів кінцівок. У хребетних тварин до складу центрального генератора входять нейрони декількох сегментів спинного мозку [108]. Активація генератора, тобто переведення його зі стану спокою в стан активності, забезпечується системою командних нейронів, що розташовані на різних рівнях нервової системи. Активуючі сигнали представлені тонічним потоком імпульсів, інтенсивність котрого і визначає рівень активності генератора [70].

Основою координації рухів кінцівок і частин тіла при локомоції є взаємодія різних центральних генераторів. Ця взаємодія забезпечується спеціальними координуючими нейронами [59]. Незважаючи на те, що центральний генератор може працювати автономно, у інтактної тварини він піддається потужному впливу периферійних афферентів та центральних ефферентів. Завдяки цьому в реальних умовах робота генератора адаптує локомоцію до змін навколишніх умов. Завдяки такій будові система управління локомоцією у тварин поєднує в собі принцип програмного управління з управлінням за принципом зворотнього зв'язку, при цьому зворотні зв'язки поєднують в собі всі ієрархічні рівні.

Мережа короткоаксонних інтернейронів, які складають локомоторний генератор, локалізована в латеральних ділянках сірої речовини спинного мозку. Завдяки активності короткоаксонних нейронів, окремі сегменти спинального генератора можуть об'єднуватись і співпрацювати як єдине ціле. Генератор однієї кінцівки складається з двох напівцентрів (згинального і розгинального), котрі взаємодіють реципрокно. Встановлено, що для вдалої локомоції необхідне збереження дорсолатеральної і вентролатеральної частин спинного мозку [83, 166].

Механізм локомоції, що базується на принципі локомоторних генераторів спинного мозку, може генерувати різні ритми, котрі відповідають різним швидкостям локомоції. Він може в різному ступені активувати м'язи кінцівок, що призводить до більш або менш інтенсивного крокування, а у певних умовах він може генерувати різний тип ходьби, тобто встановлювати різні фазові співвідношення між кінцівками [131].

Дослідження на тваринах показали, що між кінцівками одного поясу (гомологічними) і кінцівками однієї сторони тіла (гомолатеральними) при різних локомоторних актах, реалізуються дві програми взаємодії: протифазна та синфазна. Перехід від одного типу взаємодії до іншого відбувається впродовж 1-2 локомоторних циклів. Різні комбінації програм, вірогідно, є основою різних типів локомоцій. Деякі експериментальні дослідження на тваринах дають змогу вважати, що при локомоції генератори задніх кінцівок домінують, їм властивий вищий рівень автоматизму [42, 47].

Переведення генератора локомоторних рухів зі стану спокою в режим активності здійснюється системою командних нейронів стовбура мозку [95].

Саме активність стовбурових нервових структур забезпечує зміну фаз опори й переносу, які формують локомоторний (кроковий) цикл, що є функціональною одиницею локомоції (ходьби).

До початку локомоторного процесу ретикуло-, вестибуло- та руброспинальні нейрони знаходяться в стані фонові активності, а під час локомоції в більшості з них реєструються ритмічні залпові заряди [93, 100]. Існує

тенденція до збільшення частоти розрядів нейронів у певну фазу крокового циклу та її зменшення в інші фази. Вестибулоспинальні нейрони збуджують мотонейрони м'язів екстензорів іпсилатеральної задньої кінцівки. Їх максимальна активність реєструється на початку фази розгинання або стояння. Ретикулоспинальні нейрони переважно збуджують мотонейрони м'язів флексорів і гальмують мотонейрони екстензорів іпсилатеральної задньої кінцівки [46]. Нейрони руброспинального тракту активують мотонейрони, що відповідають за іннервацію м'язів флексорів контралатеральної задньої кінцівки [90]. Максимальна активність цих нейронів реєструється в період фази переносу кінцівки [93].

Під час дослідження децереброваних та інтактних котів виявлено ряд локомоторних ділянок у стовбурі мозку, що регулюють позу та локомоції. Електрична і хімічна стимуляція цих ділянок в інтактних тварин призводила до змін пози та локомоцій [107, 114, 118, 119]. Ці ділянки включають: субталаміну локомоторну ділянку латерального гіпоталамуса (СтЛД), мезенцефалічну локомоторну ділянку (МеЛД), дорсальне покрішкове поле (ДПП) та вентральне покрішкове поле (ВПП) каудальної частини мосту. Рефлекторні зміни після спіналізації надають важливі факти щодо функціональної реорганізації рефлекторних шляхів під час спінальної локомоції [64].

Важливо відмітити факт ієрархічної структурованості локомоторних та поступальних синергій в рострально-каудальному напрямку стовбура мозку [114].

Стимуляція МеЛД, ДПП та ВПП доводять те, що зміна тону м'язів та активація ЦГЛР не є автономними явищами [107]. Стабілізація локомоторного ритму потребує суттєвих зворотних зв'язків через спиноретикулярні нейрони та впливу інших ділянок мозку [156]. Важливу роль у диференціації таламокортикальних сигналів під час локомоції має ретикулярне ядро таламусу, в результаті діяльності якого регулюються параметри різних фаз кроку, взаємодія різних частин кінцівок та адаптація до типу локомоторного завдання [98, 99].

Початок локомоції, яка є складовою частиною цілеспрямованої поведінки тварин (полювання, пошук їжі тощо) забезпечується СтЛД латерального гіпоталамуса, що доведено під час досліджень з руйнуванням СтЛД у котів [49]. Також доведено, що латеральний гіпоталамус забезпечує повноцінне формування та завершення ряду моторних програм [7].

Корегування локомоцій під час руху, що враховує зміну факторів зовнішнього середовища, забезпечують структури покрівлі стовбура мозку (текстоспинальний тракт) [31].

Значиме місце в контролі за рухами, зокрема в регуляції ходьби займає мозочок. Діяльність мозочка має вирішальне значення для точної та узгодженої в часі взаємодії рухів тіла, кінцівок, очей та тонкого налаштування моторних навичок [76]. Вплив мозочка на руховий контроль пов'язаний як з контролем координаційних, так і часових впливів. Часові впливи керуються здатністю мозочка виробляти послідовні інтервали між рухами, закладені у внутрішньомозочковій часовій програмі. З іншого боку, координаційний вплив – це процес управління, в якому команди спрямовані до одного ефектора напряду залежать від стану іншого ефектора [53]. Важливе значення латерального мозочка полягає в програмуванні рухів. Ця діяльність мозочка в значній мірі базується на навчанні та попередньому досвіді [48, 82, 111].

Контроль пози та локомоції можна розглядати як форму моторної синергії. Мозочок лише відбирає суттєві частини деталізованої інформації про біжучий стан синергій та оточуючого середовища [56, 81, 110].

Через мозочково-спінальний шлях мозочок постійно отримує інформацію про активність спінальних локомоторних автоматизмів. Мозочково-спінальний петля, що складається зі СМ, мозочково-спінальних шляхів, мозочка і низхідних шляхів стовбура мозку, виконує функцію контролю локомоторної фази [44, 125]. Ці низхідні тракти проводять як непатернові (тонічні), так і патернові (фазичні) сигнали до ЦГЛР. Дослідження S. M. Morton та A. J. Bastian доводять, що мозочку належить головна роль саме в предиктивних локомоторних пристосуваннях [111, 130].

Клітини Пуркін'є спричиняють тонічні гальмівні ефекти на нейрони ядер мозочка (ядро вершини та проміжне ядро) і на нейрони латерального вестибулярного ядра Дейтерса [77]. Повна активність загальної популяції клітин Пуркін'є є максимальною на початку фази опори [32, 104]. Популяція клітин ядра вершини максимально активна під час фази переносу іпсілатеральної задньої кінцівки. Клітини Пуркін'є функціонують в якості єдиного інтегративного центру: вони отримують й інтегрують збуджуючу аферентацію, а також пригнічують сигнали від кошикових та зірчастих клітин, у результаті чого відбувається інгібіторна дія на глибокі ядра мозочка, які проєктують дію через свої аксони на вестибулярні ядра стовбура мозку [167]. Повна активність популяції клітин проміжного ядра є максимальною на початку фази переносу та мінімальною під час фази опори іпсілатеральної задньої кінцівки.

Важливою є роль мозочка у взаємодії між виробленням кінетичних нейронних команд та виконанням засвоєних рухових програм [132]. Діяльність мозочка забезпечує внутрішню та міжкінцівкову координацію рухів [65]. У людини недостатність мозочка призводить до нерівномірного часово-просторового крокування, порушення міжкінцівкової координації, неточного розташування стопи та порушення рівноваги [60, 75, 81, 109]. Доведено критичний вплив мозочка як на рухову, так і на когнітивну діяльність, та взаємозв'язок цих діяльностей через функціонування мозочка [69].

Базальні ганглії причетні до широкого кола різних функцій, таких як планування, ініціація, виконання та завершення рухових програм, локомоторного навчання [62]. Патологія базальних гангліїв часто зустрічається при багатьох неврологічних порушеннях рухів [37, 79]. Базальні ядра, як і мозочок беруть участь у синхронізації м'язової активності, але дія базальних ядер триваліша [50]. Важлива роль базальних гангліїв полягає в ініціації, контролі й зміні амплітуди, сили та тривалості рухів [68].

Для досягнення адаптивної поведінки та виконання загальних моторних завдань, що використовують більш специфічні моторні завдання, такі як

покрокові адаптивні зміни, задіяна кора великих півкуль [45]. Префронтальна кора (ПФК) створює унікальний вплив на поведінку та відіграє особливу роль в ініціації та підтримці моторних відповідей [40, 158]. Нейрони дорсолатеральної частини префронтальної кори виконують головну роль під час вибору напрямку руху [78]. Після видалення базальних гангліїв та кори розгальмовуються такі локомоторні центри, як СтЛД та МелД. При двобічному руйнуванні СтЛД у кішок встановлено, що СтЛД ініціює локомоцію як частину цілеспрямованої поведінки – пошуку, захисту тощо [49].

Відзначається активна імпульсація кортикоспинального тракту під час уникання візуально виявлених перешкод, пристосування розміщення стоп до зміни підтримуючих поверхонь під час руху. Тварина з ушкодженням кортикоспинального тракту відносно задовільно рухається рівною поверхнею, але під час виникнення перепон на своєму шляху не в змозі їх адекватно подолати [144, 166]. Сучасні дослідження вказують на більш значний внесок сенсорної кори на планування модифікації локомоцій, ніж вважалось раніше [33, 97].

1.3. Роль когнітивної складової в управлінні локомоціями

Керування ходьбою є комплексним мозковим процесом, який потребує залучення моторних, перцептивних і когнітивних процесів, використовуючи центри пам'яті, уваги та виконавчих функцій [103]. Останніми роками значну увагу привертає взаємозв'язок між високорівневими когнітивними функціями людини й порушеннями ходьби. Донедавна лікарі й дослідники не проводили комплексної оцінки ходьби та когнітивних функцій. Накопичення доказової бази в клінічній практиці, епідеміологічних дослідженнях і клінічних випробуваннях дає можливість стверджувати, що ходьба і когнітивні функції у людини дуже тісно взаємопов'язані. Так, кількісні зміни параметрів ходьби серед людей похилого віку пов'язують з ризиком падіння, деменції та інвалідності. У той же час, все більше даних свідчить про те, що

ранні порушення в когнітивних процесах, таких як увага, робоча пам'ять, виконавча функція, призводять до сповільнення і нестабільності ходьби. Таким чином, наявність когнітивних порушень може допомогти в прогнозуванні майбутньої втрати рухливості, падінь та деменції [106]. З іншого боку, оцінювання параметрів ходьби можна використовувати як чутливий маркер для комплексної оцінки когнітивних порушень [123].

Отже, когнітивна складова процесу керування ходьбою обов'язково залучає такі процеси, як увага і виконавча функція.

Виконавча функція належить до численних вищих когнітивних процесів, що використовує й модифікує інформацію від багатьох кортикальних сенсорних систем з метою вироблення певної поведінки і її модуляції. Ці інтегративні процеси включають як когнітивний, так і поведінковий компоненти і необхідні для ефективних, цілеспрямованих дій та для контролю ресурсів уваги, що є основою здатності управляти незалежними діями щоденного життя [140]. Виконавча функція включає 4 головних компоненти: бажання (вольовий акт), планування, цілеспрямовану дію й ефективне виконання (контроль дії) [92]. Є докази, що когнітивне гальмування є компонентом виконавчої функції [155].

Для вивчення впливу уваги на процеси управління ходьбою використовують метод виконання подвійних завдань. Суть методу полягає у виконанні людиною першорядної задачі, що є головним центом уваги, і другої задачі одночасно [74, 124, 141].

Якщо дотримуватись застарілої гіпотези, що «ходьба є автоматизованим локомоторним актом і не потребує уваги», тоді виконання подвійних завдань не повинно впливати на кількісні та якісні показники ходьби та не змінювати якість виконання додаткових завдань.

Вплив подвійних завдань досліджувався в різних групах обстежуваних: як в здорових людей, так і в пацієнтів з неврологічними хворобами, як в молодого контингенту, так і в осіб похилого віку. У молодих здорових людей існує тенденція до зниження швидкості ходьби з виконанням додаткових зав-

дань, збільшується тривалість подвійного кроку й зменшується довжина подвійного кроку [39, 71, 72]. У здорових людей віком 22-45 років при ходьбі з виконанням подвійних завдань спостерігали зміни тривалості подвійної опори [71]. Відзначається суттєвий вплив уваги на тривалість фази опори на одну ногу [142]. Для людей похилого віку регуляція ходьби стає більш важкою і потребує більше уваги, щоб уникнути нестабільності ходьби [72, 88, 124, 126, 129]. Висловлюється гіпотеза, що часті падіння у літніх людей з неврологічними порушеннями рівноваги трапляються не при звичайній ходьбі, а під час одночасного виконання певного завдання, такого як розмова чи маніпулювання будь-яким об'єктом [38].

Нейрофізіологічні дослідження вказують на тісний зв'язок між зниженням показників ходьби і порушенням взаємодії префронтальної кори, базальних гангліїв і центральної скроневої частки. Зокрема, префронтальна кора відіграє визначальну роль у процесах пам'яті, постійної уваги до виконавчих функцій та обробки інформації [88].

Одночасне виконання кількох завдань, що потребують уваги, примушує мозок здійснювати вибір між завданням, таким чином встановлюючи пріоритет. У таких випадках активуються префронтальна та передня поясна кора [30, 63, 141]. Адекватність та значущість конкурентної інформації визначається первинною мотивацією з метою досягнення першорядної мети й зниження небезпеки [162]. Доведено, що здорові люди при ходьбі з одночасним виконанням когнітивного завдання надають пріоритет стабільності ходьби [86]. Це пояснюється «першою стратегією пози» [140], що підсвідомо допомагала досліджуваним уникнути небезпеки й запобігти падінню, під час такої ходьби [86]. Є дані, що при ходьбі з одночасним когнітивним завданням у обстежуваних знижувалась якість виконання когнітивного завдання при відсутності змін у паттерні ходьби та її стабільності. Також вказувалось на те, що зниження варіабельності ширини кроку відображає збільшення динамічної стабільності ходьби при виконанні подвійних завдань [135].

1.4. Сучасні методи дослідження ходьби

Аналіз ходьби людини є предметом багатьох сучасних досліджень [84, 85, 112]. Вперше такі дослідження проводились у 19 сторіччі та були сконцентровані на об'єктивному кількісному вимірюванні різних параметрів ходьби, для використання їх в таких галузях, як спорт [51], медицина та ідентифікації людини в галузі безпеки [73].

Дослідження сконцентровані на вивченні параметрів ходьби в галузі медицини, розкривають ключову інформацію про якість життя пацієнтів. Це має важливе значення під час пошуку достовірної інформації про розвиток неврологічних захворювань (розсіяний склероз чи хвороба Паркінсона), системних захворювань (кардіопатії, під час яких змінюється ходьба), змін рухової динаміки після інсульту, порушення ходьби при старінні.

Сучасні дослідження дають можливість проводити моніторинг та оцінку стану ходьби протягом тривалого часу, що дозволяє отримати ранню діагностику захворювань та їх ускладнень і віднайти найкращі методи лікування [112].

Традиційні дослідження, що використовують аналіз параметрів ходьби в клінічних умовах є певною мірою суб'єктивними, тому що проводяться спеціалістами по догляду та лікуванню пацієнтів, які можуть проводити суб'єктивні вимірювання параметрів ходьби або давати невірну оцінку результатів дослідження, що призводить до негативних результатів в діагностиці і подальшому лікуванні. На відміну від таких досліджень прогрес в галузі сучасних технологій дає можливість використовувати обладнання та технології, які дозволяють отримати численні об'єктивні параметри ходьби.

Технологічні пристрої для дослідження людської ходьби можуть класифікуватись за відповідно двох різних підходів: ті що працюють з безконтактними сенсорами (БКС) та з контактними сенсорами (КС). Системи БКС потребують для роботи контрольовані дослідницькі засоби, в які вмонтовані

сенсори, що записують дані ходьби поки досліджуваний йде по спеціальній доріжці. З іншого боку, системи КС надають можливість аналізувати дані, отримані поза спеціалізованою лабораторією, і збирати інформацію про ходьбу людини протягом цілого дня. Існує також третя група гібридних систем, що поєднують обидва методи.

БКС системи можна поділити на дві підгрупи:

- системи обробки зображень (СОЗ);
- системи з датчиками в підлозі (СДП).

СОЗ записують дані ходьби досліджуваного через один або декілька оптичних сенсорів і проводять об'єктивне вимірювання різних параметрів ходьби використовуючи комп'ютерно-програмний засіб цифрової обробки інформації [155]. В якості оптичних сенсорів найчастіше використовуються цифрові або аналогові камери [92]. Також можуть використовуватись інші типи оптичних сенсорів, таких як лазерні сканери, інфрачервоні сканери та часово-пролітні (Time-of-Flight) камери [137, 164]. У категорії СОЗ існують дві принципові системи: з маркерами і без маркерів [34, 61].

СДП функціонують завдяки вбудованим у підлогу (доріжку) датчикам, що вимірюють тиск та зусилля, які спричинює стопа досліджуваного на підлогу, по якій він йде [165].

КС системи використовують датчики, розміщені на різних ділянках тіла, таких як стопи, коліна, стегна чи на поясі. Різні типи датчиків використовують для отримання різноманітних показників ходьби людини: акселерометричні, гіроскопічні, магнетометричні датчики, екстензометричні, гоніометричні, ефекторміографічні датчики, датчики сили, активні маркери та інші [147].

1.5. Обґрунтування обраного напрямку досліджень

Розвиток сучасних технологій надав можливості для комплексного вивчення ходьби людини з застосуванням сучасних апаратних засобів. В якості основного інструменту нашого дослідження була обрана комп'ютеризована система GAITRite® виробництва США, яка є одним із сучасних методів дослідження ходьби людини з науковою метою, в клінічній практиці та в спортивній медицині. Вона дозволяє в абсолютно звичайних умовах отримати в реальному часі велику кількість часових, просторових та пресорних параметрів ходьби людини [23, 41, 43, 102, 116, 149, 157] і не потребує в експлуатаційному обслуговуванні спеціально підготовленого персоналу. Її характеристика буде спеціально розглянута в другому розділі роботи.

З огляду літератури випливає, що є лише поодинокі публікації, присвячені вивченню впливу додаткових моторних та когнітивних завдань на просторово-часові параметри ходьби людини. Переважно вивчали вплив додаткових завдань на окремі показники просторово-часової організації крокового циклу (швидкість ходьби, довжина кроку, тривалість крокового циклу) без урахування вікового й гендерного аспекту (частіше визначали середні значення параметрів у загальних групах з осіб чоловічої та жіночої статі; вік у групі міг варіювати від 20 до 45 років). Поодинокі роботи доповідали про зміни в структурі циклу ходьби з додатковими завданнями.

Усе це й стало підставою для проведення нашого дослідження з застосуванням сучасного методу вивчення ходьби людини.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика груп досліджуваних

У даному дослідженні проводилося вивчення просторово-часових показників ходьби в клінічно здорових осіб обох статей.

Розподіл досліджуваних за віковими групами здійснювався згідно з віковою періодизацією, що була прийнята в 1965 році Всесоюзним симпозиумом з вікової морфології, фізіології і біохімії АПН СРСР [25].

У дослідженні на добровільній основі прийняли участь 215 студентів Вінницького медичного коледжу. Обстежено 127 практично здорових жінок 15-43 років (середній вік $19,7 \pm 6,55$ роки) та 88 практично здорових чоловіків 13-21 років (середній вік $17,03 \pm 1,25$ роки).

Обстежуваних жінок було поділено на три вікові групи:

1. Група підліткового віку – 36 жінок 15 річного віку.
2. Група юнацького віку – 54 жінки 16-20 років (середній вік $17,37 \pm 0,99$ роки).
3. Група середнього віку – 37 жінок 21-43 років (середній вік $27,7 \pm 7,27$ роки).

Обстежуваних чоловіків було поділено на дві вікові групи:

1. Група підліткового віку – 33 чоловіки 13-16 річного віку (середній вік $15,82 \pm 0,39$ роки).
2. Група юнацького віку – 55 чоловіків 17-21 річного віку (середній вік $17,76 \pm 0,99$ роки).

Обстеження проводили на добровільній основі після ознайомлення досліджуваного з інформаційним листком та підписанням згоди про участь у дослідженні. Конфіденційність отриманих під час дослідження даних забезпечували ідентифікаційними номерами, що надавали добровольцям замість прізвищ.

Обстежувані на момент проведення дослідження не повинні були мати травм й захворювань різних за значенням систем, що могли б призвести до змін у параметрах ходьби. Також обстежувані добровольці не повинні були вживати алкоголь, седативні засоби, лікарські препарати за останні 72 години перед дослідженням.

2.2. Методика вивчення параметрів ходьби

Дослідження проведено з використанням комп'ютеризованої високоінформативної системи GAITRite®, виробництва США (CIR Systems Inc., Clifton, NJ). Складовою системи GAITRite® є полімерна доріжка довжиною 4,2 метра, шириною 1,5 метра, в яку вбудовано 22 тисячі сенсорних елементів, що реагують на тиск. При проході досліджуваного доріжкою система безперервно сканує сенсорну матрицю й отримує сигнали тиску в окремих точках відбитків стоп. Дані від сенсорів скануються з частотою 80 Гц та передаються на комп'ютер для подальшої обробки та зберігання. Програмне забезпечення (GAITRite® Gold Software), що постачається в комплекті з системою GAITRite®, забезпечує в реальному часі формування графічного зображення відбитків стоп на площині з вимірюванням сили тиску кожної точки стопи та розрахунком інтегральних просторових і часових параметрів ходьби обстежуваного. Надійність та достовірність системи GAITRite® встановлена в ряді досліджень [41, 58, 101, 102, 116, 127, 133, 149, 157]. Система демонструє високу точність та відтворюваність даних (коефіцієнт кореляційних оцінок між вимірами $> 0,85$) й високу конкурентну здатність порівняно з методиками, що базуються на відео-аналізі (коефіцієнт кореляції $> 0,93$), щодо параметрів просторово-часової організації ходьби (швидкість, тривалість складових кроку, довжина кроку тощо). Доріжка є портативною, може бути покладена на будь-яку підлогу й не потребує розміщення на досліджуваному будь-яких приладів.

Для дослідження рівномірної ходьби та уникнення ефектів прискорення й гальмування, перед доріжкою та після неї розміщували звичайні килимки довжиною 2 м, на яких досліджувані розпочинали та завершували ходьбу.

Систему GAITRite® можна застосовувати для дослідження ходьби обстежуваних у взутті або без нього. Ми проводили дослідження ходьби без взуття, оскільки при цьому отримуються достовірніші зміни просторово-часових параметрів ходьби людини [136].

За допомогою системи GAITRite® визначали наступні показники ходьби.

Просторові параметри.

Довжину кроку (см) вимірювали уздовж горизонтальної осі від п'яткової точки попереднього кроку однієї стопи до п'яткової точки поточного кроку іншої стопи (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Принцип визначення довжини кроку.

Довжину подвійного кроку (см) вимірювали як відстань між п'ятковими точками двох послідовних кроків однієї стопи (рис. 2.2).

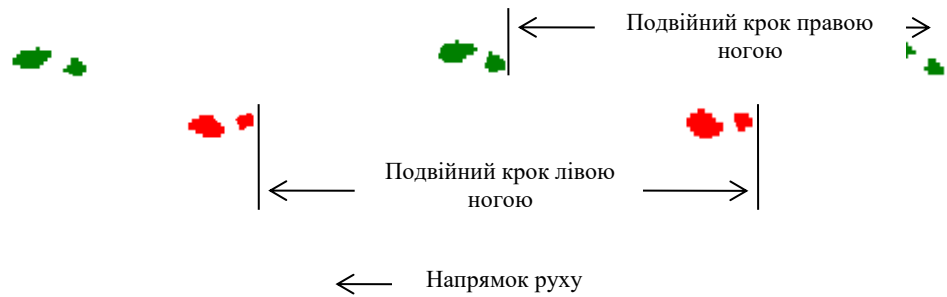


Рис. 2.2. Принцип визначення довжини подвійного кроку.

Співвідношення довжини кроку до довжини ноги – це довжина кроку, поділена на довжину відповідної ноги.

Ширину бази опори (см) вимірювали уздовж перпендикулярної осі від п'яткової точки однієї стопи до лінії руху протилежної стопи (рис. 2.3).

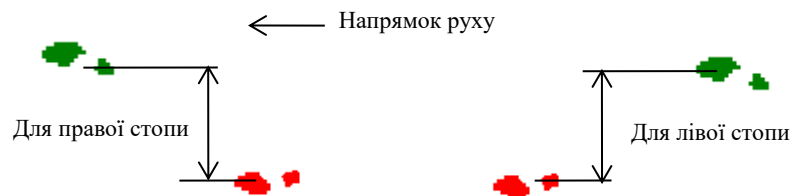


Рис. 2.3. Принцип визначення ширини бази опори.

Кут розвороту стопи ($^{\circ}$) вимірювали між лінією руху й поздовжньою віссю однойменної стопи (рис. 2.4).

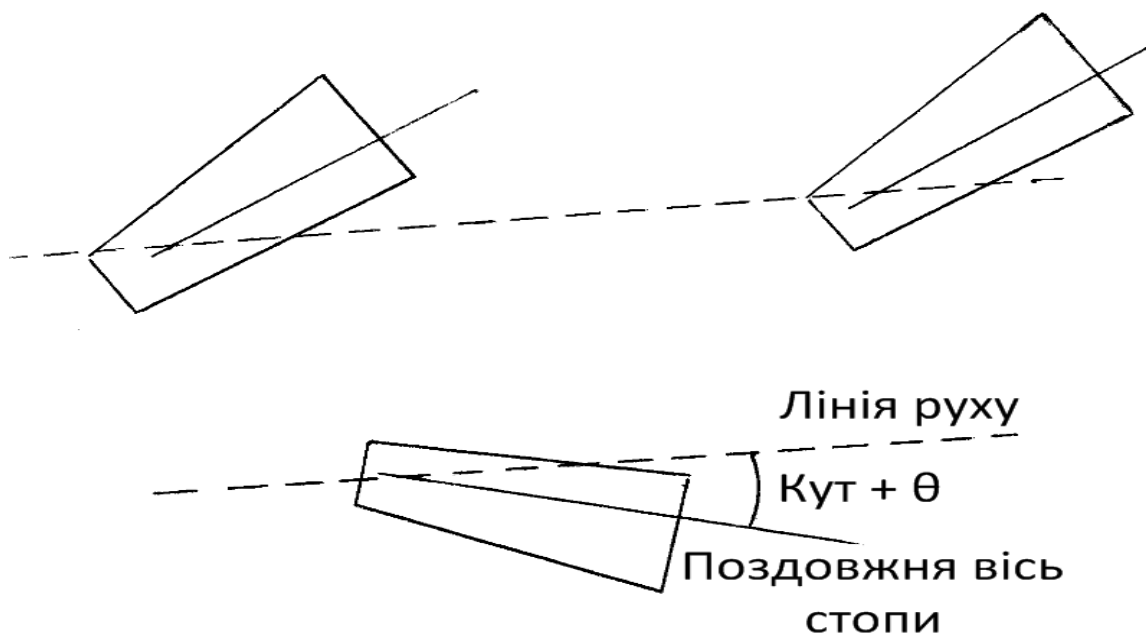


Рис. 2.4. Принцип визначення кута розвороту стопи.

Відстань (см) вимірювали уздовж горизонтальної осі від п'яркової точки першого кроку до п'яркової точки останнього кроку.

Часові параметри.

Тривалість кроку (с) – час від першого контакту з опорою однієї стопи до першого контакту протилежної стопи (рис. 2.5).

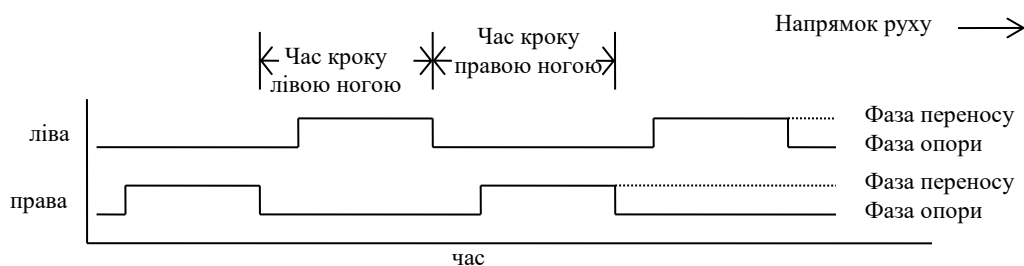


Рис. 2.5. Принцип визначення тривалості кроку.

Тривалість крокового циклу (с) – час між першими контактами у двох послідовних кроках однієї стопи (рис. 2.6).

Тривалість переносу ноги (с) – час від останнього контакту поточного кроку до першого контакту наступного кроку однієї стопи (рис. 2.7).

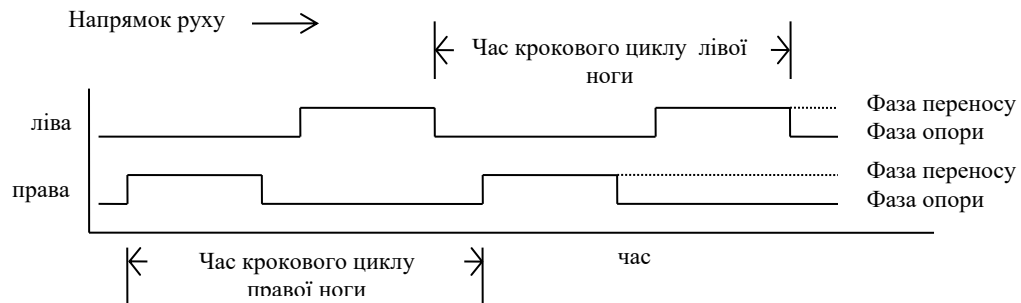


Рис. 2.6. Принцип визначення крокового циклу.

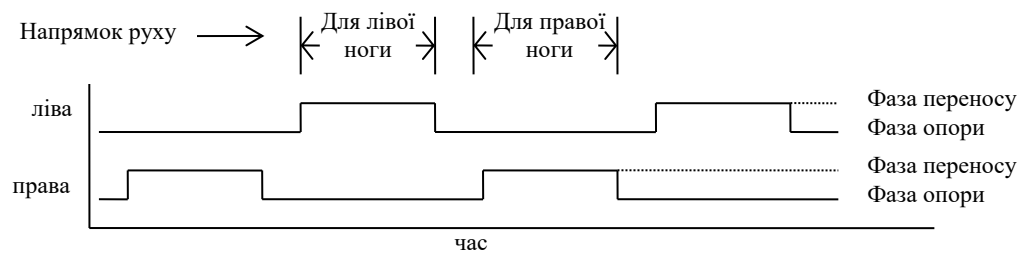


Рис. 2.7. Принцип визначення тривалості переносу.

Тривалість опори (с) – час між першим та останнім контактом однієї стопи з опорою (доріжкою) (рис. 2.8).

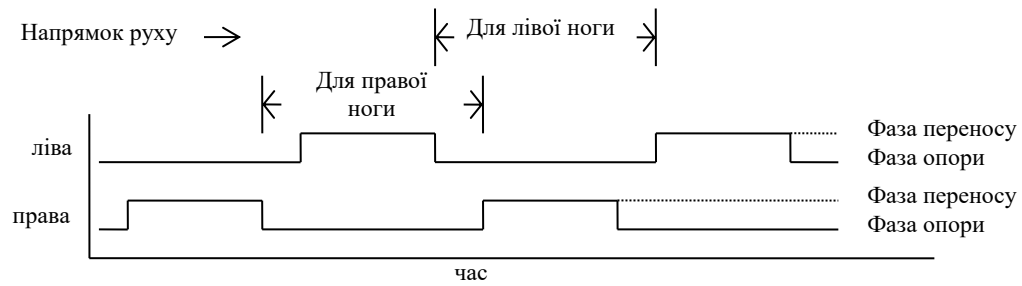


Рис. 2.8. Принцип визначення тривалості опори.

Тривалість одиночної опори, тривалість опори на одну ногу, одноопорний інтервал (с) – частина тривалості опори на одну стопу в межах інтервалу знаходження протилежної ноги у фазі переносу (рис. 2.9).

Тривалість подвійної опори, тривалість опори на дві ноги, двоопорний інтервал (с) – час між першим контактом відбитку стопи, що оцінюється, й останнім контактом відбитку протилежної стопи, який додається до часу між останнім контактом відбитку оцінюваної стопи й першим контактом наступного відбитку протилежної стопи (рис. 2.10).

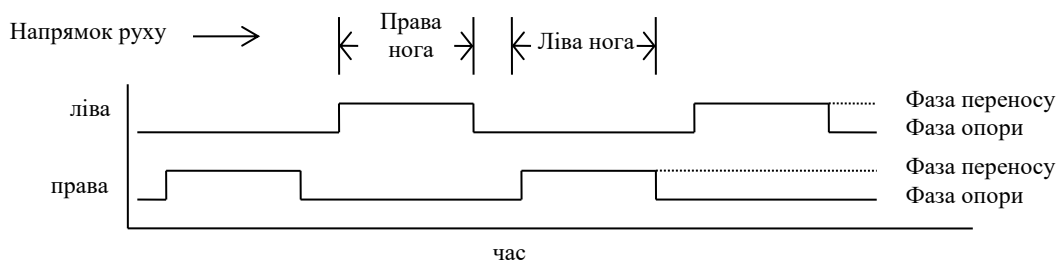


Рис. 2.9. Принцип визначення тривалості одиночної опори.

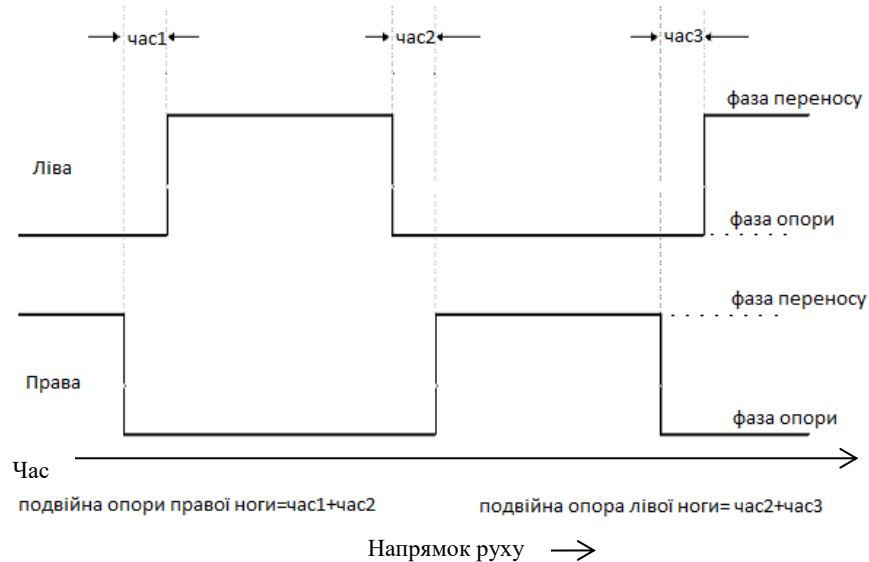


Рис. 2.10. Принцип визначення тривалості подвійної опори.

Тривалість проходу (c) – час між першими контактами першого й останнього кроку при проході доріжкою.

Швидкість (см/с) отримували поділом пройденної відстані на тривалість проходу.

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (Functional Ambulation Performance Score, FAP). Цей показник є оцінкою якості («нормальності») ходьби. FAP відображає рівень підтримання рівноваги та збереження стабільності тіла під час руху. Відображається єдиним числом. FAP автоматично обчислюється системою GAITRite® з урахуванням тривалості кроку, відношення довжини кроку до довжини ноги, середньої нормованої швидкості (швидкість/середня довжина ноги) та середньої довжини ноги – середнє арифметичне суми довжини правої та лівої ніг. На величину показника FAP впливають також наявність сторонньої асистенції при ходьбі, використання обстежуваним допоміжних засобів, а також динаміка ширини бази опори. У нормі величина FAP складає 95-100 %, що дозволяє оцінити якість, «нормальність» ходьби, яка є інтегральним відображенням рівня підтримання рівноваги та збереження стабільності під час руху [116, 117, 159].

Обстежувані здійснювали два проходи доріжкою. Дані двох проходів об'єднували й оцінювали ходьбу на відстані в середньому 8,4 метри в кожній серії. Просторово-часові параметри ходьби визначали окремо для правої та лівої ноги.

2.3. Умови дослідження ходьби

Просторово-часові параметри ходьби оцінювали в межах двох фізіологічних парадигм: звичайна ходьба з довільною індивідуально зручною швидкістю (звичайна ходьба) та ходьба з додатковими завданнями.

Кожен обстежуваний тестувався в наступній послідовності:

- 1) звичайна ходьба;
- 2) ходьба з одночасним виконанням моторного завдання;
- 3) ходьба з одночасним виконанням когнітивного завдання.

Для вивчення впливу додаткового моторного завдання на просторово-часові параметри ходьби людини ми використали пристрій для оцінки здатності стабілізувати положення рук [4]. Пристрій являє собою дерев'яну основу довжиною 52,5 см, шириною 13,5 см. На основі пристрою на висоті 8 см вмонтовано дві металеві перекладини довжиною 40 см, відстань між ними складає 4 см. На перекладинах вільно розташовується пластмасова куля діаметром 5,7 см, масою 185,0 г. Обмежувачі на кінцях перекладин утримують кулю від падіння. Загальна маса пристрою складає 1015,0 г (рис. 2.11).

Перед ходьбою з одночасним моторним завданням досліджувані інструктувалися наступним чином: «Ви повинні йти доріжкою зі зручною для Вас швидкістю, утримуючи перед собою обома руками пристрій таким чином, щоб куля завжди знаходилась посередині його перекладин».

Додатковим когнітивним завданням було обрано послідовне (без повторень) проговорення назв будь-яких відомих досліджуваним тварин. Перед тестуванням ходьби з одночасним когнітивним завданням досліджуваним добровольцям надавали наступну інструкцію: «Ви маєте йти доріжкою з до-

вільно-зручною швидкістю й одночасно голосно проговорювати назви відомих Вам тварин, намагаючись не повторювати вже названих. Починати називати тварин потрібно з початком ходьби й завершувати з її завершенням».



Рис. 2.11. Пристрій для оцінки здатності стабілізувати положення рук.

При опрацюванні результатів оцінювали якість ходьби та якість виконання самого когнітивного завдання, зокрема середню загальну кількість названих тварин, середню кількість помилок. Помилками вважались випадки повторення тварин та випадки повної зупинки ходьби.

Попередніх інструкцій щодо пріоритету одного завдання над іншим (ходьби над додатковим завданням або навпаки) не надавали. Ходьбу доріжкою досліджувані розпочинали після команди «починаємо йти».

2.4. Антропометричне обстеження досліджуваних

З урахуванням залежності біомеханіки ходьби людини від антропометричних параметрів, у досліджуваних визначали масу тіла (кг), зріст (см), довжину ноги (см) (вимірювали білатерально від trochanter major до доріжки (опори) через середину lateral malleolus).

Антропометричні параметри в групах обстежуваних представлені в таблицях 2.1, 2.2, 2.3.

При міжвіковому порівнянні маси тіла та зросту в жінок середнього віку з групами підліткового та юнацького віку, а також при порівнянні підліткової та юнацької груп чоловіків, виявлені достовірні відмінності ($p < 0,05$) (див. табл. 2.1, 2.2). Інші показники статистично значущих відмінностей не мали ($p > 0,05$ у всіх випадках) (див. табл. 2.1, 2.2).

При гендерному порівнянні антропометричних параметрів у групах обстежуваних виявлено статистично достовірні відмінності показників ($p < 0,05$) у всіх випадках (див. табл. 2.1, 2,3).

Таблиця 2.1

Антропометричні параметри в групах (середнє±ст.помил.)

Антропометричні параметри	Жінки			Чоловіки	
	Підліткового віку	Юнацького віку	Середнього віку	Підліткового віку	Юнацького віку
Маса тіла, кг	59,86±1,34	60,89±1,07	69,47±2,85	68,43±2,29	73,00±1,69
Зріст, см	167,75±1,72	165,85±0,71	160,83±3,66	175,85±1,41	179,51±1,04
Довжина ноги, см	84,19±1,42	85,06±0,475	85,21±0,79	91,12±0,91	91,53±0,66

Таблиця 2.2

Міжвікові відмінності антропометричних параметрів в групах (P)

Антропометричні параметри	Жінки			Чоловіки
	Підлітковий/юнацький вік	підлітковий/середній вік	юнацький/середній вік	підлітковий/юнацький вік
Маса тіла	0,4533	0,0212	0,0461	0,0373
Зріст	0,3213	0,0301	0,0474	0,0422
Довжина ноги	0,8340	0,9252	0,9612	0,5240

Таблиця 2.3

Гендерні відмінності антропометричних параметрів в групах (Р)

Антропометричні параметри	Підлітковий вік	Юнацький вік
Маса тіла	0,0332	0,0201
Зріст	0,0133	0,0101
Довжина ноги	0,0422	0,0453

2.5. Статистична обробка даних

Статистичне опрацювання просторових та часових параметрів ходьби, отриманих за допомогою системи GAITRite®, проводили з використанням «Microsoft Office Access». Обчислювали наступні показники: вибіркоче середнє (M), стандартну похибку середнього (m), значення вірогідності (P) для всіх параметрів ходьби. Оцінку вибірок проводили за допомогою дисперсійного аналізу з наступним порівнянням вибіркових середніх за допомогою методів непараметричної статистики – визначення критерію Ньюмана-Кеулса для незалежних вибірок та критерію Уїлкоксона для пов'язаних вибірок. Статистичну обробку отриманих результатів проводили в пакеті “STATISTICA 5.5” (належить ЦНІТ ВНМУ ім. М.І. Пирогова, ліцензійний № AXXR910A374605FA).

Комісією з питань біоетики Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова (протокол № 5 від 01.03.2012 р.) було встановлено, що проведені дослідження виконано згідно з міжнародними правовими та етичними нормами проведення наукових досліджень з біологічних наук із залученням людей.

Докладний числовий матеріал дисертаційної роботи винесено в додатки.

РОЗДІЛ 3

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ПАРАМЕТРИ ЗВИЧАЙНОЇ ХОДЬБИ У ЧОЛОВІКІВ ТА ЖІНОК РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП

Просторово-часові параметри ходьби з довільною індивідуально зручною швидкістю вивчали в 215 осіб, з них 127 жінок 15-43 років (середній вік $19,7 \pm 6,55$ роки) та 88 чоловіків 13-21 років (середній вік $17,03 \pm 1,25$ роки).

3.1. Просторово-часові параметри звичайної ходьби в чоловічих групах

Обстежуваних чоловіків було поділено на дві вікові групи:

1. Група підліткового віку – 33 особи 13-16 річного віку (середній вік $15,82 \pm 0,39$ роки).
2. Група юнацького віку – 55 осіб 17-21 річного віку (середній вік $17,76 \pm 0,99$ роки).

При дослідженні просторово-часових параметрів **звичайної ходьби в чоловіків підліткового віку** встановлено, що середня швидкість складала $129,40 \pm 3,27$ см/с (у середньому відстань у $672,50 \pm 10,51$ см долали за $5,34 \pm 0,19$ с); при звичайному проході кількість кроків за хвилину становила $112,31 \pm 1,63$ (табл. А.1).

При вивченні звичайної ходьби в групі чоловіків підліткового віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою складала $68,71 \pm 1,27$ см, лівою ногою – $69,20 \pm 1,24$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги становило $0,76 \pm 0,01$ справа та $0,77 \pm 0,01$ зліва; довжина подвійного кроку правою ногою складала $137,88 \pm 2,47$ см, довжина подвійного кроку лівою ногою – $137,95 \pm 2,48$ см; у даній групі обстежуваних при звичайній ходьбі ширина бази опори для правої ноги дорівнювала

10,27±0,42 см, ширина бази опори для лівої ноги – 10,08±0,44 см; кут розвороту правої стопи становив 9,47±1,06°, кут розвороту лівої стопи – 7,84±1,15° (див. табл. А.1).

При аналізі часових показників звичайної ходьби в чоловіків підліткового віку визначено, що тривалості кроків правою та лівою ногою були однаковими й дорівнювали 0,54±0,01 с; тривалість крокового циклу для правої ноги дорівнювала 1,07±0,02 с, для лівої ноги – 1,08±0,02 с. Тривалість переносу правої ноги становила 0,44±0,01 с, тривалість переносу лівої ноги – 0,44±0,01 с. Час опори для правої та лівої ніг був однаковим і тривав 0,63±0,01 с. Тривалість одиночної опори правою ногою складала 0,44±0,01 с, лівою ногою – 0,44±0,01 с. Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою мала однакову тривалість – 0,19±0,01 с. (див. табл. А.1).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») FAP звичайної ходьби в чоловіків підліткового віку склав 96,42±4,04 %, що вказує на відповідність ходьби нормативним показникам.

При дослідженні просторово-часових параметрів **звичайної ходьби в чоловіків юнацького віку** встановлено, що середня швидкість складала 126,26±2,98 см/с (у середньому відстань у 672,83±6,85 см долали за 5,55±0,20 с); при звичайному проході кількість кроків за хвилину становила 109,02±1,29 (див. табл. А.1).

При вивченні звичайної ходьби в групі чоловіків юнацького віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою складала 69,08±1,13 см, лівою ногою – 69,18±1,08 см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги було однаковим з обох сторін і становило 0,75±0,01; довжина подвійного кроку правою ногою складала 138,40±2,16 см, довжина подвійного кроку лівою ногою – 138,52±2,19 см; у даній групі обстежуваних при звичайній ходьбі ширина бази опори для правої ноги дорівнювала 9,80±0,39 см, для лівої ноги – 9,74±0,39 см; кут розвороту правої стопи становив 10,47±0,81°, лівої стопи – 8,21±0,75° (див. табл. А.1).

При аналізі часових показників звичайної ходьби в чоловіків юнацького віку визначено, що тривалість кроків правою ногою дорівнювала $0,55 \pm 0,01$ с, лівою ногою – $0,56 \pm 0,01$ с; тривалості крокового циклу для правої та лівої ноги були однаковими й дорівнювали $1,11 \pm 0,01$ с. Тривалість переносу правої ноги становила $0,45 \pm 0,01$ с, лівої ноги – $0,46 \pm 0,01$ с. Час опори для правої ноги тривав $0,65 \pm 0,01$ с, для лівої ноги – $0,66 \pm 0,01$ с. Тривалість одиночної опори правою ногою складала $0,46 \pm 0,01$ с, лівою ногою – $0,45 \pm 0,01$ с. Опора на обидві ноги при виконанні кроку справа становила – $0,21 \pm 0,01$ с, зліва – $0,20 \pm 0,01$ с (див. табл. А.1).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») FAP звичайної ходьби в чоловіків підліткового віку склав $96,69 \pm 4,94$ %, що вказує на відповідність ходьби нормативним показникам.

3.2. Просторово-часові параметри звичайної ходьби в жіночих групах

Обстежуваних жінок було поділено на три вікові групи:

1. Група підліткового віку – 36 осіб 15 річного віку.
2. Група юнацького віку – 54 особи 16-20 років (середній вік $17,37 \pm 0,99$ роки).
3. Група середнього віку – 37 осіб 21-43 років (середній вік $27,7 \pm 7,27$ роки).

При дослідженні просторово-часових параметрів звичайної ходьби в жінок підліткового віку встановлено, що середня швидкість складала $118,65 \pm 3,12$ см/с (у середньому відстань у $685,30 \pm 9,50$ см долали за $5,94 \pm 0,21$ с); кількість кроків за хвилину становила $112,08 \pm 1,81$ (табл. А.2).

При вивченні звичайної ходьби в групі жінок підліткового віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою складала $63,08 \pm 0,89$ см, лівою ногою – $63,37 \pm 0,88$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги з обох сторін було однаковим і становило $0,75 \pm 0,01$; дов-

жина подвійного кроку правою ногою склала $126,76 \pm 1,73$ см, довжина подвійного кроку лівою ногою – $126,74 \pm 1,77$ см; ширина бази опори для правої ноги дорівнювала $7,71 \pm 0,52$ см, для лівої ноги – $7,70 \pm 0,50$ см; кут розвороту правої стопи становив $2,34 \pm 0,80^\circ$, кут розвороту лівої стопи – $0,04 \pm 0,77^\circ$ (див. табл. А.2).

При аналізі часових показників звичайної ходьби в жінок підліткового віку визначено, що тривалість кроків та тривалість крокового циклу правою та лівою ногою були однаковими й дорівнювали $0,54 \pm 0,01$ с та $1,08 \pm 0,02$ с відповідно. Тривалості переносу правої та лівої ніг були однаковими і становили $0,44 \pm 0,01$ с. Час опори для правої та лівої ніг був однаковим і тривав $0,64 \pm 0,01$ с. Тривалість одиночної опори правою і лівою ногою була однаковою і складала $0,44 \pm 0,01$ с. Опора на обидві ноги при виконанні кроку правою ногою тривала $0,20 \pm 0,04$ с, лівою ногою – $0,21 \pm 0,04$ с. (див. табл. А.2).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») FAP звичайної ходьби в жінок підліткового віку склав $97,06 \pm 3,87$ %, що вказує на відповідність ходьби нормативним показникам.

При дослідженні просторово-часових параметрів звичайної ходьби в жінок юнацького віку встановлено, що середня швидкість складала $117,91 \pm 2,28$ см/с (у середньому відстань у $707,93 \pm 9,78$ см долали за $6,16 \pm 0,17$ с). Кількість кроків за хвилину становила $112,91 \pm 1,34$ (див. табл. А.2).

При вивченні звичайної ходьби в групі жінок юнацького віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою склала $62,12 \pm 0,62$ см, лівою ногою – $62,74 \pm 0,71$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги справа становило $0,73 \pm 0,01$, зліва – $0,74 \pm 0,01$; довжина подвійного кроку правою ногою склала $125,13 \pm 1,30$ см, лівою ногою – $125,03 \pm 1,30$ см; ширина бази опори для правої ноги дорівнювала $6,85 \pm 0,33$ см, для лівої ноги – $6,76 \pm 0,34$ см; кут розвороту правої стопи становив $3,15 \pm 0,61^\circ$, лівої стопи – $1,03 \pm 0,72^\circ$ (див. табл. А.2).

При аналізі часових показників звичайної ходьби в жінок юнацького віку визначено, що тривалість кроків правою ногою становила $0,53 \pm 0,01$ с, лівою ногою – $0,54 \pm 0,01$ с; тривалість крокового циклу для правої ноги дорівнювала $1,06 \pm 0,01$ с, для лівої ноги – $1,07 \pm 0,01$ с. Тривалості переносу правої та лівої ніг не відрізнялись і становили $0,44 \pm 0,01$ с. Час опори для правої ноги тривав $0,64 \pm 0,01$ с, для лівої ноги – $0,63 \pm 0,01$ с. Тривалості одиночної та подвійної опори з обох сторін не відрізнялись і становили $0,44 \pm 0,01$ с та $0,20 \pm 0,01$ с відповідно (див. табл. А.2).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») FAP звичайної ходьби в жінок юнацького віку склав $96,67 \pm 3,97$ %, що вказує на відповідність ходьби нормативним показникам.

При дослідженні просторово-часових параметрів **звичайної ходьби в жінок середнього віку** встановлено, що середня швидкість складала $112,26 \pm 2,80$ см/с (у середньому відстань у $711,07 \pm 8,42$ см долали за $6,50 \pm 0,20$ с). Кількість кроків за хвилину становила $109,88 \pm 1,82$ (див. табл. А.2).

При вивченні звичайної ходьби в групі жінок середнього віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою склала $61,17 \pm 0,83$ см, лівою ногою – $61,02 \pm 0,79$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги справа становило $0,70 \pm 0,02$, зліва – $0,72 \pm 0,01$; довжина подвійного кроку правою ногою склала $122,34 \pm 1,64$ см, лівою ногою – $122,33 \pm 1,58$ см; ширина бази опори для правої ноги дорівнювала $7,36 \pm 0,48$ см, ширина бази опори для лівої ноги – $7,26 \pm 0,45$ см; кут розвороту правої стопи становив $4,03 \pm 0,74$ °, кут розвороту лівої стопи – $3,34 \pm 0,81$ ° (див. табл. А.2).

При аналізі часових показників звичайної ходьби в жінок середнього віку визначено, що тривалість кроків правою та лівою ногою не відрізнялись і становила $0,55 \pm 0,01$ с; тривалість крокового циклу для правої та лівої ніг була однаковою і дорівнювала $1,10 \pm 0,02$ с. Тривалості переносу правої та лівої ніг не відрізнялись і становили $0,44 \pm 0,01$ с. Час опори для правої ноги тривав

0,67±0,01 с, для лівої ноги – 0,66±0,01 с. Тривалість одиночної та подвійної опори з обох сторін не відрізнялись і становили 0,44±0,01 с та 0,23±0,01 с відповідно (див. табл. А.2).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») FAP звичайної ходьби в жінок середнього віку склав 96,84±5,26 %, що вказує на відповідність ходьби нормативним показникам.

3.3. Відмінності просторово-часових параметрів звичайної ходьби при порівнянні різних вікових та статевих груп

При гендерному порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби в групах підліткового віку встановлено достовірну відмінність більшості просторових параметрів. Так, у даній віковій групі в чоловіків більші ніж у жінок: довжина кроку (на 8,2±1,6 % справа та 8,4±1,5 % зліва), довжина подвійного кроку з обох сторін (на 8,1±1,5 %), ширина бази опори з обох сторін (на 24,9±4,6 % справа та 23,6±4,7 % зліва) ($p < 0,05$). Кути розвороту обох стоп у чоловіків (7,84±1,15 ° зліва, 9,47±1,06 ° справа) та жінок (0,04±0,77 ° зліва, 2,34±0,80 ° справа) значуще відрізнялись ($p < 0,001$) (рис. 3.1). Достовірних відмінностей в співвідношенні довжини кроку до довжини кінцівки, в пройденій відстані та в усіх часових параметрах не було виявлено (табл.А.3).

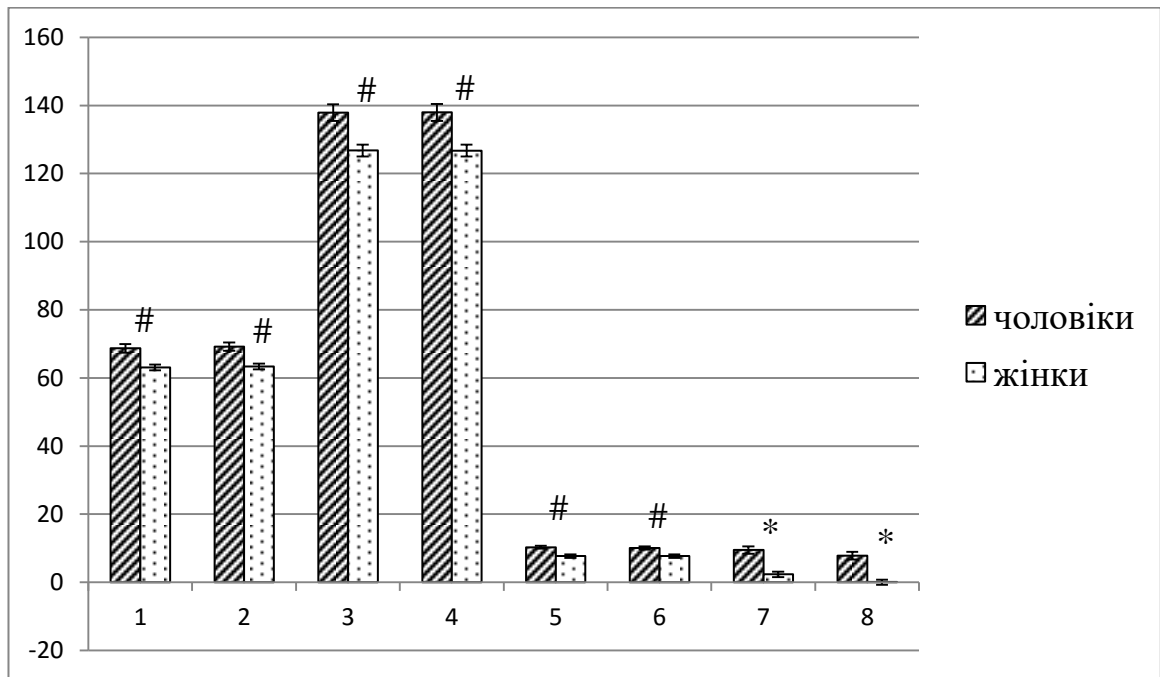


Рис. 3.1. Відмінності просторових параметрів звичайної ходьби чоловіків і жінок підліткового віку.

Примітки: 1 – довжина кроку правою ногою; 2 – довжина кроку лівою ногою; 3 – довжина подвійного кроку правою ногою; 4 – довжина подвійного кроку лівою ногою; 5 – ширина бази опори для правої ноги; 6 - ширина бази опори для лівої ноги; 7 – кут розвороту правої стопи; 8 – кут розвороту лівої стопи; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

При гендерному порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби в групах юнацького віку встановлено достовірні відмінності більшості просторових параметрів. Так у даній віковій групі в чоловіків більші ніж у жінок: довжина кроку зліва (на $8,4 \pm 1,5$ %) та справа (на $8,2 \pm 1,5$ %), довжина подвійного кроку зліва та справа (на $8,1 \pm 1,5$ %) ($p < 0,05$), ширина бази опори зліва (на $23,6 \pm 4,7$ %) та справа (на $24,9 \pm 4,5$ %) (рис. 3.2). Кути розвороту обох стоп у чоловіків ($8,21 \pm 0,75^\circ$ зліва, $10,47 \pm 0,81^\circ$ справа) та жінок ($3,15 \pm 0,61^\circ$ зліва; $1,03 \pm 0,72^\circ$ справа) значуще відрізнялись ($p < 0,001$). Достові-

рних відмінностей в співвідношенні довжини кроку до довжини кінцівки та в усіх часових параметрах не було виявлено (табл. А.4).

При міжвіковому порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби в чоловічих групах встановлено, що між чоловіками підліткового та юнацького віку статистично достовірних відмінностей під час ходьби в довільному темпі не виявлено ні в просторових, ні в часових характеристиках. У всіх досліджуваних групах чоловіків інтегральний показник «нормальності» FAP знаходився в межах норми (96,42-96,69%) (табл. А.5).

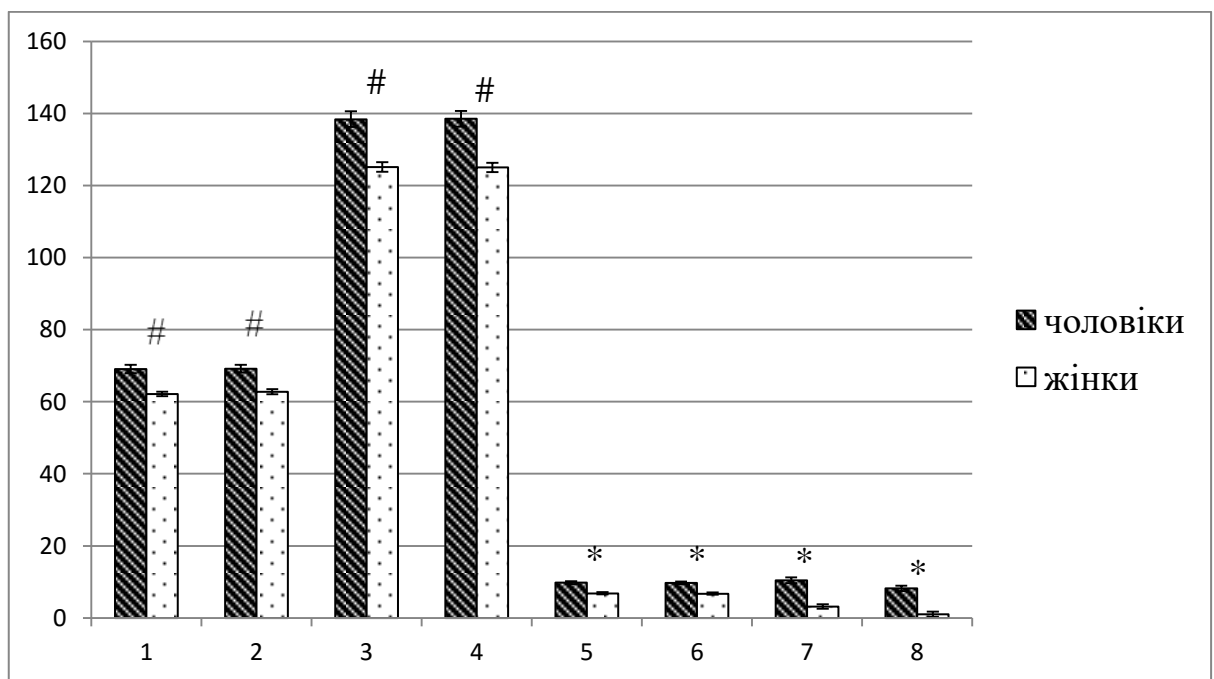


Рис. 3.2. Відмінності просторових параметрів звичайної ходьби чоловіків і жінок юнацького віку.

Примітки: 1 – довжина кроку правою ногою; 2 – довжина кроку лівою ногою; 3 – довжина подвійного кроку правою ногою; 4 – довжина подвійного кроку лівою ногою; 5 – ширина бази опори для правої ноги; 6 – ширина бази опори для лівої ноги; 7 – кут розвороту правої стопи; 8 – кут розвороту лівої стопи; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

При міжвіковому порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби в жіночих групах встановлено, що між групами жінок підліткового та юнацького віку статистично достовірних відмінностей під час ходьби в довільному темпі в часових характеристиках не виявлено.

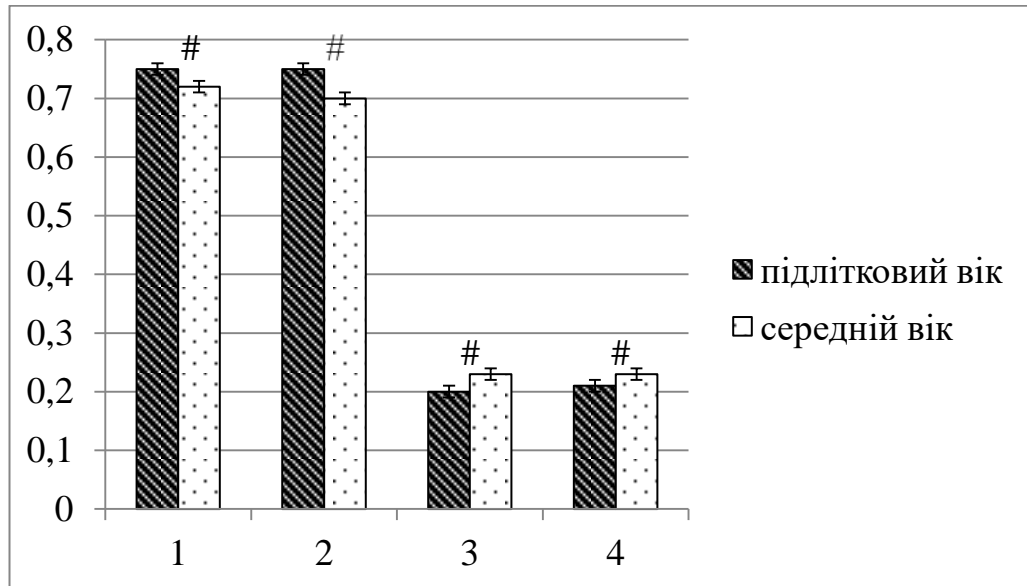


Рис. 3.3. Відмінності параметрів звичайної ходьби жінок підліткового та середнього віку.

Примітки: 1 – співвідношення довжини крок/кінцівка зліва; 2 – співвідношення довжини крок/кінцівка справа; 3 – час опори на обидві стопи справа; 4 – час опори на обидві стопи зліва; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$.

При порівнянні групи жінок середнього віку з групами жінок підліткового і юнацького віку виявлені такі достовірні відмінності:

- співвідношення довжини крок/кінцівка ($p < 0,05$) більше в жінок підліткового віку, ніж у жінок середнього віку (на $4,0 \pm 1,5$ % зліва та $6,7 \pm 2,0$ % справа). Час подвійної опори менший в підлітків, ніж у жінок середнього віку (на $9,5 \pm 4,8$ % зліва та $10,0 \pm 5,0$ % справа) ($p < 0,05$) (рис. 3.3) (табл. А.6).

- у жінок юнацького віку час опори на обидві стопи зліва і справа менший ніж у жінок середнього віку (на $15,0 \pm 5,0$ %) ($p < 0,05$). Також виявилось, що тривалість опори на одну стопу в жінок юнацького віку була меншою ніж у жінок середнього віку (на $3,1 \pm 1,6$ % зліва та $4,7 \pm 1,6$ % справа) ($p < 0,05$) (рис. 3.4) (див. табл. А.6).

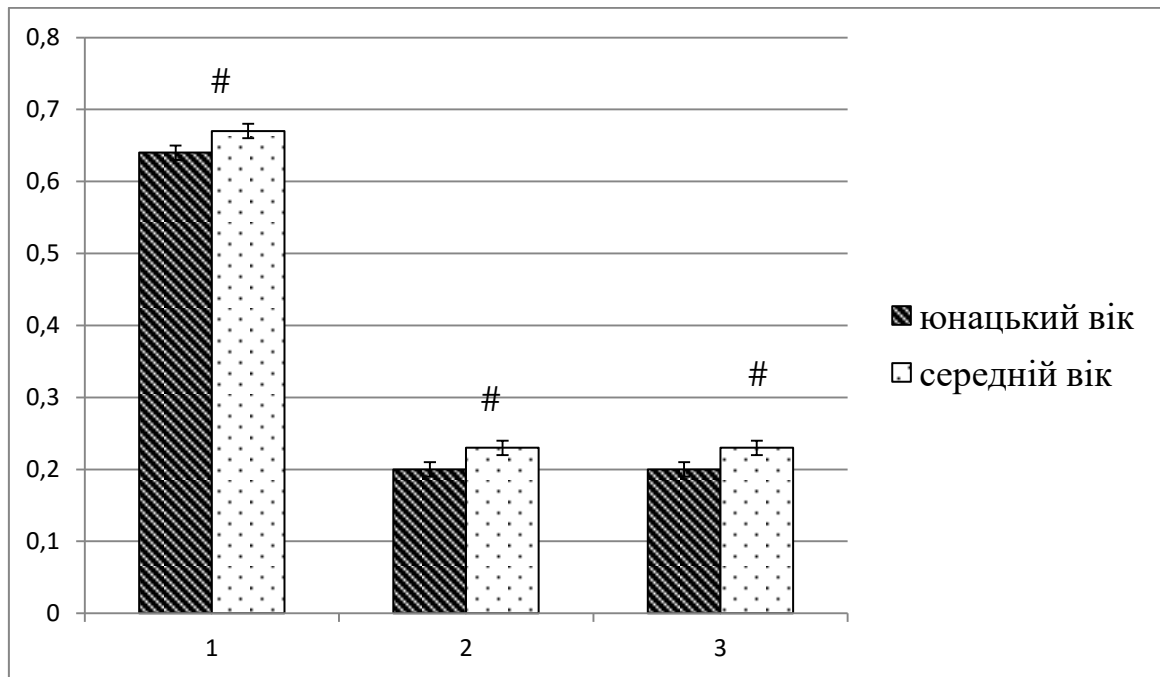


Рис. 3.4. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби жінок юнацького та середнього віку.

Примітки: 1 – час опори на одну стопу з обох сторін; 2 – час опори на обидві стопи справа; 3 – час опори на обидві стопи зліва; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$.

Отже, встановлено основні просторово-часові показники нормальної ходьби в групах досліджуваних розподілених за гендерними та віковими ознаками.

При гендерному порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби в досліджуваних групах характер відмінностей мав наступні закономірності: чоловіки, в порівнянні з жінками, мають більші довжину кроку та

подвійного кроку, ширину бази опори, кути розвороту стоп. На відміну від просторових, часові параметри не відрізнялись.

Встановлені міжвікові відмінності при порівнянні даних ходьби групи жінок середнього віку з групами підліткового і юнацького віку: співвідношення довжини кроку до довжини ноги у жінок підліткового віку більше, ніж у жінок середнього віку; час опори на обидві стопи у жінок підліткового віку триває менше, ніж у жінок середнього віку; час опори на обидві стопи у жінок юнацького віку коротше, ніж у жінок середнього віку; час опори на одну стопу у жінок юнацького віку коротше, ніж у жінок середнього віку.

Результати досліджень, які представлені в даному розділі дисертації, відображені в двох наукових статтях у фахових журналах, що рекомендовані ДАК МОН України [21, 22] та одній тезі міжнародної науково-практичної конференції [18].

РОЗДІЛ 4

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ПАРАМЕТРИ ХОДЬБИ У ЧОЛОВІКІВ ТА ЖІНОК РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП ПРИ ВИКОНАННІ ДОДАТКОВИХ ЗАВДАНЬ

4.1. Просторово-часові параметри ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків та жінок різних вікових груп

З метою вивчення впливу моторного завдання на просторово-часові параметри ходьби обстежуваних просили виконати прохід доріжкою з довільно-зручною швидкістю, одночасно утримуючи перед собою обома руками пристрій так, щоб куля завжди знаходилась посередині перекладин.

При дослідженні просторово-часових параметрів **ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків підліткового віку** встановлено, що середня швидкість дорівнювала $108,45 \pm 4,08$ см/с (у середньому відстань у $702,05 \pm 9,55$ см долали за $6,89 \pm 0,36$ с); кількість кроків за хвилину становила $110,86 \pm 1,81$ (табл. Б.1).

При вивченні ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в групі чоловіків підліткового віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою склала $58,29 \pm 1,70$ см, лівою ногою – $58,46 \pm 1,64$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги становило $0,64 \pm 0,02$ справа та зліва; довжина подвійного кроку правою ногою склала $116,95 \pm 3,30$ см, довжина подвійного кроку лівою ногою – $116,68 \pm 3,29$ см; у даній групі обстежуваних при ходьбі з одночасним виконанням моторного завдання ширина бази опори для правої ноги становила $8,47 \pm 0,51$ см, ширина бази опори для лівої ноги – $8,49 \pm 0,53$ см; кут розвороту правої стопи становив $8,65 \pm 1,01^\circ$, кут розвороту лівої стопи – $6,75 \pm 1,10^\circ$ (див табл. Б.1).

При аналізі часових показників ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків підліткового віку встановлено, що тривалість

кроків правою ногою становила $0,55 \pm 0,01$ с, лівою ногою – $0,54 \pm 0,01$ с; тривалість крокового циклу для правої та лівої ніг була однаковою і становила $1,09 \pm 0,02$ с. Тривалість переносу правої та лівої ніг була однаковою і становила $0,44 \pm 0,01$ с. Час опори для правої та лівої ніг був однаковим і тривав $0,65 \pm 0,01$ с. Тривалість одиночної опори складала $0,44 \pm 0,01$ с з обох сторін. Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою тривала однаковий час – $0,21 \pm 0,01$ с (див табл. Б.1).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (FAP) з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків підліткового віку склав $83,12 \pm 4,67$ %, що свідчить про зниження якості ходьби за даних умов.

При дослідженні просторово-часових параметрів **ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків юнацького віку** встановлено, що середня швидкість дорівнювала $110,78 \pm 3,32$ см/с (у середньому відстань у $689,93 \pm 7,08$ см долали за $6,62 \pm 0,26$ с); кількість кроків за хвилину становила $108,30 \pm 1,58$ (див табл. Б.1).

При вивченні ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в групі чоловіків юнацького віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою становила $60,75 \pm 1,29$ см, лівою ногою – $60,96 \pm 1,27$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги було однаковим з обох сторін і становило $0,66 \pm 0,02$; довжина подвійного кроку правою ногою становила $121,68 \pm 2,56$ см, довжина подвійного кроку лівою ногою – $121,97 \pm 2,53$ см; у даній групі обстежуваних при ходьбі з одночасним виконанням моторного завдання ширина бази опори для правої ноги дорівнювала $8,88 \pm 0,36$ см, ширина бази опори для лівої ноги – $8,87 \pm 0,37$ см; кут розвороту правої стопи становив $9,47 \pm 0,92$ °, кут розвороту лівої стопи – $6,78 \pm 0,78$ ° (див. табл. Б.1).

При аналізі часових показників ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків юнацького віку визначено, що тривалість кроків правою та лівою ногою була однаковою і становила $0,56 \pm 0,01$ с; тривалість

крокового циклу для правої та лівої ніг була однаковою і становила $1,12 \pm 0,02$ с. Тривалість переносу правої та лівої ніг була однаковою і становила $0,45 \pm 0,01$ с. Час опори для правої та лівої ніг був однаковим і тривав $0,67 \pm 0,01$ с. Тривалість одиночної опори складала $0,45 \pm 0,01$ с з обох сторін. Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою тривала однаковий час – $0,22 \pm 0,01$ с (див. табл. Б.1).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (FAP) з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків юнацького віку склав $82,82 \pm 3,15$ %, що свідчить про зниження якості ходьби за даних умов.

При дослідженні просторово-часових параметрів **ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок підліткового віку** встановлено, що середня швидкість дорівнювала $97,19 \pm 4,50$ см/с (у середньому відстань у $701,43 \pm 9,94$ см долали за $7,98 \pm 0,53$ с); кількість кроків за хвилину становила $107,37 \pm 2,66$ (табл. Б.2).

При вивченні ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в групі жінок підліткового віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою становила $53,54 \pm 1,46$ см, лівою ногою – $53,18 \pm 1,41$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги становило $0,64 \pm 0,02$ справа та $0,63 \pm 0,02$ зліва; довжина подвійного кроку правою ногою становила $106,79 \pm 2,83$ см, довжина подвійного кроку лівою ногою – $106,79 \pm 2,89$ см; у даній групі обстежуваних при ходьбі з одночасним виконанням моторного завдання ширина бази опори для правої ноги дорівнювала $6,81 \pm 0,47$ см, ширина бази опори для лівої ноги – $6,95 \pm 0,47$ см; кут розвороту правої стопи становив $2,25 \pm 0,87$ °, кут розвороту лівої стопи – $1,28 \pm 0,93$ ° (див. табл. Б.2).

При аналізі часових показників ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок підліткового віку визначено, що тривалість кроків правою ногою становила $0,57 \pm 0,02$ с, лівою ногою – $0,58 \pm 0,02$ с; тривалість крокового циклу для правої та лівої ніг була однаковою і становила

1,15±0,04 с. Тривалість переносу правої та лівої ніг була однаковою і становила 0,45±0,01 с. Час опори для правої та лівої ніг був однаковим і тривав 0,70±0,02 с. Тривалість одиночної опори складала 0,45±0,01 с з обох сторін. Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою тривала однаковий час – 0,25±0,01 с (див. табл. Б.2).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (FAP) з одночасним виконанням моторного завдання в жінок підліткового віку склав 83,18±3,26 %, що свідчить про зниження якості ходьби за даних умов.

При дослідженні просторово-часових параметрів **ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок юнацького віку** встановлено, що середня швидкість дорівнювала 113,22±3,85 см/с (у середньому відстань у 706,58±9,72 см долали за 7,02±0,46 с); кількість кроків за хвилину становила 102,76±2,72 (див табл. Б.2).

При вивченні ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в групі жінок юнацького віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою становила 51,39±1,06 см, лівою ногою – 52,14±1,06 см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги становило 0,60±0,01 справа та 0,61±0,01 зліва; довжина подвійного кроку правою ногою становила 103,54±2,13 см, довжина подвійного кроку лівою ногою – 103,74±2,11 см; у даній групі обстежуваних при ходьбі з одночасним виконанням моторного завдання ширина бази опори для правої ноги дорівнювала 6,06±0,35 см, ширина бази опори для лівої ноги – 6,18±0,35 см; кут розвороту правої стопи становив 2,99±0,65 °, кут розвороту лівої стопи – 0,30±0,65 ° (див. табл. Б.2).

При аналізі часових показників ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок юнацького віку визначено, що тривалість кроків правою ногою становила 0,55±0,02 с, лівою ногою – 0,56±0,02 с; тривалість крокового циклу для правої та лівої ніг була однаковою і становила 1,11±0,04 с. Тривалість переносу правої та лівої ніг була однаковою і становила 0,44±0,01 с. Час опори для правої та лівої ніг був однаковим і тривав

0,67±0,03 с. Тривалість одиночної опори складала 0,44±0,01 с з обох сторін. Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою тривала однаковий час – 0,22±0,01 с (див. табл. Б.2).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (FAP) з одночасним виконанням моторного завдання в жінок юнацького віку склав 82,82±2,13 %, що свідчить про зниження якості ходьби за даних умов.

При дослідженні просторово-часових параметрів **ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок середнього віку** встановлено, що середня швидкість дорівнювала 92,82±4,75 см/с (у середньому відстань у 722,29±7,35 см долали за 8,86±0,63 с); кількість кроків за хвилину становила 104,43±3,22 (табл. Б.2).

При вивченні ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в групі жінок середнього віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою становила 51,81±1,49 см, лівою ногою – 52,60±1,44 см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги становило 0,60±0,02 справа та 0,62±0,02 зліва; довжина подвійного кроку правою ногою становила 104,74±2,94 см, довжина подвійного кроку лівою ногою – 104,49±2,92 см; у даній групі обстежуваних при ходьбі з одночасним виконанням моторного завдання ширина бази опори для правої ноги дорівнювала 6,98±0,38 см, ширина бази опори для лівої ноги – 6,98±0,39 см; кут розвороту правої стопи становив 3,85±0,80 °, кут розвороту лівої стопи - 2,84±0,97 ° (див. табл. Б.2).

При аналізі часових показників ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок середнього віку визначено, що тривалість кроків правою та лівою ногою була однаковою і становила 0,60±0,02 с; тривалість крокового циклу для правої та лівої ніг була однаковою і становила 1,19±0,04 с. Тривалість переносу правої та лівої ніг була однаковою і становила 0,45±0,01 с. Час опори для правої та лівої ніг був однаковим і тривав 0,74±0,03 с. Тривалість одиночної опори складала 0,45±0,01 с з обох сторін.

Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою тривала однаковий час – $0,29 \pm 0,02$ с (див. табл. Б.2).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (FAP) з одночасним виконанням моторного завдання в жінок середнього віку склав $81,83 \pm 4,04$ %, що свідчить про зниження якості ходьби за даних умов.

4.2. Відмінності просторово-часових параметрів звичайної ходьби та ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в різних вікових та статевих групах

При порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків підліткового віку визначено, що частина просторових показників має статистично значущі відмінності. Так, довжина кроку зліва та справа зменшилась на $15,5 \pm 0,5$ та $15,5 \pm 0,6$ % відповідно; довжина подвійного кроку зліва та справа зменшилась на $15,4 \pm 0,6$ та $15,2 \pm 0,6$ % відповідно (рис. 4.1); співвідношення довжини кроку до довжини ноги з ліва та справа статистично значуще зменшилась на $16,9 \pm 1,3$ та $15,8 \pm 1,3$ % відповідно ($p < 0,001$) (табл. Б.6). Решта просторових показників ходьби з одночасним виконанням моторного завдання – кут розвороту стопи з обох сторін, ширина бази опори з обох сторін, пройдена відстань у порівнянні з аналогічними показниками при ходьбі в довільному темпі, статистично значуще не відрізнялись ($p > 0,05$) (див. табл. Б.6).

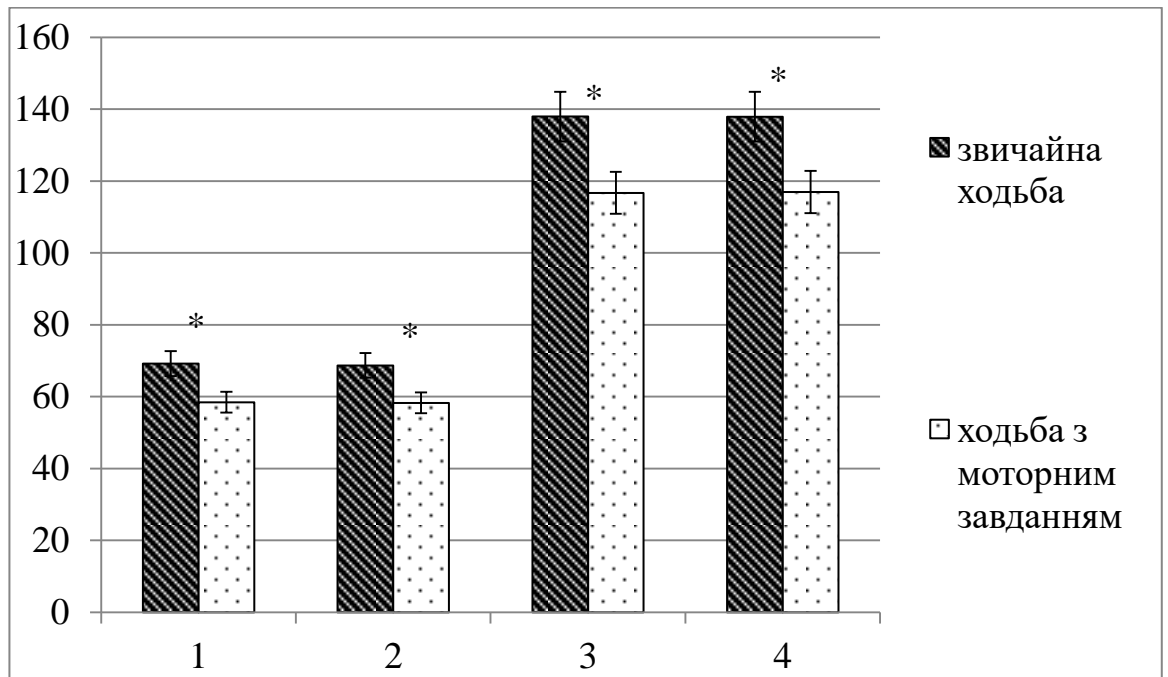


Рис. 4.1. Відмінності просторових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання у чоловіків підліткового віку.

Примітки: 1 – довжина кроку лівою ногою; 2 – довжина кроку правою ногою; 3 – довжина подвійного кроку лівою ногою; 4 – довжина подвійного кроку правою ногою; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

На відміну від просторових, переважна більшість часових показників ходьби при виконанні моторного завдання у чоловіків підліткового віку в порівнянні з відповідними показниками, отриманими під час ходьби в довільному темпі, статистично значущих відмінностей не мали ($p > 0,05$).

Виключення склали швидкість, яка при виконанні моторного завдання статистично значуще зменшилась на $16,2 \pm 0,6$ % та час проходження, який відповідно подовжився на $29,0 \pm 3,2$ % ($p < 0,001$) (рис. 4.2) (див. табл. Б.6).

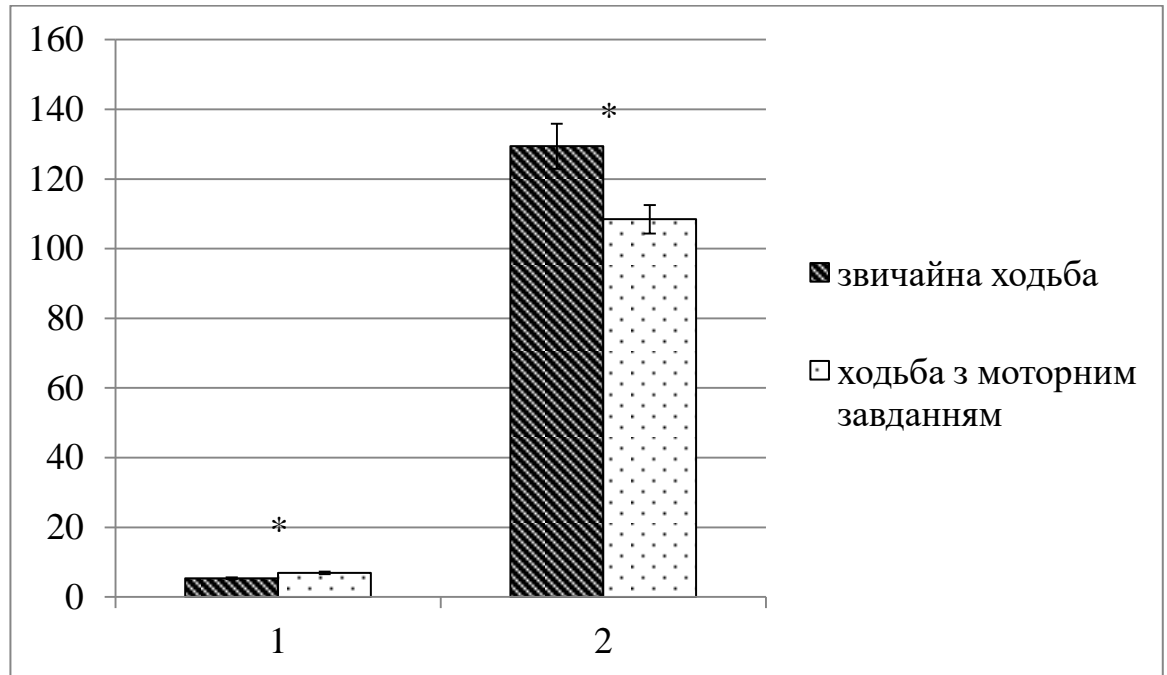


Рис. 4.2. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків підліткового віку.

Примітки: 1 – час проходження; 2 – швидкість; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

При порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків юнацького віку встановлено, що частина просторових показників мала статистично значущі відмінності. Так, довжина кроку зліва та справа зменшилась на $11,9 \pm 0,3$ та $12,1 \pm 0,3$ % відповідно, довжина подвійного кроку зліва та справа зменшилась на $11,9 \pm 0,2$ та $12,0 \pm 0,3$ % відповідно, співвідношення довжини кроку до довжини ноги з обох сторін статистично значуще зменшились на $12,0 \pm 0,1$ % порівняно із ходьбою в довільному темпі ($p < 0,001$ у всіх випадках) (рис. 4.3) (табл. Б.7). Решта просторових показників ходьби з одночасним виконанням моторного завдання – кут розвороту стопи з обох сторін, ширина бази опори з обох сторін, пройдена відстань, у порівнянні з аналогічними показниками при ходьбі в довільному темпі статистично достовірно не відрізнялись ($p > 0,05$) (див. табл. Б.7).

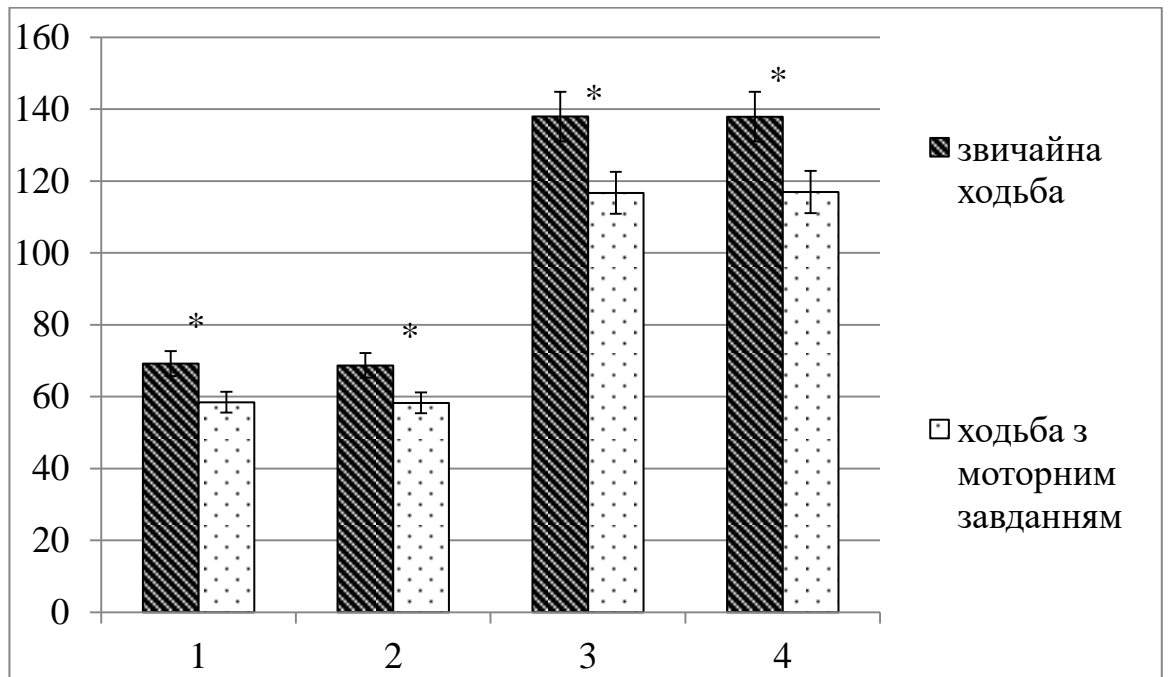


Рис. 4.3. Відмінності просторових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків юнацького віку.

Примітки: 1 – довжина кроку лівою ногою; 2 – довжина кроку правою ногою; 3 – довжина подвійного кроку лівою ногою; 4 – довжина подвійного кроку правою ногою; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

На відміну від просторових, переважна більшість часових показників ходьби при виконанні моторного завдання в чоловіків юнацького віку в порівнянні з відповідними показниками, отриманими під час ходьби в довільному темпі, статистично значущих відмінностей не мали: час кроку та крокового циклу з обох боків, час одиночної та подвійної опори з обох сторін, час опори на кожну ногу та час переносу з обох сторін ($p > 0,05$). Виключення склали швидкість, яка при виконанні моторного завдання статистично значуще зменшилась на $12,3 \pm 0,3$ % ($p < 0,001$) та час проходження, який відповідно подовжився на $19,3 \pm 1,1$ % ($p < 0,001$) (рис. 4.4) (див. табл. Б.7).

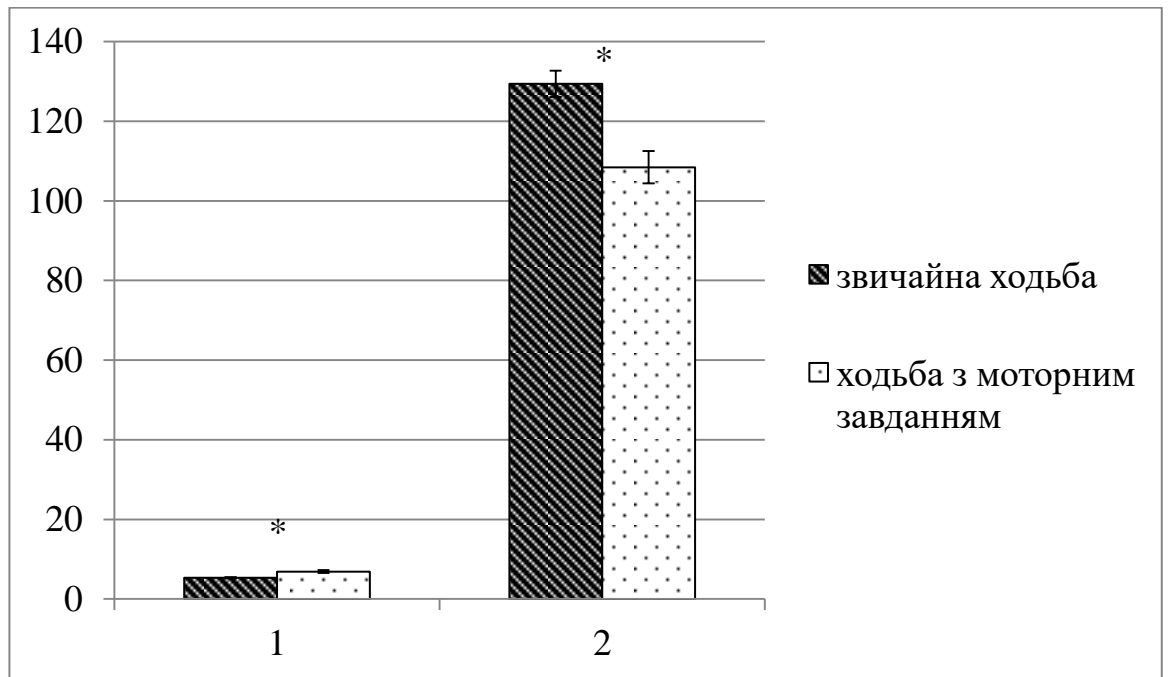


Рис. 4.4. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків юнацького віку.

Примітки: 1 – час проходження; 2 – швидкість; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

При порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок підліткового віку визначено, що частина просторових показників мала статистично значущі відмінності. Так, довжина кроку зліва та справа зменшилась на $16,1 \pm 0,8$ та $15,1 \pm 0,9$ % відповідно, довжина подвійного кроку зліва та справа зменшилась на $15,1 \pm 0,9$ та $15,8 \pm 0,9$ % відповідно, співвідношення довжини кроку до довжини ноги зліва та справа статистично значуще зменшилась на $16,3 \pm 1,3$ та $14,7 \pm 1,3$ % відповідно порівняно з ходьбою в довільному темпі ($p < 0,001$ у всіх випадках) (рис. 4.5) (табл. Б.3). Решта просторових показників ходьби з одночасним виконанням моторного завдання – кут розвороту стопи з обох сторін, ширина бази опори з обох сторін, пройдена відстань, у порівнянні з аналогічними показниками при ходьбі в довільному темпі статистично достовірно не відрізнялись ($p > 0,05$) (див. табл. Б.3).

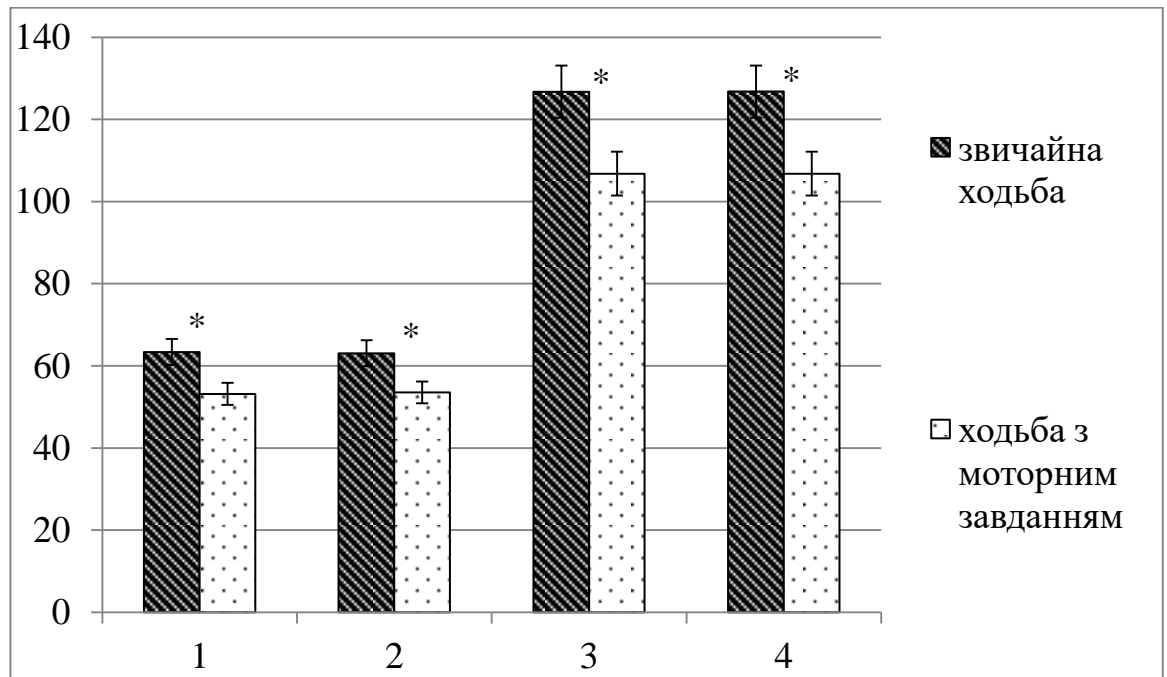


Рис. 4.5. Відмінності просторових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок підліткового віку.

Примітки: 1 – довжина кроку лівою ногою; 2 – довжина кроку правою ногою; 3 – довжина подвійного кроку лівою ногою; 4 – довжина подвійного кроку правою ногою; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

Виключення склали швидкість, яка при виконанні моторного завдання статистично значуще зменшилась на $18,1 \pm 3,2$ % ($p < 0,001$) та час проходження, який відповідно подовжився на $34,3 \pm 5,4$ % ($p < 0,001$) (рис. 4.6) (див. табл. Б.3).

При порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок юнацького віку визначено, що частина просторових показників мала статистично значущі відмінності.

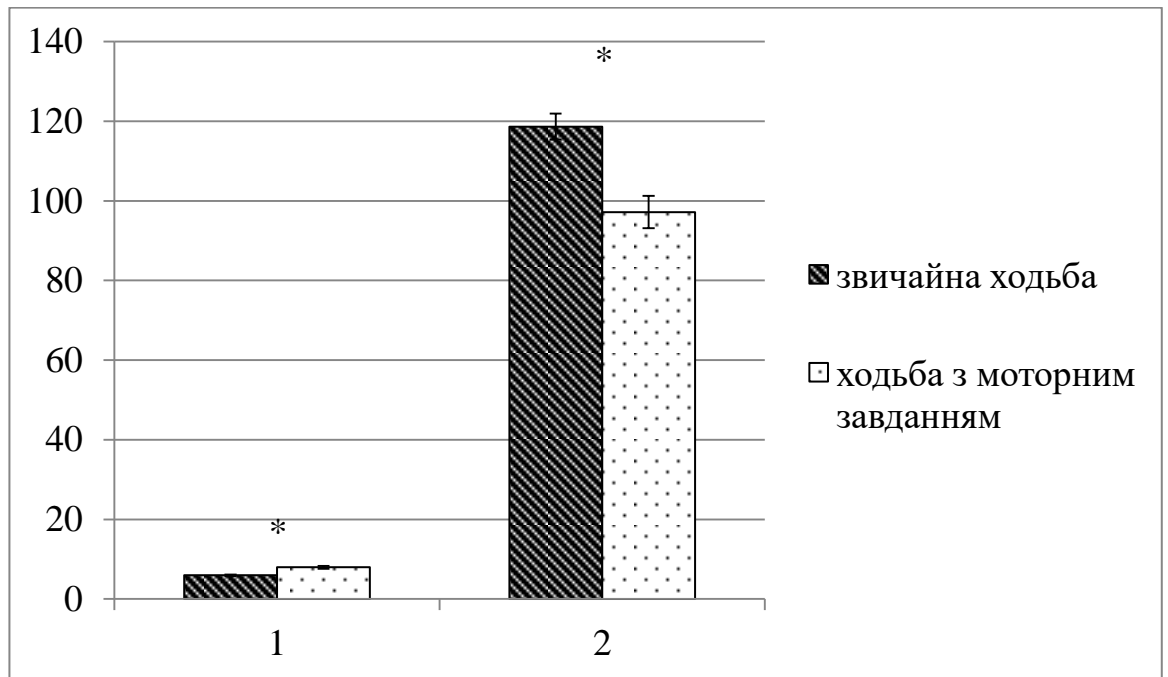


Рис. 4.6. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок підліткового віку.

Примітки: 1 – час проходження; 2 – швидкість; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

Так, довжина кроку зліва та справа зменшилась на $16,9 \pm 0,6$ та $17,3 \pm 0,7$ % відповідно, довжина подвійного кроку зліва та справа зменшилась на $17,0 \pm 0,6$ та $17,3 \pm 0,7$ % відповідно, співвідношення довжини кроку до довжини ноги зліва та справа зменшилась на $17,6 \pm 1,4$ та $17,8 \pm 1,4$ % відповідно ($p < 0,001$ у всіх випадках) (рис 4.7) (табл. Б.4). Решта просторових показників ходьби з одночасним виконанням моторного завдання – кут розвороту стопи з обох сторін, ширина бази опори з обох сторін, пройдена відстань, у порівнянні з аналогічними показниками при ходьбі в довільному темпі статистично достовірно не відрізнялись ($p > 0,05$) (див. табл. Б.4).

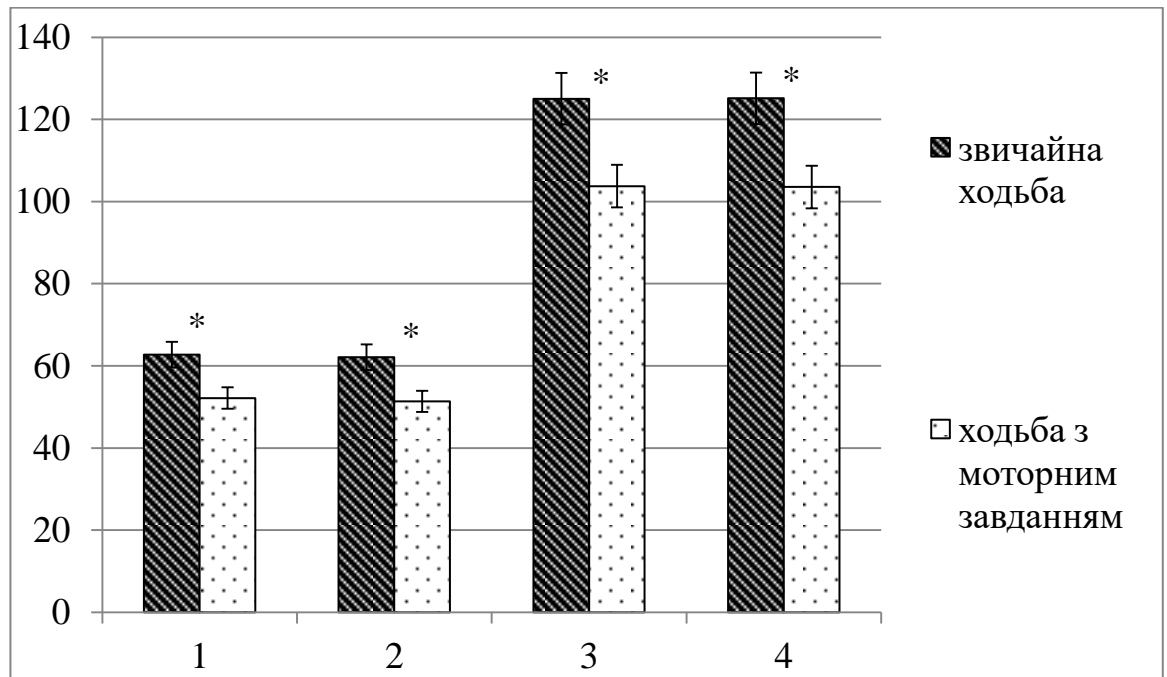


Рис. 4.7. Відмінності просторових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок юнацького віку.

Примітки: 1 – довжина кроку лівою ногою; 2 – довжина кроку правою ногою; 3 – довжина подвійного кроку лівою ногою; 4 – довжина подвійного кроку правою ногою; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

Частина часових показників ходьби при виконанні моторного завдання в жінок юнацького віку в порівнянні з відповідними показниками, отриманими під час ходьби в довільному темпі, статистично достовірних відмінностей не мали: час кроку та крокового циклу з обох боків, час одиночної опори з обох сторін та час переносу з обох сторін ($p > 0,05$).

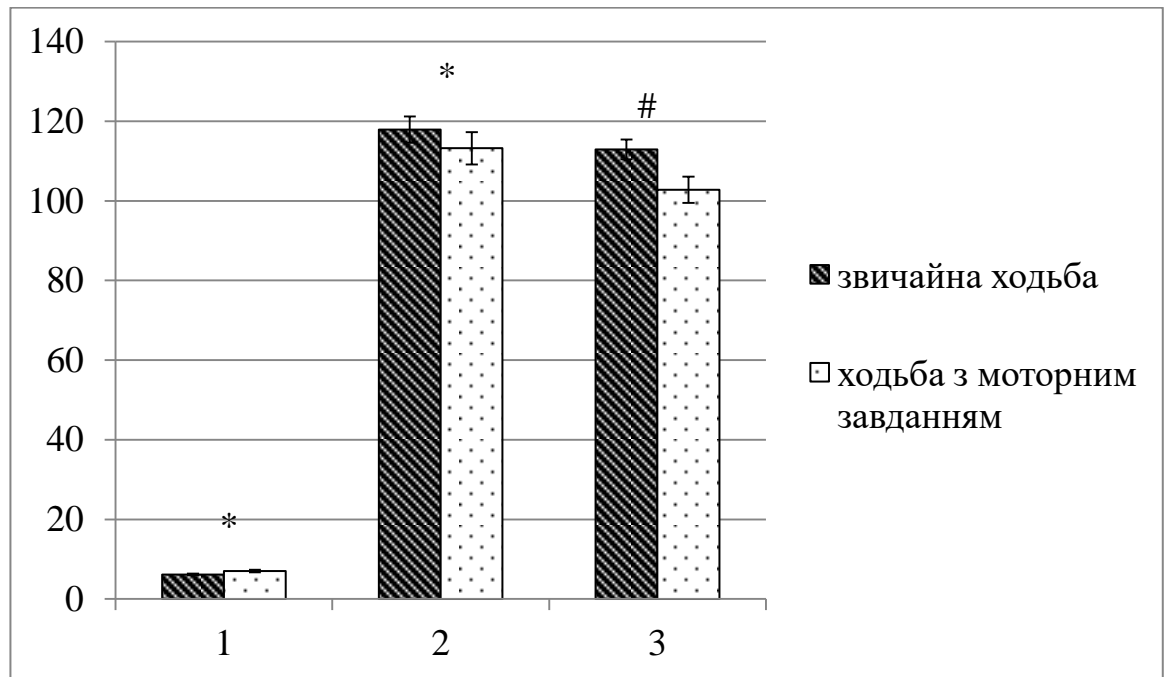


Рис. 4.8. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок юнацького віку.

Примітки: 1 – час проходження; 2 – швидкість; 3 – темп ходьби; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$.

Статистично відрізнялись: швидкість, яка при виконанні моторного завдання статистично значуще зменшилась на $4,0 \pm 1,3$ % ($p < 0,001$), зменшився темп ходьби на $9,0 \pm 1,3$ % ($p < 0,05$), час проходження подовжився на $14,1 \pm 4,7$ % ($p < 0,001$) (рис. 4.8), час подвійної опори з обох сторін подовжився на $10,0 \pm 5,0$ % ($p < 0,05$), час опори для лівої і правої ніг подовжився на $6,3 \pm 3,2$ та $4,7 \pm 3,1$ % відповідно ($p < 0,05$) (рис. 4.9) (див. табл. Б.4).

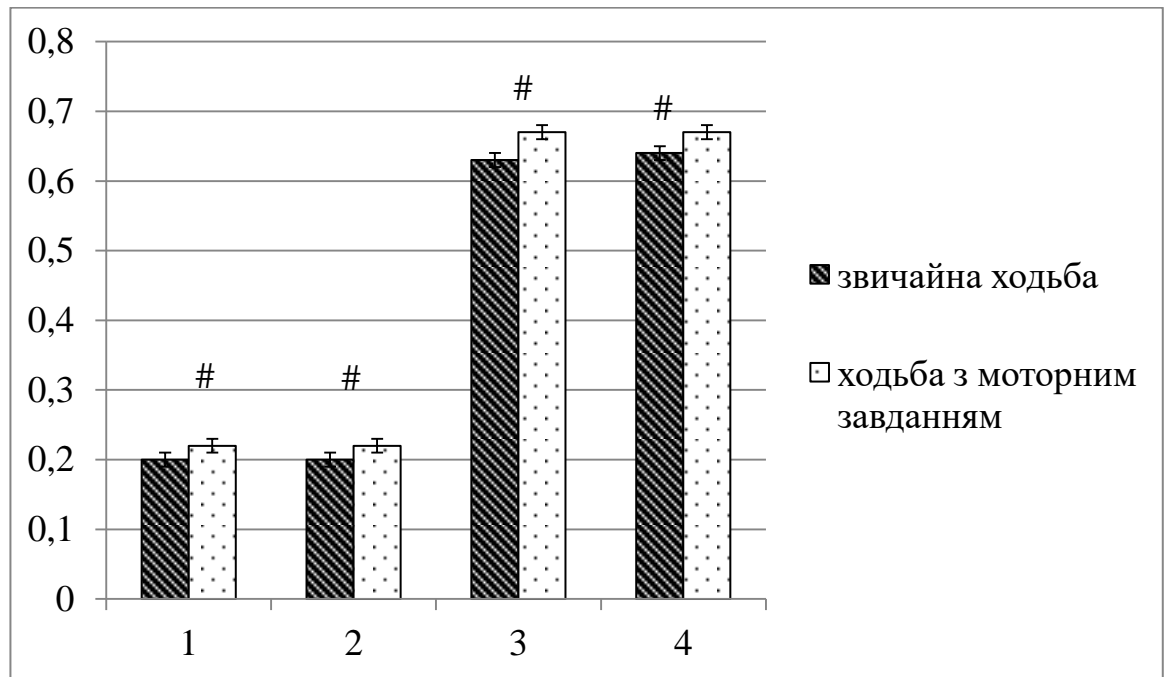


Рис. 4.9. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок юнацького віку.

Примітки: 1 – час подвійної опори для лівої ноги; 2 – час подвійної опори для правої ноги; 3 – час опори для лівої ноги; 4 – час опори для правої ноги; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$.

При порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок середнього віку визначено, що частина просторових показників мала статистично значущі відмінності. Так, довжина кроку зліва та справа зменшилась на $13,8 \pm 1,1$ та $15,3 \pm 1,1$ % відповідно, довжина подвійного кроку зліва та справа зменшилась на $14,6 \pm 1,3$ та $14,4 \pm 1,3$ % відповідно, співвідношення довжини кроку до довжини ноги зліва та справа зменшилась на $13,9 \pm 1,4$ та $14,3 \pm 1,4$ % відповідно ($p < 0,001$ в усіх випадках) (рис 4.10) (див. табл. Б.5). Решта просторових показників ходьби з одночасним виконанням моторного завдання – кут розвороту стопи з обох сторін, ширина бази опори з обох сторін, пройдена відстань, у порівнянні з аналогічними показниками при ходьбі в довільному темпі статистично значуще не відрізнялись ($p > 0,05$) (див. табл. Б.5).

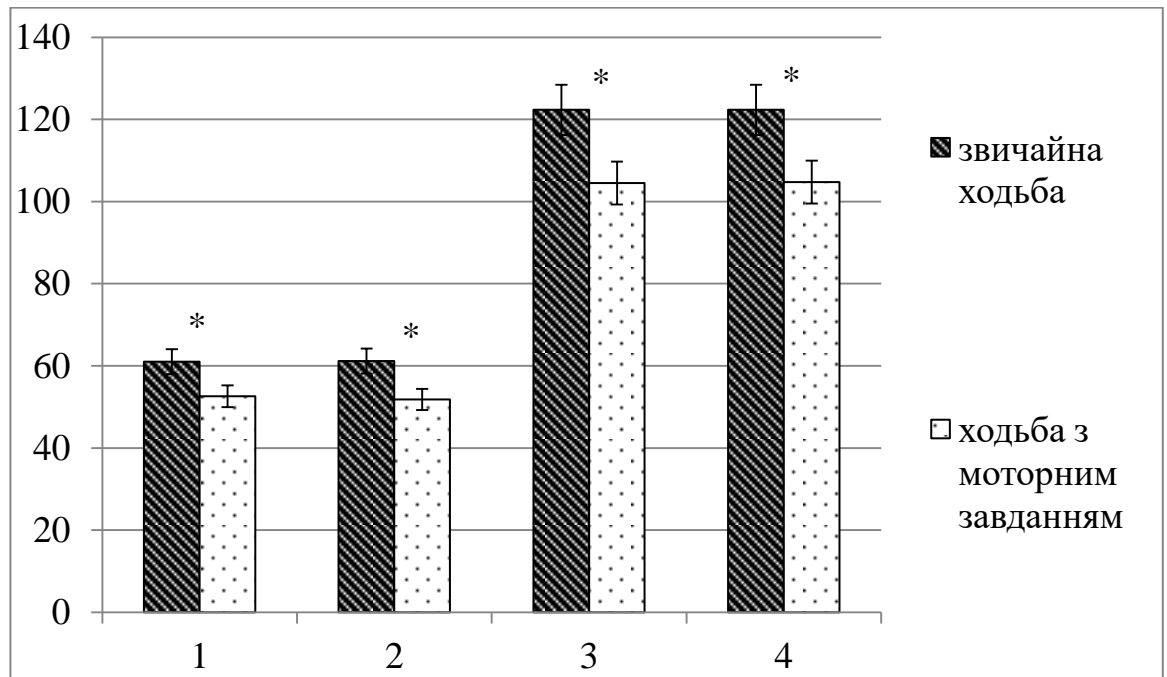


Рис. 4.10. Відмінності просторових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок середнього віку.

Примітки: 1 – довжина кроку лівою ногою; 2 – довжина кроку правою ногою; 3 – довжина подвійного кроку лівою ногою; 4 – довжина подвійного кроку правою ногою; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

На відміну від просторових, більшість часових показників ходьби при виконанні моторного завдання в жінок середнього віку в порівнянні з відповідними показниками, отриманими під час ходьби в довільному темпі, статистично достовірних відмінностей не мали: час кроку та крокового циклу з обох боків, час одиночної та подвійної опори з обох сторін, час опори на кожен ногу та час переносу з обох сторін ($p > 0,05$). Виключення склали швидкість, яка при виконанні моторного завдання статистично значуще зменшилась на $17,3 \pm 1,7$ % ($p < 0,001$) та час проходження, який відповідно подовжився на $36,3 \pm 6,6$ % ($p < 0,001$) (рис. 4.11) (див. табл. Б.5).

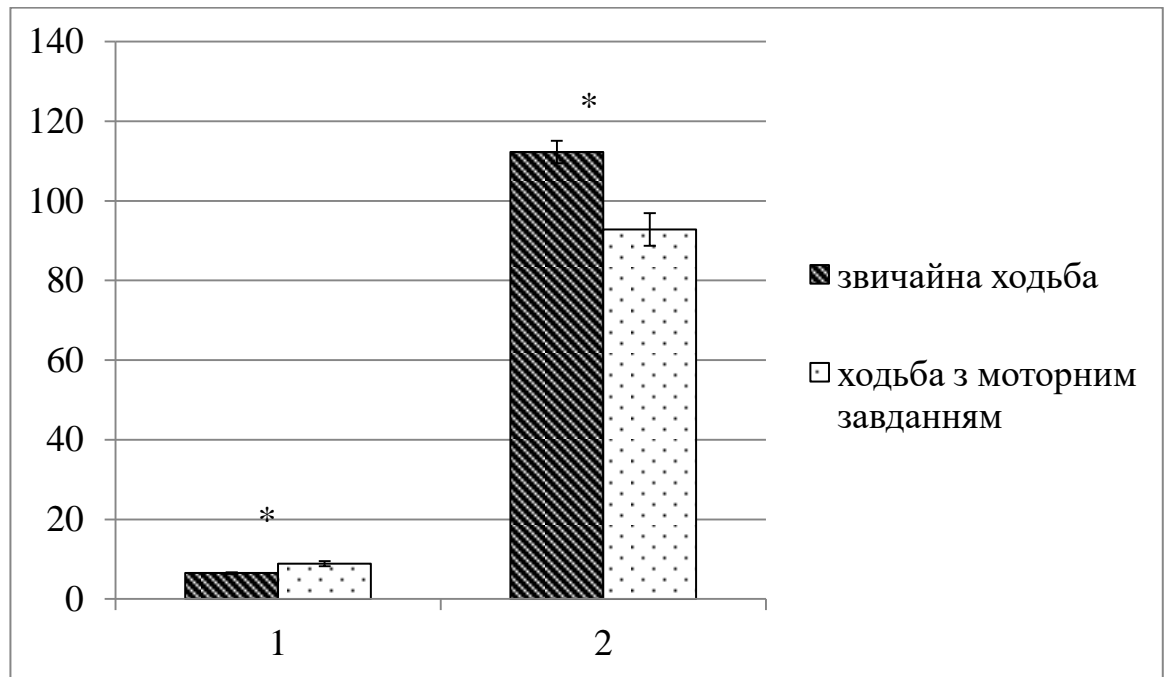


Рис. 4.11. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в жінок середнього віку.

Примітки: 1 – час проходження; 2 – швидкість; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

При гендерному порівнянні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в групах підліткового віку встановлено, що в жінок менше, ніж у чоловіків, довжина кроку (на $9,9 \pm 0,4$ % зліва та $8,9 \pm 0,4$ % справа), довжина подвійного кроку (на $9,3 \pm 0,4$ % зліва та $9,5 \pm 0,4$ % справа) та співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки (на $4,9 \pm 1,6$ % зліва та $6,7 \pm 1,7$ % справа) ($p < 0,05$), кути розвороту обох стоп у чоловіків ($6,75 \pm 1,10$ ° зліва, $8,65 \pm 1,01$ ° справа) та жінок ($1,28 \pm 0,93$ ° зліва, $2,25 \pm 0,87$ ° справа) значуще відрізнялись ($p < 0,001$). Не мали статистично достовірних відмінностей лише такі просторові показники ходьби, як ширина бази опори з обох сторін та пройдена відстань ($p > 0,05$) (табл. Б.8).

На відміну від просторових, всі часові показники при порівнянні параметрів ходьби з одночасним виконанням моторного завдання чоловічої та

жіночої груп підліткового віку не мали статистично достовірних відмінностей ($p > 0,05$) (див. табл. Б.8).

При гендерному порівнянні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в групах юнацького віку встановлено, що в чоловіків більші, ніж у жінок довжина кроку (на $16,9 \pm 0,4$ % зліва та $18,2 \pm 0,4$ % справа), довжина подвійного кроку (на $17,6 \pm 0,4$ % зліва та $17,5 \pm 0,4$ % справа) та ширина бази опори (на $43,5 \pm 0,3$ % зліва та $45,6 \pm 0,2$ % справа) ($p < 0,001$), кути розвороту обох стоп у чоловіків ($6,78 \pm 0,78$ ° зліва, $9,47 \pm 0,92$ ° справа) та жінок ($0,61 \pm 0,01$ ° зліва, $0,60 \pm 0,01$ ° справа) значуще відрізнялись ($p < 0,001$) (табл. Б.9). Не мав статистично достовірних відмінностей лише такий просторовий показник ходьби, як пройдена відстань ($p > 0,05$) (див. табл. Б.9).

На відміну від просторових, часові показники ходьби при одночасному виконанні моторного завдання в юнацьких групах чоловіків і жінок не відрізнялись ($p > 0,05$) (див. табл. Б.9).

При міжвіковому порівнянні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловічих та жіночих групах статистично достовірних відмінностей не виявлено ($p > 0,05$) (табл. Б.10, Б.11).

4.3. Просторово-часові параметри ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків та жінок різних вікових груп

Щоб дослідити вплив когнітивного завдання на просторово-часові параметри під час ходьби обстежуваних просили називати вголос (без повторень) будь-які відомі їм назви тварин.

При дослідженні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків підліткового віку встановлено, що середня швидкість дорівнювала $118,55 \pm 3,50$ см/с (у середньому відстань у $667,89 \pm 8,68$ см долали за $5,82 \pm 0,22$ с); кількість кроків за хвилину становила $101,82 \pm 2,02$ (табл. В.1).

При вивченні ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в групі чоловіків підліткового віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою становила $69,40 \pm 1,45$ см, лівою ногою – $70,02 \pm 1,41$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги становило $0,77 \pm 0,02$ справа та $0,78 \pm 0,02$ зліва; довжина подвійного кроку правою ногою становила $139,33 \pm 2,84$ см, довжина подвійного кроку лівою ногою – $139,39 \pm 2,8$ см; ширина бази опори для правої ноги дорівнювала $10,61 \pm 0,58$ см, ширина бази опори для лівої ноги – $10,24 \pm 0,57$ см; кут розвороту правої стопи становив $9,23 \pm 1,04$ °, лівої стопи – $7,40 \pm 1,08$ ° (див. табл. В.1).

При аналізі часових показників ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків підліткового віку визначено, що тривалість кроків правою ногою та лівою ногою була однаковою і становила $0,60 \pm 0,01$ с; тривалість крокового циклу для правої ноги становила $1,19 \pm 0,03$ с, для лівої ноги – $1,19 \pm 0,02$ с. Тривалість переносу правої та лівої ніг була однаковою і становила $0,50 \pm 0,01$ с. Час опори для правої та лівої ніг був однаковим і тривав $0,70 \pm 0,02$ с. Тривалість одиночної опори становила $0,50 \pm 0,01$ с з обох сторін. Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою тривала однаковий час – $0,21 \pm 0,01$ с (див. табл. В.1).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (FAP) з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків підліткового віку становив $83,14 \pm 3,87$ %, що свідчить про зниження якості ходьби за даних умов.

При дослідженні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків юнацького віку встановлено, що середня швидкість дорівнювала $124,10 \pm 3,28$ см/с (у середньому відстань у $667,26 \pm 8,71$ см долали за $5,64 \pm 0,21$ с); кількість кроків за хвилину становила $102,09 \pm 1,69$ (див. табл. В.1).

При вивченні ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в групі чоловіків юнацького віку отримані наступні просторові параметри:

довжина кроку правою ногою становила $72,16 \pm 1,19$ см, лівою ногою – $72,97 \pm 1,17$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги було однаковим з обох сторін і становило $0,79 \pm 0,01$; довжина подвійного кроку правою ногою становила $145,58 \pm 2,33$ см, лівою ногою – $144,98 \pm 2,21$ см; ширина бази опори для правої ноги дорівнювала $10,49 \pm 0,47$ см, для лівої ноги – $10,50 \pm 0,45$ см; кут розвороту правої стопи становив $10,36 \pm 0,85^\circ$, лівої стопи – $7,98 \pm 0,76^\circ$ (див. табл. В.1).

При аналізі часових показників ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків юнацького віку визначено, що тривалість кроків правою ногою становила $0,59 \pm 0,01$ с, лівою ногою – $0,60 \pm 0,01$ с; тривалість крокового циклу для правої ноги становила $1,19 \pm 0,03$ с, для лівої ноги – $1,19 \pm 0,02$ с. Тривалість переносу правої та лівої ніг була однаковою і становила $0,50 \pm 0,01$ с. Час опори для правої ноги тривав $0,70 \pm 0,01$ с, для лівої ноги – $0,69 \pm 0,01$ с. Тривалість одиночної опори становила $0,50 \pm 0,01$ с з обох сторін. Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою тривала однаковий час – $0,21 \pm 0,01$ с (див. табл. В.1).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (FAP) з одночасним виконанням моторного завдання в чоловіків юнацького віку склав $82,12 \pm 2,18$ %, що свідчить про зниження якості ходьби за даних умов.

При дослідженні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок підліткового віку встановлено, що середня швидкість дорівнювала $103,25 \pm 4,50$ см/с (у середньому відстань у $691,34 \pm 7,44$ см долали за $7,27 \pm 0,41$ с); кількість кроків за хвилину становила $95,54 \pm 2,72$ (табл. В.2).

При вивченні ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в групі жінок підліткового віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою склала $64,00 \pm 1,36$ см, лівою ногою – $64,08 \pm 1,31$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги становило $0,76 \pm 0,02$ справа та $0,76 \pm 0,01$ зліва; довжина подвійного кроку правою ногою

становила $128,34 \pm 2,63$ см, довжина подвійного кроку лівою ногою – $128,15 \pm 2,66$ см; ширина бази опори для правої ноги дорівнювала $7,10 \pm 0,59$ см, лівої ноги – $7,03 \pm 0,59$ см; кут розвороту правої стопи становив $2,51 \pm 0,89$ °, лівої стопи – $0,40 \pm 0,84$ ° (див. табл. В.2).

При аналізі часових показників ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок підліткового віку визначено, що тривалості кроків правою та лівою ногами були однаковими і становили $0,65 \pm 0,02$ с; тривалість крокового циклу для правої та лівої ніг була однаковою і становила $1,30 \pm 0,04$ с. Тривалість переносу правої ноги становила $0,54 \pm 0,02$ с, лівої ноги – $0,53 \pm 0,02$ с. Час опори для правої ноги тривав $0,77 \pm 0,03$ с, для лівої ноги – $0,76 \pm 0,03$ с. Тривалість одиночної опори складала $0,53 \pm 0,02$ с справа та $0,54 \pm 0,02$ с зліва. Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою тривала однаковий час – $0,25 \pm 0,01$ с (див. табл. В.2).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (FAP) з одночасним виконанням моторного завдання в жінок підліткового віку становив $81,75 \pm 1,76$ %, що свідчить про зниження якості ходьби за даних умов.

При дослідженні просторово-часових параметрів **ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок юнацького віку** встановлено, що середня швидкість дорівнювала $98,97 \pm 3,31$ см/с (у середньому відстань у $697,13 \pm 8,17$ см долали за $7,69 \pm 0,41$ с); кількість кроків за хвилину становила $93,55 \pm 2,28$ (див. табл. В.2).

При вивченні ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в групі жінок юнацького віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою становила $62,51 \pm 0,86$ см, лівою ногою – $62,97 \pm 0,92$ см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги становило $0,73 \pm 0,01$ справа та $0,74 \pm 0,01$ зліва; довжина подвійного кроку правою ногою становила $125,67 \pm 1,76$ см, довжина подвійного кроку лівою ногою – $125,60 \pm 1,75$ см; ширина бази опори для правої ноги дорівнювала

6,62±0,49 см, лівої ноги – 6,55±0,48 см; кут розвороту правої стопи становив 2,95±0,66 °, лівої стопи – 0,50±0,69 ° (див. табл. В.2).

При аналізі часових показників ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок юнацького віку визначено, що тривалість кроків правою ногою становила 0,66±0,02 с, лівою ногою – 0,68±0,02 с; тривалість крокового циклу для правої ноги становила 1,34±0,04 с, для лівої ноги – 1,33±0,04 с. Тривалість переносу правої ноги становила 0,54±0,02 с, для лівої ноги – 0,56±0,02 с. Час опори для правої ноги тривав 0,79±0,03 с, для лівої ноги – 0,77±0,02 с. Тривалість одиночної опори складала 0,56±0,02 с справа та 0,54±0,02 с зліва. Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою тривала однаковий час – 0,26±0,01 с (див. табл. В.2).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (FAP) з одночасним виконанням моторного завдання в жінок юнацького віку становив 82,26±1,12 %, що свідчить про зниження якості ходьби за даних умов.

При дослідженні просторово-часових параметрів **ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок середнього віку** встановлено, що середня швидкість дорівнювала 101,31±4,47 см/с (у середньому відстань у 685,90±9,28 см долали за 7,39±0,42 с); кількість кроків за хвилину становила 94,23±3,10 (див. табл. В.2).

При вивченні ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в групі жінок середнього віку отримані наступні просторові параметри: довжина кроку правою ногою становила 63,69±1,11 см, лівою ногою – 63,76±1,06 см; співвідношення довжини кроку до довжини ноги становило 0,74±0,02 справа та 0,75±0,01 зліва; довжина подвійного кроку правою ногою становила 127,54±2,11 см, довжина подвійного кроку лівою ногою – 127,92±2,18 см; ширина бази опори для правої ноги дорівнювала 6,45±0,58 см, для лівої ноги – 6,48±0,57 см; кут розвороту правої стопи становив 2,28±0,80 °, лівої стопи – 4,15±0,94 ° (див. табл. В.2).

При аналізі часових показників ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок середнього віку визначено, що тривалість кроків правою та лівою ногою була однаковою і становила $0,67 \pm 0,03$ с; тривалість крокового циклу для правої ноги становила $1,34 \pm 0,05$ с, для лівої ноги – $1,32 \pm 0,05$ с. Тривалість переносу правої та лівої ніг була однаковою і становила $0,54 \pm 0,02$ с. Час опори для правої ноги тривав $0,80 \pm 0,04$ с, для лівої ноги – $0,79 \pm 0,03$ с. Тривалість одиночної опори складала $0,54 \pm 0,02$ с з обох сторін. Опора на обидві ноги при виконанні кроку як правою, так і лівою ногою тривала однаковий час – $0,28 \pm 0,02$ с (див. табл. В.2).

Інтегральний показник загальної якості («нормальності») ходьби (FAP) з одночасним виконанням моторного завдання в жінок середнього віку становив $79,49 \pm 4,72$ %, що свідчить про зниження якості ходьби за даних умов.

Для аналізу якості виконання когнітивного завдання під час ходьби визначалась середня кількість помилок у кожній статевій та віковій групі в абсолютній кількості та в процентному співвідношенні виявлених помилок до загальної кількості названих тварин. Помилкою вважались випадки повтору вже названої тварини під час даного проходу або випадки повної зупинки ходьби (табл. В.12). Вірогідних відмінностей показників якості виконання когнітивного завдання не виявлено як при гендерному, так і при міжвіковому порівнянні наявних груп ($p > 0,05$) (табл. В.13, В.14).

4.4. Відмінності просторово-часових параметрів звичайної ходьби та ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в різних вікових та статевих групах

При порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків підліткового віку визначено, що просторові показники не мали вірогідних відмінностей ($p > 0,05$) (табл. В.6).

На відміну від просторових, більшість часових параметрів статистично відрізнялась. При виконанні додаткового когнітивного завдання в чоловіків підліткового віку збільшувався час кроку з обох сторін (на $11,1 \pm 1,9$ %), час крокового циклу зліва (на $10,2 \pm 0,9$ %) та справа (на $11,2 \pm 0,9$ %) ($p < 0,05$), зменшувалась кількість кроків за хвилину (на $9,3 \pm 1,1$ %) ($p < 0,001$), збільшувався час одиночної опори з обох сторін (на $13,6 \pm 2,3$ %), час переносу з обох сторін (на $13,6 \pm 2,3$ %) ($p < 0,001$), збільшувався час опори з обох сторін (на $19,4 \pm 4,5$ %) (рис. 4.12) зменшувалась швидкість (на $8,38 \pm 2,6$ %) та збільшувався час проходження (на $8,99 \pm 3,8$ %) ($p < 0,05$). Статистично достовірних змін не мав лише час подвійної опори з обох сторін ($p > 0,05$) (див. табл. В.6).

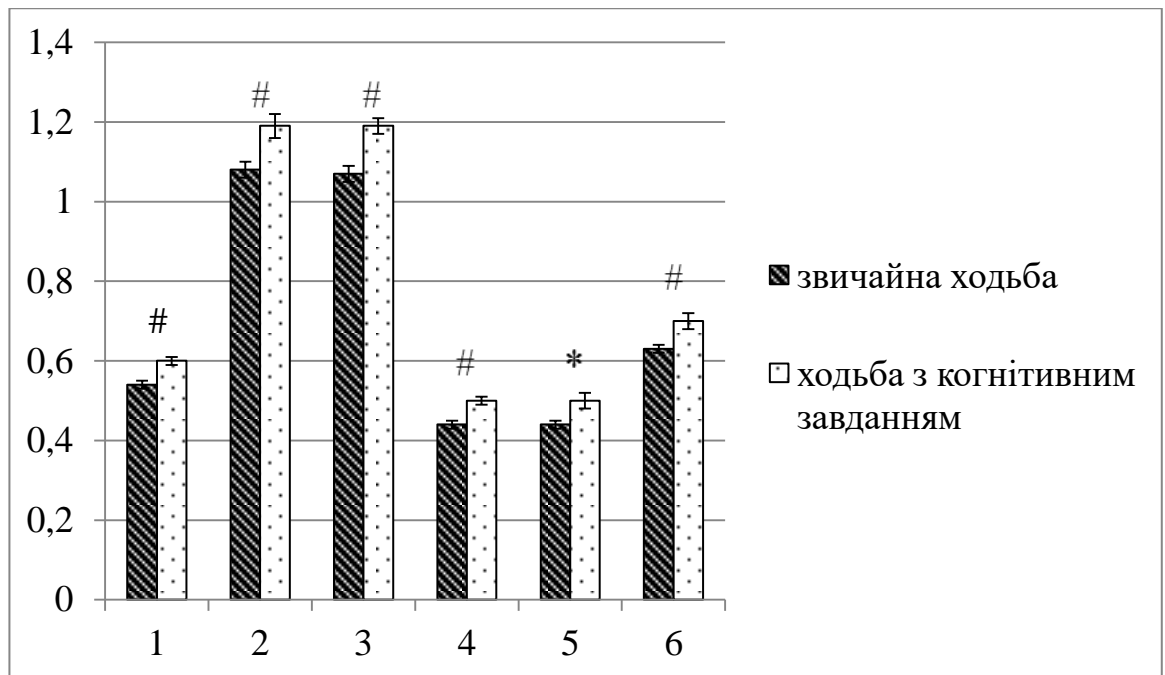


Рис. 4.12. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків підліткового віку.

Примітки: 1 – час кроку з обох сторін; 2 – час крокового циклу лівою ногою; 3 – час крокового циклу правою ногою; 4 – час одиночної опори з обох сторін; 5 – час переносу з обох сторін; 6 – час опори з обох сторін; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

При порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків юнацького віку визначено, що просторові показники не мали вірогідних відмінностей ($p > 0,05$) (табл. В.7).

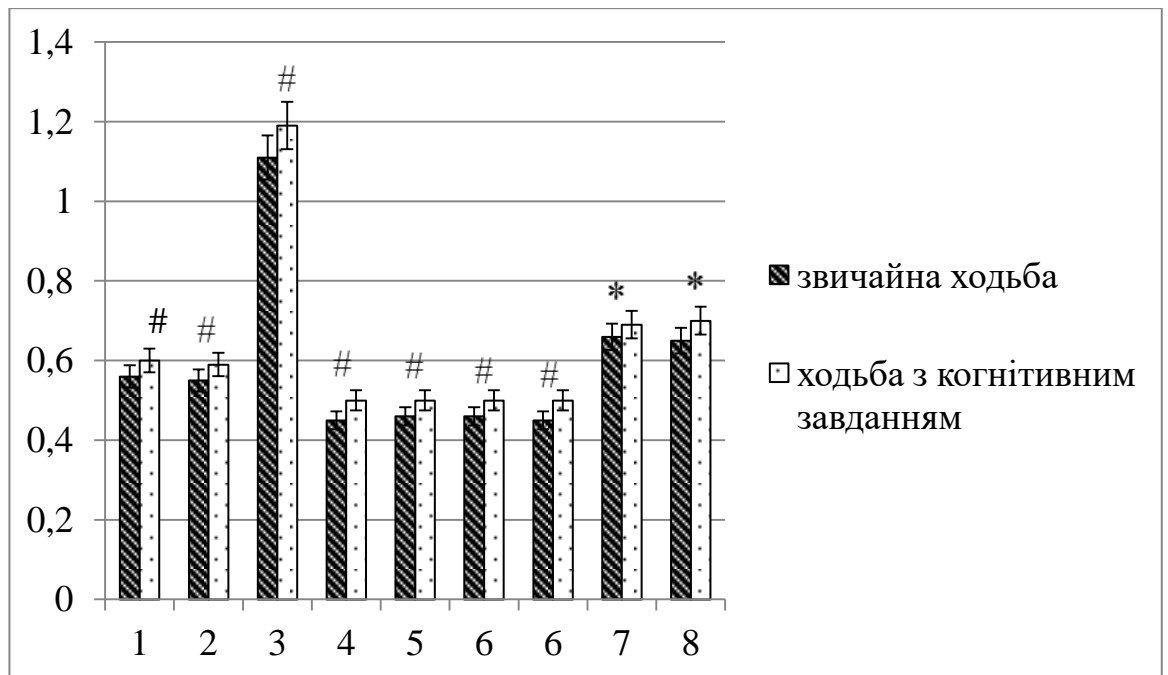


Рис. 4.13. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловіків юнацького віку.

Примітки: 1 – час кроку зліва; 2 – час кроку справа; 3 – час крокового циклу з обох сторін; 4 – час одиночної опори зліва; 5 – час одиночної опори справа; 6 – час переносу зліва; 7 – час переносу зліва; 8 – час переносу справа; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

На відміну від просторових, більшість часових параметрів статистично відрізнялись, а саме: при виконанні додаткового когнітивного завдання в чоловіків юнацького віку збільшувався час кроку зліва (на $7,14 \pm 1,8$ %) та справа (на $7,3 \pm 1,8$ %), час крокового циклу з обох сторін (на $7,2 \pm 1,8$ %)

($p < 0,05$), зменшувалась кількість кроків за хвилину (на $6,4 \pm 0,4$ %) ($p < 0,001$), збільшувався час одиночної опори зліва (на $11,1 \pm 2,2$ %) та справа (на $8,7 \pm 2,2$ %), час переносу зліва (на $8,7 \pm 2,2$ %) та справа (на $11,1 \pm 2,2$ %), ($p < 0,001$), збільшувався час опори зліва (на $4,5 \pm 1,5$ %) та справа (на $7,7 \pm 1,5$ %), зменшувалась швидкість (на $6,5 \pm 2,5$ %) та збільшувався час проходження (на $5,2 \pm 3,7$ %) ($p < 0,05$). Статистично достовірних змін не мав лише час подвійної опори з обох сторін ($p > 0,05$) (рис.4.13) (див. табл. В.7).

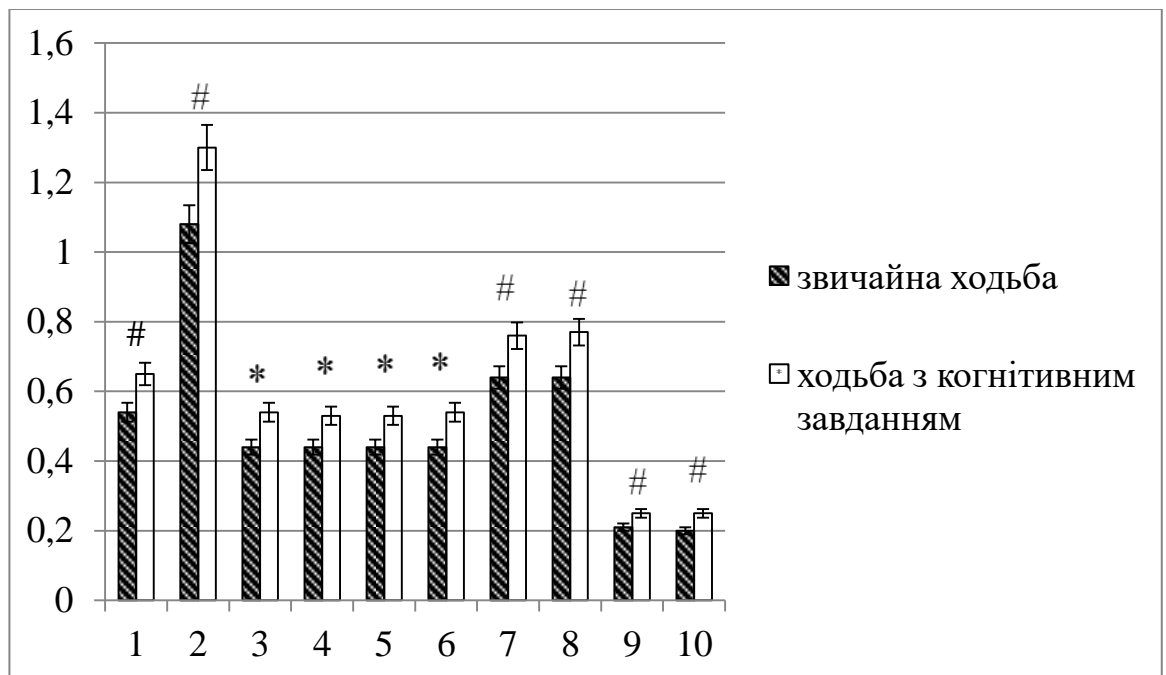


Рис. 4.14. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок підліткового віку.

Примітки: 1 – час кроку з обох сторін; 2 – час крокового циклу з обох сторін; 3 – час одиночної опори лівою ногою; 4 – час одиночної опори правою ногою; 5 – час переносу зліва; 6 – час переносу справа; 7 – час опори зліва; 8 – час опори справа; 9 – час подвійної опори зліва; 10 – час подвійної опори справа; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

При порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок підліткового віку визначено, що просторові показники не мали вірогідних відмінностей ($p > 0,05$) (табл. В.3).

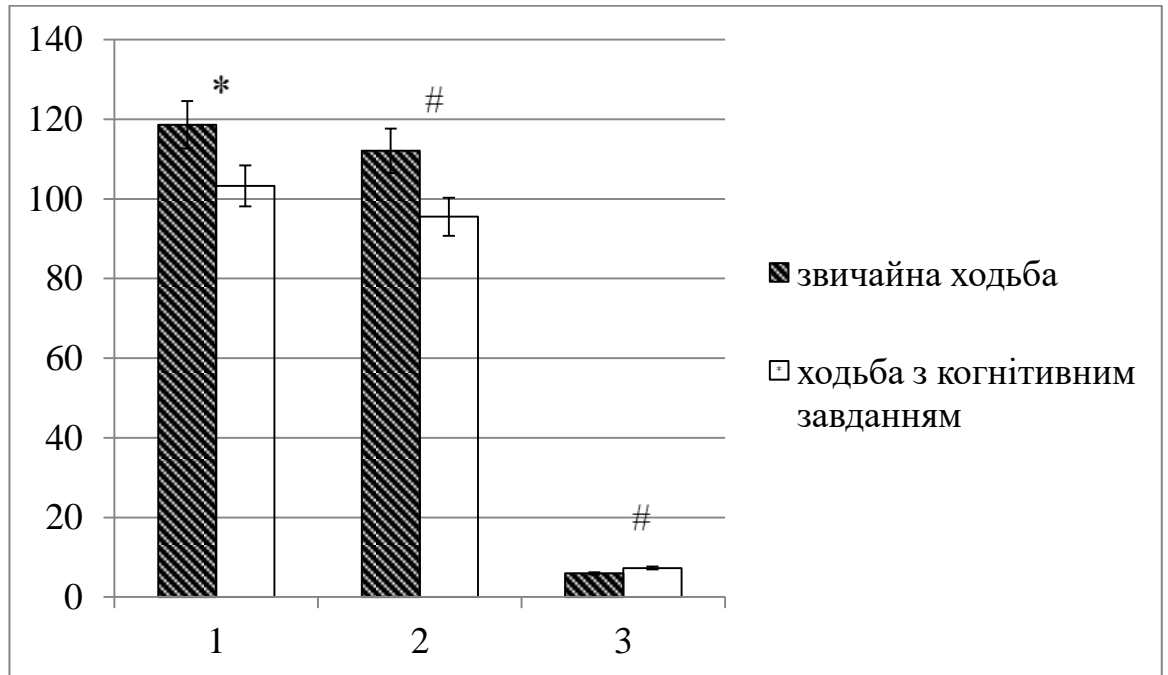


Рис. 4.15. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок підліткового віку.

Примітки: 1 – швидкість; 2 – кількість кроків на хвилину; 3 – час проходження; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

На відміну від просторових, більшість часових параметрів статистично відрізнялись, а саме: при виконанні додаткового когнітивного завдання в жінок підліткового віку збільшувався час кроку (на $20,4 \pm 1,9$ % з обох сторін), час крокового циклу (на $20,4 \pm 1,9$ % з обох сторін) ($p < 0,05$), час одиночної опори зліва (на $22,7 \pm 2,3$ %) та справа (на $20,5 \pm 2,3$ %), час переносу зліва (на $20,5 \pm 2,3$ %) та справа (на $22,7 \pm 2,3$ %) ($p < 0,001$), час опори зліва (на $20,3 \pm 3,1$ %) та справа (на $18,6 \pm 3,1$ %), час подвійної опори зліва (на

19,0±3,1 %) та справа (на 25,0±5,0 %) ($p<0,05$) (рис. 4.14), зменшувалась швидкість (на 13,0±1,2 %) і збільшувався час проходу (на 22,4±5,1 %) ($p<0,05$), зменшувалась кількість кроків за хвилину (на 14,8±0,8 %) ($p<0,001$) (рис. 4.15) (див. табл. В.3).

При порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання у жінок юнацького віку визначено, що просторові показники не мали вірогідних відмінностей ($p>0,05$) (табл. В.4).

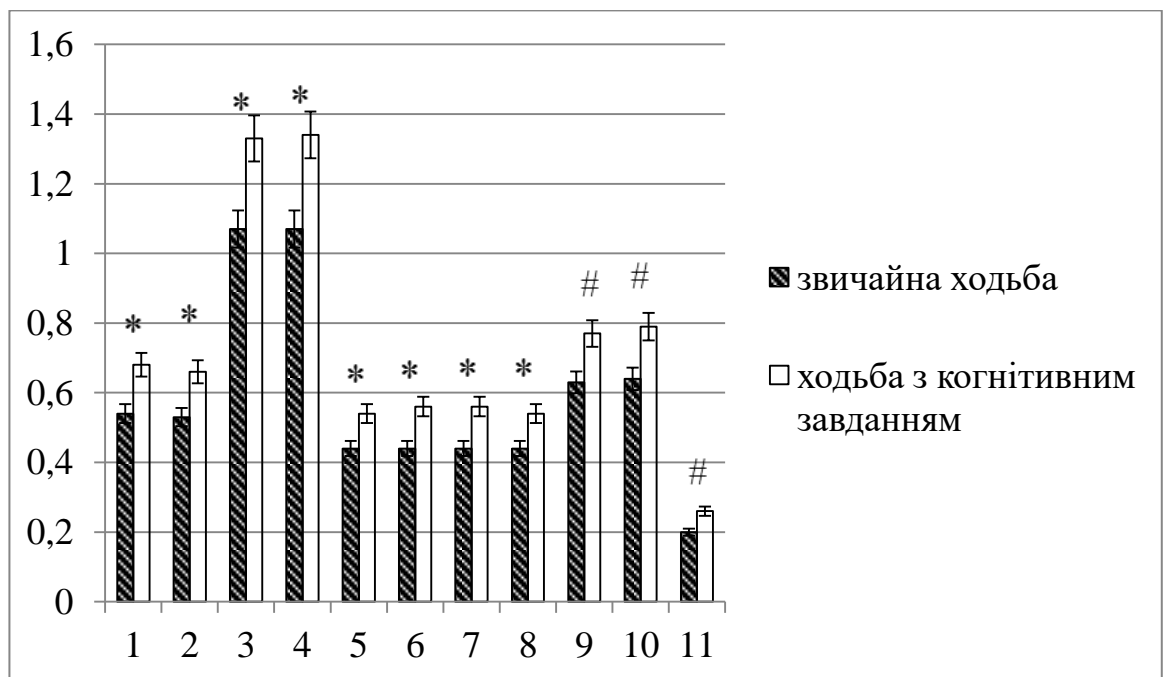


Рис. 4.16. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок юнацького віку.

Примітки: 1 – час кроку зліва; 2 – час кроку справа; 3 – час крокового циклу зліва; 4 – час крокового циклу справа; 5 – час одиночної опори лівою ногою; 6 – час одиночної опори правою ногою; 7 – час переносу зліва; 8 – час переносу справа; 9 – час опори зліва; 10 – час опори справа; 11 – час подвійної опори з обох сторін; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p<0,05$; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p<0,001$.

На відміну від просторових, всі часові параметри статистично достовірно відрізнялись.

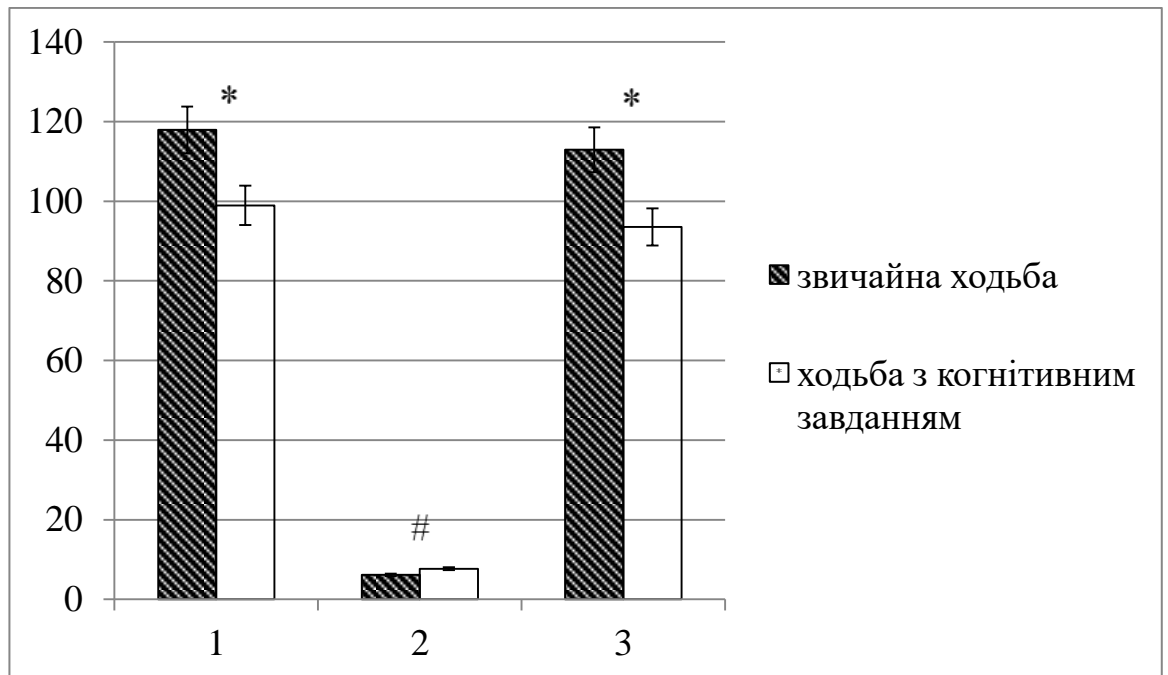


Рис. 4.17. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок юнацького віку.

Примітки: 1 – швидкість; 2 – час проходження; 3 – кількість кроків на хвилину; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

При виконанні додаткового когнітивного завдання в жінок юнацького віку збільшувався час кроку зліва (на $25,9 \pm 1,9$ %) та справа (на $24,5 \pm 1,9$ %), час крокового циклу зліва (на $24,3 \pm 0,9$ %) та справа (на $25,2 \pm 0,9$ %), час односторонньої опори зліва (на $22,7 \pm 2,3$ %) та справа (на $27,3 \pm 2,3$ %), час переносу зліва (на $27,3 \pm 2,3$ %) та справа (на $22,7 \pm 2,3$ %) ($p < 0,001$), час опори зліва (на $22,2 \pm 1,7$ %) та справа (на $23,4 \pm 1,6$ %), час подвійної опори з обох сторін (на $30,0 \pm 5,0$ %) ($p < 0,05$) (рис. 4.16), зменшувалась швидкість (на $16,1 \pm 0,9$ %) ($p < 0,001$), збільшувався час проходження (на $25,0 \pm 3,9$ %) ($p < 0,05$) та зменшувалась

лась кількість кроків за хвилину (на $17,4 \pm 0,8$ %) ($p < 0,001$) (рис. 4.17) (див. табл. В.4).

При порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок середнього віку визначено, що просторові показники не мали вірогідних відмінностей ($p > 0,05$) (табл. В.5)

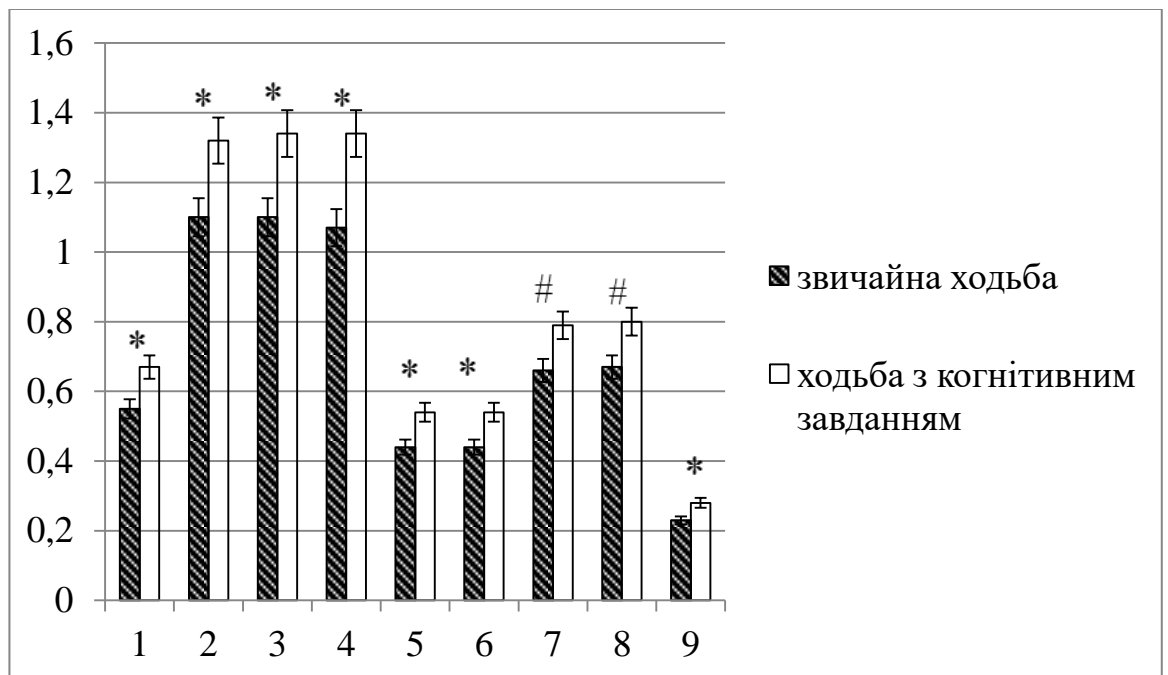


Рис. 4.18. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок середнього віку.

Примітки: 1 – час кроку з обох сторін; 2 – час крокового циклу зліва; 3 – час крокового циклу справа; 4 – час одиночної опори зліва; 5 – час одиночної опори справа; 6 – час переносу з обох сторін; 7 – час опори зліва; 8 – час опори справа; 9 – час подвійної опори з обох сторін; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

На відміну від просторових, більшість часових параметрів статистично відрізнялись. При виконанні додаткового когнітивного завдання в жінок середнього віку збільшувався час кроку з обох сторін (на $21,8 \pm 3,6$ %), час крокового циклу зліва (на $20,0 \pm 2,7$ %) та справа (на $21,8 \pm 2,7$ %), час одиночної опори з обох сторін (на $22,7 \pm 2,3$ %), час переносу з обох сторін (на $22,7 \pm 2,3$ %), час опори зліва (на $19,7 \pm 3,0$ %) та справа (на $19,4 \pm 4,5$ %) ($p < 0,001$), час подвійної опори з обох сторін (на $21,3 \pm 4,3$ %) (рис. 4.18), зменшувалась швидкість (на $9,8 \pm 1,5$ %), збільшувався час проходу (на $13,7 \pm 4,8$ %) ($p < 0,05$) та кількість кроків за хвилину (на $14,2 \pm 1,2$ %) ($p < 0,001$) (рис. 4.19) (див. табл. В.5).

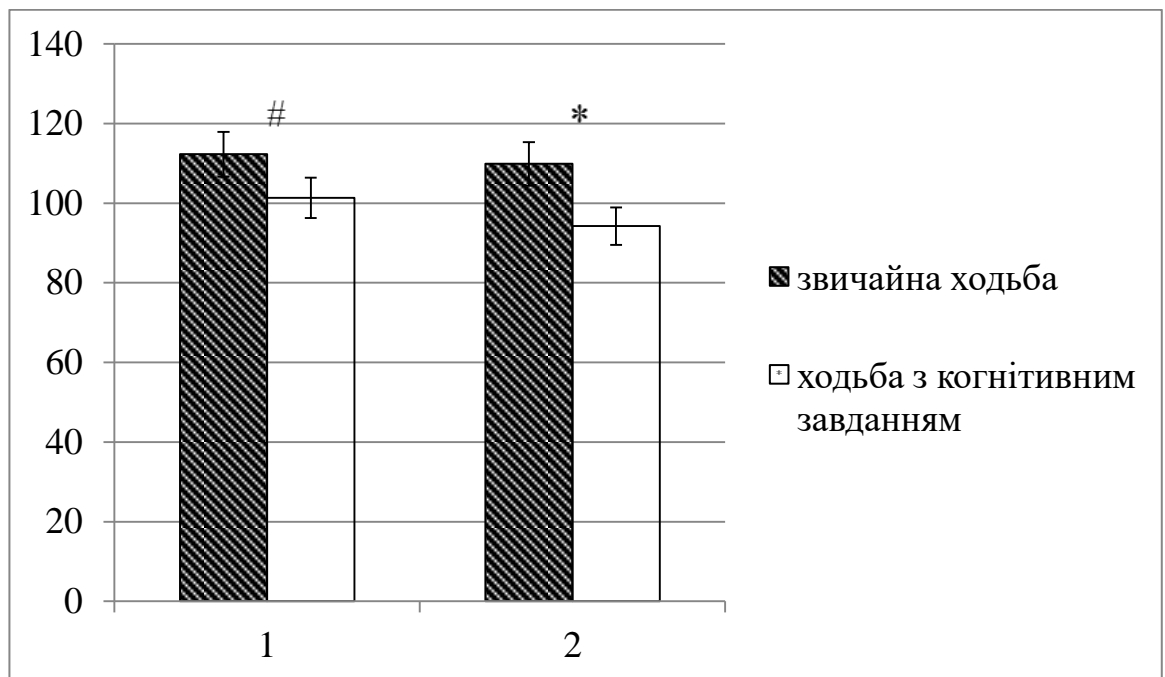


Рис. 4.19. Відмінності часових параметрів звичайної ходьби й ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жінок середнього віку.

Примітки: 1 – швидкість; 2 – час проходу; 3 – кількість кроків на хвилину; # – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,05$; * – позначено вірогідність відмінностей на рівні $p < 0,001$.

При гендерному порівнянні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в групах підліткового віку встановлено, що довжина кроку в жінок менша, ніж у чоловіків (зліва на $9,3 \pm 1,2$ %, справа на $8,4 \pm 1,1$ %) ($p < 0,05$), довжина подвійного кроку в жінок менша, ніж у чоловіків (зліва на $8,8 \pm 2,7$ %, справа на $8,6 \pm 2,1$ %) ($p < 0,05$), ширина бази опори з обох боків у жінок менша, ніж у чоловіків (зліва $45,7 \pm 8,3$ %, справа на $49,4 \pm 8,2$ %) ($p < 0,05$), кути розвороту обох стоп у чоловіків (зліва $7,40 \pm 1,08$ °, справа $9,23 \pm 1,04$ °) та жінок (зліва $0,40 \pm 0,84$ °, справа $2,51 \pm 0,89$ °) значуще відрізнялись ($p < 0,001$). Не мали статистично достовірних відмінностей лише співвідношення довжини кроку до довжини ноги та пройдена відстань ($p > 0,05$) (табл. В.8).

На відміну від просторових, всі часові показники при порівнянні параметрів ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання чоловічої та жіночої груп підліткового віку не мали статистично значущих відмінностей ($p > 0,05$) (див. табл. В.8).

При гендерному порівнянні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в групах юнацького віку встановлено, що довжина кроку в жінок менша, ніж у чоловіків (зліва на $15,9 \pm 1,7$ %, справа на $15,4 \pm 1,6$ %), довжина подвійного кроку в жінок менша, ніж у чоловіків (зліва на $15,4 \pm 1,6$ %, справа на $15,8 \pm 1,6$ %), ширина бази опори в жінок менша, ніж у чоловіків (зліва на $60,3 \pm 7,1$ %, справа на $58,5 \pm 7,3$ %), кути розвороту обох стоп у чоловіків (зліва $7,98 \pm 0,76$ °, справа $10,36 \pm 0,85$ °) та жінок (зліва $0,50 \pm 0,69$ °, справа $2,95 \pm 0,66$ °) значуще відрізняються ($p < 0,001$). Співвідношення довжини кроку до довжини ноги в жінок менше, ніж у чоловіків (на $6,8 \pm 1,4$ % з обох сторін) ($p < 0,001$). Не мала статистично достовірних відмінностей лише пройдена відстань ($p > 0,05$) (табл. В.9).

Значна частина часових показників при порівнянні параметрів ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання чоловічої та жіночої груп юнацького віку мала статистично значущі відмінності. Встановлено, що час кроку в жінок мав більшу тривалість, ніж у чоловіків (зліва на $11,8 \pm 2,2$ %, справа на $11,8 \pm 2,2$ %).

справа на $10,6 \pm 2,3$ %), час крокового циклу в жінок мав більшу тривалість, ніж у чоловіків (зліва на $10,5 \pm 1,1$ %, справа на $11,2 \pm 1,1$ %), час одиночної опори в жінок мав більшу тривалість, ніж у чоловіків (зліва на $7,4 \pm 2,8$ %, справа на $10,7 \pm 2,7$ %), час переносу в жінок мав більшу тривалість, ніж у чоловіків (зліва на $10,7 \pm 2,7$ %, справа на $7,4 \pm 2,8$ %), час опори в жінок мав більшу тривалість, ніж у чоловіків (зліва на $10,4 \pm 1,9$ %, справа на $11,4 \pm 2,5$ %) ($p < 0,05$) (див. табл. В.9). Час проходження в жінок даної групи мав більшу тривалість по відношенню до чоловіків (на $27,6 \pm 4,0$ %), а швидкість у жінок була меншою ніж у чоловіків (на $25,4 \pm 3,3$ %) ($p < 0,001$). Не мав достовірних відмінностей лише час подвійної опори з обох сторін ($p > 0,05$) (див. табл. В.9).

При міжвіковому порівнянні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловічих групах статистично достовірних відмінностей не було виявлено ($p > 0,05$) (табл. В.10).

При міжвіковому порівнянні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в жіночих групах статистично достовірних відмінностей в більшості часових та просторових показників не було виявлено ($p > 0,05$) (табл. В.11).

Отже, встановлено напрямки змін просторово-часових параметрів ходьби в умовах виконання додаткових завдань у межах кожної гендерно-вікової групи. Виявлено, що додаткове моторне завдання спричиняє збільшення довжини одиночного та подвійного кроку, зменшує швидкість ходьби та подовжує час проходження. Виконання когнітивного завдання призводить до збільшення тривалості часу кроку, крокового циклу, часу переносу стопи, часу опори та подвійної опори, зменшуються швидкість ходьби та кількість кроків за хвилину.

Встановлено, що виконання поставленого додаткового моторного завдання призводило до змін більшості просторових показників і практично не змінювало часові показники (окрім швидкості та темпу ходьби). Зміни ж при когнітивному навантаженні мали протилежний характер – змінювалась значна частина часових показників, а просторові показники залишались сталими.

Гендерні відмінності параметрів ходьби з виконанням додаткового моторного завдання при порівнянні наявних груп мали подібні напрямки змін переважної частини просторових параметрів ходьби: у чоловіків встановлено більшу довжину кроку та подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки, значуще відрізнялись кути розвороту стоп. Відмінності часових параметрів ходьби під час виконання додаткового моторного завдання при порівнянні наявних груп були відсутні.

Гендерні відмінності параметрів ходьби під час виконання додаткового когнітивного завдання при порівнянні наявних груп мали подібні напрямки. У чоловіків встановлено більші довжини кроку та подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки, ширина бази опори, значуще відрізнялись кути розвороту стоп. Відмінності часових параметрів під час ходьби з виконанням додаткового когнітивного завдання при порівнянні підліткових груп чоловіків і жінок виявлені не були. Проте при гендерному порівнянні часових параметрів ходьби з виконанням додаткового когнітивного завдання в групах юнацького віку було виявлено відмінності більшості параметрів, а саме: в жінок встановлено більші тривалості кроку, крокового циклу, одиночної опори, фази переносу, опори, проходу і нижча швидкість по відношенню до групи чоловіків юнацького віку. Міжвікові відмінності параметрів ходьби з виконанням всіх додаткових завдань у наявних групах не були виявлені.

Результати досліджень, які представлені в даному розділі дисертації, відображені в двох наукових статтях у фахових журналах, що рекомендовані ДАК МОН України [26, 28], одній статті в фаховому журналі, що входять до міжнародних наукометричних баз [20] та чотирьох тезах міжнародних науково-практичних конференцій [16, 19, 27, 29].

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Локомоції людини є одним з проявів життєдіяльності, що забезпечує можливість активної взаємодії з навколишнім середовищем. Людські локомоції різноманітні: біг, стрибки, повзання, ковзання, плавання. Але ходьба серед різноманіття людських локомоцій займає чільне місце як засіб пізнання навколишнього світу, досягнення поставленої мети, прояву особистої мобільності та незалежності [23].

У процесі еволюції локомоції змінювались і ускладнювались, відповідаючи ускладненню координаційних потреб і паралельно отримували можливість більш високоякісного виконання старих, примітивних рухів. Відповідно, кожна більш нова координаційна система призводила до появи нових або якісного ускладнення старих локомоторних актів [117].

Ходьба є складним системним процесом, під час якого відбувається взаємодія великої кількості елементів опорно-рухової системи і нервових центрів. Не зважаючи на складність процесу, динамічне керування ходьбою людини в нормі відбувається за чіткими стандартами і стереотип ходьби відрізняється високо відрегульованими часовими, просторовими, кінематичними та динамічними параметрами [6].

Первинним завданням нашого дослідження було – *визначити основні просторово-часові показники нормальної ходьби в групах практично здорових чоловіків та жінок, розподілених за віковими групами (підлітків, юнаків та осіб середнього віку).*

З цією метою ми вивчали просторово-часові параметри ходьби 127 практично здорових жінок 15-43 років (середній вік $19,7 \pm 6,55$ роки) та 88 практично здорових чоловіків 13-21 років (середній вік $17,03 \pm 1,25$ роки). Обстежуваних жінок було поділено на три вікові групи: група підліткового віку – 36 жінок 15 річного віку; група юнацького віку – 54 жінки 16-20 років (се-

редній вік $17,37 \pm 0,99$ роки); група середнього віку – 37 жінок 21-43 років (середній вік $27,7 \pm 7,27$ роки). Обстежуваних чоловіків було поділено на дві вікові групи: група підліткового віку – 33 чоловіки 13-16 річного віку (середній вік $15,82 \pm 0,39$ роки); група юнацького віку – 55 чоловіків 17-21 річного віку (середній вік $17,76 \pm 0,99$ роки). Просторово-часові параметри в обраних групах досліджували в умовах звичайної ходьби з довільною індивідуально зручною швидкістю.

Проаналізовано дев'ять часових і шість просторових параметрів ходьби (окремо для кожної ноги). Дослідження виконувалось за допомогою сучасної комп'ютеризованої системи GAITRite® виробництва США, відповідність та валідність якої було підтверджено попередніми дослідженнями [41, 58, 101, 102, 116, 127, 133, 149, 157]. Вказана система дала змогу забезпечити репрезентативність вибірки вищевказаних груп досліджуваних завдяки можливості визначати просторово-часові параметри ходьби відносно великої кількості обстежуваних добровольців. Обрані для дослідження просторово-часові параметри забезпечують повне та інформативне уявлення про ходьбу людини.

Ми порівняли отримані в даному дослідженні просторово-часові параметри звичайної ходьби з параметрами, що вже наведені в літературі, хоча це завдання було ускладнене тим, що інші дослідження проводились найчастіше або в групі здорових осіб однієї вікової чи гендерної групи, або в умовах клінічних досліджень при певних патологічних станах.

Отримані в нашому дослідженні дані просторово-часових показників звичайної ходьби відповідних вікових та статевих груп було порівняно з даними, що наведені в статтях Богомаз та Йолтухівського [2, 3, 8 - 11], Величко та Йолтухівського [12, 13, 17, 24], Менца [102] та Тітанової [148]. Богомаз та Йолтухівський досліджували групи чоловіків та жінок юнацького та зрілого віку (середній вік складав 19-25 років). Величко та Йолтухівський досліджували групи чоловіків і жінок виключно юнацького віку (середній вік складав $19,2 \pm 1,7$ роки в чоловіків та $18,8 \pm 1,0$ років у жінок). Слід зазначити, що пока-

зники отримані в нашому дослідженні у відповідних групах, наближені за своїми значеннями до показників, наведених Величко, Богомаз та Йолтухівським [2, 3, 8 - 12,].

Менц та співавтори досліджували виключно ширину бази опори, довжину кроку, кількість кроків за хвилину та швидкість для групи з 30 осіб обох статей 22-40 років. Серед цих параметрів швидкість (148 см/с) і довжина кроку (77 см) виявилися дещо більшими, ніж у відповідних групах нашого дослідження (112,26 см/с – жінки середнього віку, 117,91 см/с – жінки юнацького віку, 126,26 см/с – чоловіки юнацького віку та 61,17 см – жінки середнього віку, 62,12 см – жінки юнацького віку, 69,08 см/с – чоловіки юнацького віку, відповідно) [10, 21, 22]. Тітанова та співавтори наводять лише середні значення просторових показників, часу кроку та часу крокового циклу з часових показників та структуру крокового циклу, серед яких значення просторових показників виявилися дещо більшими, а час кроку та час крокового циклу меншими, ніж ті, що отримано в нашому дослідженні. Ймовірно, це пов'язано з впливом етнічних та антропометричних особливостей на просторово-часові параметри, що досліджувалися [148].

Зміни просторових та часових параметрів ходьби часто використовуються в клініці як діагностичні критерії, оскільки при деяких неврологічних захворюваннях з'являються на ранньому етапі. Зміни параметрів ходьби спостерігаються, наприклад, при множинному склерозі [143], хворобі Паркінсона [67, 91], атипівних формах синдрому паркінсонізму [134]. Поряд зі зміною параметрів ходьби часто відзначається порушення балансу, зниження когнітивних здібностей та падіння пацієнтів [89, 94, 151]. При цьому в більшості випадків патерн ходьби в умовах патології перебудовується з метою компенсації ушкоджень і підтримання рівноваги [23, 115, 133].

Слід зазначити, що в багатьох дослідженнях вивчалися величини просторово-часових параметрів ходьби тільки однієї нижньої кінцівки або середніх значень параметрів, що отримані для двох нижніх кінцівок [65]. Крім того, деякі дослідники наводять результати тільки загальної групи обстежува-

них без подальшої деталізації за статтю [68], часто не береться до уваги вікова періодизація, іноді результати просторово-часових параметрів ходьби отримані у взутті [102]. Доволі часто методи дослідження ходьби потребують розміщення на обстежуваному мережі маркерів-світлодіодів [112, 147], певним чином обмежуючи рух, що може впливати на точність отриманих даних.

Якість ходьби в довільному темпі, оцінена за показником FAP, у всіх групах обстежуваних знаходилась у межах нормативних параметрів (95-100 %), що вказувало на високий рівень підтримки рівноваги та збереження стабільності під час довільної ходьби.

Отже, наше дослідження за допомогою найсучаснішого методу надало досить повне уявлення про просторово-часову організацію звичайної ходьби в достатньо репрезентативних вікових та статевих групах.

Просторово-часові показники ходьби в довільному темпі порівнювали в гендерному та віковому аспектах. При міжстатевому порівнянні просторово-часових параметрів звичайної ходьби в досліджуваних групах виявились наступні закономірності. Чоловіки, в порівнянні з жінками демонстрували більші довжини кроку та подвійного кроку, ширину бази опори, кути розвороту стоп. На відміну від просторових, часові параметри у гендерному аспекті не розрізнялися. Виявлена статева специфіка просторових параметрів ходьби, вірогідно, відбиває морфологічні відмінності тілобудови (більша довжина тіла, а, відповідно, й довжина ноги в чоловіків порівняно з жінками) [160]. Проте не можна виключати й певні відмінності нейрофізіологічних механізмів, що регулюють ходьбу у чоловіків та жінок.

Сталість часових параметрів довільної ходьби при гендерному порівнянні можна пояснити тим, що програмування цих параметрів реалізується з формуванням автоматичних моторних синергій [118]. Еволюційно сформовані оптимальні часові параметри крокового циклу, що не мають статевих відмінностей, і спрямовані на підтримання рівноваги, покращення стійкості та запобігання падінь при ходьбі як у чоловіків, так і в жінок [24].

Пояснення стабільності часових показників, виявлених при міжстатевому порівнянні ходьби, очевидно, криється в рівні локалізації мозкових центрів, що програмують основні базові етапи ходьби. Відомо, що загальні зміни локомоції такі як початок, зупинка, зміна швидкості, досягаються за рахунок команд, що прямують низхідними шляхами від локомоторних центрів проміжного, середнього мозку та понто-медулярної ретикулярної формації до спинного мозку [107]. Вентромедіальна система стовбура мозку є основною системою, якою мозок здійснює інтегративний контроль пози й локомоції, зокрема крокування та ходьби [35, 93]. Нейрони ретикуло-спинальних, вестибулоспинальних, руброспинальних шляхів та клітини Пуркін'є мозочка виконують також функцію контролю локомоторної фази [56, 82, 125]. Ці літературні дані свідчать про те, що основні етапи ходьби та фази крокового циклу програмуються на рівні стовбура мозку та мозочка, тобто філогенетично старих утворень, що робить ходьбу до певного ступеня автоматизованим актом без виражених статевих та індивідуальних відмінностей.

Отже, виявлена в нашому дослідженні гендерна специфіка просторових параметрів довільної ходьби не суперечить літературним даним паралельних нейрофізіологічних досліджень [2, 3, 12]. Подібність часових показників узгоджується з раніше висловленим припущенням, що часові параметри крокового циклу звичайної ходьби не залежать від статі [23, 24].

Аналіз вікових відмінностей довільної ходьби виявив, що для досліджуваних середнього віку характерна більша тривалість фази опори (час опори на одну стопу довший у середньому на $4,0 \pm 1,5$ % зліва та $6,7 \pm 2,0$ % справа, ніж у підлітків, та на $3,1 \pm 1,6$ % зліва та $4,7 \pm 1,6$ % справа, ніж у юнаків; час подвійної опори довший на $9,5 \pm 4,8$ % зліва та $10,0 \pm 5,0$ % справа, ніж у підлітків та на $15,0 \pm 5,0$ % з обох боків, ніж у юнаків). Просторові показники кроку в осіб середнього віку (співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки менше на $4,0 \pm 1,5$ % зліва та $6,7 \pm 2,0$ % справа, ніж у підлітків) (див. табл. А.5, А.6). Виявлені вікові відмінності дозволяють припустити, що вікові зміни нейрофізіологічних механізмів підтримки рівноваги й стабільно-

сті тіла під час ходьби, які призводять до збільшення тривалості опори і скорочення довжини кроків, можуть призвести до формування в середньому віці «обережної» ходьби, а в подальшому – до появи сенільних дисбазій у похилому віці [5].

Наступним завданням нашого дослідження було – *визначити зміни просторово-часових параметрів ходьби та встановити гендерні та вікові відмінності в умовах виконання додаткового моторного завдання.*

Щоб дослідити вплив виконання додаткового моторного завдання на просторово-часову організацію ходьби людини, ми використовували пристрій для оцінки здатності стабілізувати положення рук [4]. В основу подібної методики поставлено завдання утримання кулі в центрі пристрою на двох перекладинах. Таким чином задіюються значні об'єми ресурсів вестибулярної, зорової, пропріоцептивної сенсорних систем та моторних центрів, що забезпечують підтримання рівноваги тіла в цілому, стабілізацію плечового пояса й верхніх кінцівок. Для нервових центрів, залучених до керування ходьбою створюються умови роботи з недостатністю ресурсів або в ускладненій ситуації.

Коли одночасно контролюється процес звичайної ходьби оцінюється здатність стабілізувати положення та рухи рук, фізіологічно первинним завданням є регуляція та утримання рівноваги й стабільності тіла під час ходьби, а вторинним (додатковим) – утримання перед собою обома руками пристрою таким чином, щоб куля пристрою завжди знаходилась посередині його перекладин.

Згідно з інструкцією, наданою досліджуваним перед виконанням ходьби з одночасним моторним завданням, вони, проте, мали виконувати обидва завдання однаково якісно без встановлення пріоритету.

Загалом напрямок перебудови параметрів ходьби в усіх досліджуваних вікових та гендерних групах під час ходьби з виконанням додаткового моторного завдання був подібним. Виконання додаткового моторного завдання призводило до зменшення основних показників крокового циклу: дов-

жини кроку, подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини ноги. Це, відповідно, призводило до зменшення швидкості ходьби (з $118,65 \pm 3,12$ до $97,19 \pm 4,50$ см/с у жінок підлітково віку; з $117,91 \pm 2,28$ до $113,22 \pm 3,85$ см/с у жінок юнацького віку; з $112,26 \pm 2,80$ до $92,82 \pm 4,75$ см/с у жінок середнього віку; з $129,40 \pm 3,2$ до $108,45 \pm 4,08$ см/с у чоловіків підліткового віку; з $126,26 \pm 2,98$ до $110,78 \pm 3,32$ см/с у чоловіків юнацького віку). Відбувалося також збільшення загального часу проходу. Подібну тенденцію у вигляді зменшення швидкості руху під час виконання додаткового моторного завдання спостерігали інші автори при дослідженні ходьби за допомогою GAITRite®, де в загальній групі літніх чоловіків ($n=7$) і жінок ($n=8$) (середній вік складав $62,73 \pm 9,02$ роки) швидкість руху зменшувалась із $112,51$ й $110,06$ см/с при звичайній ходьбі до $103,67$ й $108,81$ см/с при ходьбі з утриманням підноса зі склянками та до $101,15$ й $103,47$ см/с при ходьбі з одночасним застібанням гудзиків сорочки [161]. У той же час у іншому дослідженні, в якому швидкість ходьби визначали за тривалістю проходу стандартної відстані 7 метрів, було продемонстровано відсутність впливу одночасного утримання легкого пакунку на швидкість звичайної ходьби в обстежуваних людей віком від 20 до 65 років ($n=277$) [139]. Такі суперечливі дані літератури можуть бути пов'язані з тим, що у згаданих роботах кількість досліджених суб'єктів була обмеженою, а результати отримували в загальній групі обстежуваних, не поділяючи їх за статтю, віком, станом здоров'я, а також з деякими відмінностями методики дослідження.

Зменшення довжини звичайного та подвійного кроку під час виконання додаткового моторного завдання в усіх досліджуваних групах збігається з результатами інших дослідників [4, 161]. Очевидно, що довжина кроків та кількість кроків за хвилину, мають безпосередній вплив на швидкість [122].

Загалом усі обстежувані успішно виконали запропоноване їм додаткове моторне завдання (утримання кулі, що перебуває на двох горизонтальних направляючих від падіння). Іншими словами, одночасно з ходьбою здійснювалась й тонка координація рухів рук. Успішній реалізації цього, ймовірно,

сприяв достатній об'єм ресурсів пропріоцептивної, вестибулярної та зорової сенсорних систем і моторних центрів і, крім того, відповідний перерозподіл ресурсу уваги між завданнями (ходьбою та утриманням кулі на перекладинах пристрою). Слід проте, відмітити, що троє обстежуваних (дві жінки та один чоловік) не змогли утримати кулю на перекладинах пристрою під час ходьби з першої спроби. І лише друга їх спроба була успішною. Це вказує на те, що при ходьбі з одночасним виконанням додаткового моторного завдання для механізмів контролю ходьби та перерозподілу уваги потрібен певний час для вироблення налаштування й співпраці, необхідних для здійснення більш складної регуляції.

Таким чином, щоб йти повільніше, виконуючи додаткове моторне завдання, обстежувані зменшували довжину звичайного кроку (тобто складову подвійного кроку) [26, 29]. Більшість часових параметрів ходьби з виконанням додаткового моторного завдання в порівнянні з довільною ходьбою залишались сталими.

Очевидно, що ходьба з виконанням додаткового моторного завдання потребує додаткових зусиль у підтримці рівноваги, координації рухів, додержання стабільності під час руху. Логічно припустити, що зміни ходьби при додатковому моторному навантаженні зумовлені задіянням нейрофізіологічного «ресурсу» в площині автоматичних моторних синергій (на рівні СМ, стовбура мозку та мозочка) [163]. Ці синергії не отримують у випадку виконання додаткового моторного завдання суттєвого корегуючого впливу ієрархічно вищих відділів головного мозку [35, 118]. Таким чином, виявлені зміни параметрів ходьби під час виконання додаткового моторного завдання вказують на те, що СМ, стовбур мозку та мозочок продовжують визначати просторові параметри ходьби в умовах даної фізіологічної парадигми. Сталість часових параметрів, ймовірно, є важливим елементом забезпечення стабільності ходьби під час дії додаткового моторного навантаження.

При гендерному порівнянні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням моторного завдання було встановлено, що довжина

кроку, довжина подвійного кроку та співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки з обох боків та кути розвороту обох стоп у жінок були меншими, ніж у чоловіків (див табл. Б.8, Б.9). Подібні співвідношення можна пояснити певними антропометричними відмінностями (переважанням росту, а відповідно, й довжини ноги в чоловіків порівняно з жінками). Під час крокування відбувається переміщення в просторі центра маси тіла людини [1]: при вищому рості центр маси переміщується на більшій відстані від опори – відповідно, довшою стає траєкторія його руху. Цілком логічно, що біомеханіка переміщення фізичного тіла, яке має вище розташований центр маси та довжину крокуючої кінцівки, для більшої стабільності та уникнення ризику падінь потребує й збільшення просторових параметрів крокового циклу. Стабільною при міжстатевому порівнянні виявилась ширина бази опори з обох сторін. На відміну від просторових, всі часові показники при порівнянні параметрів ходьби з одночасним виконанням моторного завдання чоловічих та жіночих груп не мали статистично значущих відмінностей (див табл. Б.8, Б.9).

При міжвіковому порівнянні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням моторного завдання в чоловічих та жіночих групах статистично достовірних відмінностей виявлено не було (див табл. Б.10, Б.11).

Важливо відмітити, що показник якості ходьби з виконанням додаткового моторного завдання мав тенденцію до зниження у всіх досліджуваних групах. На це вказували результати порівняння показника FAP довільної ходьби та ходьби з виконанням додаткового моторного завдання. FAP знижувався в чоловіків підліткового віку з $96,42 \pm 4,04$ до $83,12 \pm 4,67$ %; у чоловіків юнацького віку з $96,69 \pm 4,94$ до $82,82 \pm 3,15$ %; у жінок підліткового віку з $97,06 \pm 3,87$ до $83,18 \pm 3,26$ %; у жінок юнацького віку з $96,67 \pm 3,97$ до $82,82 \pm 2,13$ %; у жінок середнього віку з $96,84 \pm 5,26$ до $81,83 \pm 4,04$ %. Таке зниження FAP вказує на те, що виконання моторного завдання під час ходьби призводить в цілому до зниження рівня підтримки рівноваги та зниження

стабільності тіла під час руху, а, відповідно – збільшує ризик падінь. Суттєво, що таке зниження ресурсу рівноваги й виведення досліджуваного із «зони комфорту» можна використовувати як діагностичний критерій у неврологічних хворих з високим ризиком падінь.

Ширина бази опори виявилась незмінною при порівнянні показників ходьби з додатковим моторним завданням та довільної ходьби в усіх досліджуваних групах. Цей факт підтверджує важливість даного параметра в підтримці рівноваги та стабільності ходьби [2, 3, 12].

Таким чином, результати нашого дослідження показують, що при ходьбі з одночасним виконанням додаткового моторного завдання обстежувані долали відстань доріжки з меншою швидкістю та коротшими кроками порівняно з такими при звичайній ходьбі, але часові параметри такої локомоції залишались сталими. Під час утримання пристрою для оцінки здатності стабілізувати положення рук та підтримання рівноваги тіла за таких умов ходьби ширина бази опори не змінювалася, що має суттєве значення для забезпечення стабільності ходьби.

Наступним завданням нашого дослідження було – *визначити зміни просторово-часових параметрів ходьби та встановити гендерні та вікові відмінності в умовах виконання додаткового когнітивного завдання.*

Всупереч традиційним уявленням про анатомічну й функціональну відокремленість моторних систем від когнітивних, результати сучасних досліджень дозволяють аргументовано стверджувати, що ці системи взаємопов'язані між собою [55, 66, 74, 139, 161, 163]. Базою побудови рухів є координована діяльність різних систем мозку (як тих, що безпосередньо контролюють реалізацію рухового акту, так і тих, що пов'язані з процесами сприйняття, уваги й пам'яті) [129].

З метою вивчення впливу виконання когнітивного завдання на просторово-часові параметри ходьби людини ми використали послідовне (без повторень) називання вголос будь-яких відомих досліджуваному тварин. Згідно

з інструкцією, досліджуваний повинен був здійснювати ходьбу й називати тварин, не надаючи пріоритет тому чи іншому завданню.

Міжгрупові порівняння виявили схожі зміни параметрів. Суттєво, що просторові показники ходьби в даному випадку не демонстрували вірогідних змін. На відміну від просторових, більшість часових параметрів в усіх досліджуваних групах статистично змінювались. Збільшувалась загальна тривалість крокового циклу, тривалість переносу кожної ноги, тривалість періодів одиночної та подвійної опори. Зміна цих параметрів цілком логічно призводила до зниження швидкості ходьби та подовження часу проходу. Отже, утримати рівновагу при ходьбі з одночасним називанням вголос тварин допомагає більш тривалий загальний період опори в кроковому циклі такої ходьби, певні зниження темпу і швидкості ходьби та збільшення загального часу проходу доріжкою.

Незмінність ширини бази опори та кутів розвороту стоп в усіх досліджуваних групах може свідчити про те, що значення функціональної бази опори та кутів розвороту стоп при звичайній ходьбі є цілком достатніми для збереження пози та рівноваги й при ходьбі з одночасним виконанням когнітивного завдання. Механізми регуляції цих двох параметрів [2, 3, 12].

В усіх досліджуваних вікових групах зменшення швидкості ходьби при називанні тварин відбувалося внаслідок збільшення часових параметрів і, у першу чергу, за рахунок збільшення тривалості фази опори та тривалості переносу ноги. У подібних дослідженнях з використанням дещо іншої методики також було виявлено збільшення тривалості крокового циклу в групі здорових людей похилого віку при ходьбі з одночасним рахуванням [163]. Інша група дослідників, проте, при вивченні ходьби з когнітивним навантаженням у здорових людей похилого віку встановила зменшення тривалості переносу ноги [74].

Гендерні відмінності параметрів ходьби з виконанням додаткового когнітивного завдання мали подібні напрямки в усіх досліджуваних вікових групах. У чоловіків були більшими довжина кроку та подвійного кроку, спів-

відношення довжини кроку до довжини кінцівки, ширина бази опори, кути розвороту стоп. Як і в попередніх випадках, це ймовірно, пов'язано з антропометричними відмінностями. Відмінності часових параметрів ходьби з виконанням додаткового когнітивного завдання при порівнянні підліткових статевих груп не були виявлені. При гендерному порівнянні часових параметрів ходьби з виконанням додаткового когнітивного завдання в групах юнацького віку було виявлено відмінності більшості параметрів. У жінок були більшими тривалості кроку, крокового циклу, одиночної опори, час переносу, час опори, час проходу і нижчою була швидкість при порівнянні з групою чоловіків юнацького віку (див табл. В.8, В.9). Ймовірно, такі зміни в юнацькому віці пов'язані з появою не лише антропометричних гендерних відмінностей (як у підлітків), а й значних нейрогуморальних змін [25].

При міжвіковому порівнянні просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання в чоловічих та жіночих групах статистично достовірних відмінностей не було виявлено (див. табл. В.10, В.11). Не було також встановлено відмінностей в показниках якості виконання когнітивного завдання як між статевими, так і між віковими групами (див. табл. 4.1, 4.2, 4.3).

Якість ходьби під час виконанням додаткового когнітивного завдання мала тенденцію до зниження в усіх досліджуваних групах. Відповідно FAP знижувався в чоловіків підліткового віку з $96,42 \pm 4,04$ до $83,14 \pm 3,87$ %, у чоловіків юнацького віку з $96,69 \pm 4,94$ до $82,12 \pm 2,18$ %, у жінок підліткового віку з $97,06 \pm 3,87$ до $81,75 \pm 1,76$ %, у жінок юнацького віку з $96,67 \pm 3,97$ до $82,26 \pm 1,12$ %, у жінок середнього віку з $96,84 \pm 5,26$ до $89,49 \pm 4,72$ %. Подібне зниження FAP свідчить про те, що виконання когнітивного завдання під час ходьби зумовлює зниження рівня підтримки рівноваги та зниження стабільності тіла під час руху, а, значить, збільшує ризик падінь. Тому подібні випадки зниження FAP можна використовувати як діагностичний критерій в неврологічній практиці.

Наступним завданням нашого дослідження було – *порівняти напрямки змін параметрів ходьби у досліджуваних групах при додатковому моторному та когнітивному завданні.*

Потрібно відмітити, що результати досліджень ефекту когнітивних завдань на параметри ходьби людини є досить суперечливими. Є повідомлення про відсутність впливу когнітивних завдань на ходьбу як у молодих здорових людей, так і у здорових людей похилого віку [135, 140]. Треба зауважити, що автори використовували доволі легкі когнітивні завдання в якості додаткових (вербальна відповідь на звуковий подразник, вербальна відповідь на зоровий подразник тощо). Це потребувало незначних когнітивних витрат. Можливо, пріоритет під час дослідження надавався виключно ходьбі, яку досліджували з невеликою точністю, здебільшого за допомогою системи електронних перемикачів для ніг.

Результати деяких досліджень вказують на те, що при одночасному досить складному когнітивному завданні під час ходьби (арифметичне завдання - віднімання від ста по сім) [8 - 11], переважна більшість як часових, так і просторових параметрів ходьби змінюється. В нашому випадку когнітивний компонент, очевидно, за силою впливу призводив до зміни не всіх параметрів ходьби, як у попередніх дослідників [8 - 11], а лише до зміни певної низки часових параметрів. Ми використовували відносно легке, нескладне когнітивне завдання (називання вголос відомих досліджуваному тварин). Таким чином, можна дійти висновку, що часові показники ходьби з додатковим когнітивним завданням починають змінюватися вже під час виконання найпростіших когнітивних завдань. Отже часові параметри є більш лабільними, ніж просторові, які істотно змінюються лише при підвищенні складності когнітивного завдання. У подальших дослідженнях можливо треба звернути увагу на значення складності когнітивного завдання щодо змін патерну ходьби.

На відміну від додаткового когнітивного завдання, додаткове моторне завдання змінювало більшість просторових показників ходьби, проте прак-

тично не змінювало часові показники (крім швидкості і темпу ходьби, які зменшувались в усіх групах досліджуваних). Це вказує на різні нейрофізіологічні механізми підтримання стабільності ходьби при наявності додаткового моторного або когнітивного компонента, що ускладнює контроль руху. Дане спостереження відкриває певні перспективи подальших досліджень механізмів керування ходьбою та впливу виду додаткових завдань на контроль стабільності локомоцій людини.

При оцінці змін параметрів ходьби, до яких призводить виконання додаткового моторного або когнітивного завдання, слід взяти до уваги той факт, що за просторовими та часовими показниками ходьби можна опосередковано, але обґрунтовано, оцінити стан структур ЦНС, які безпосередньо відповідають за формування параметрів ходьби.

Відомо, що механізм локомоції, який базується на роботі локомоторного спінального генератора, може генерувати різні ритми, котрі відповідають різним швидкостям локомоції. Він може різною мірою активувати м'язи кінцівок та тазового поясу, що призводить до зміни темпу крокування. У певних умовах спінальний генератор може зумовлювати локомоції різних типів, тобто встановлювати різні фазові співвідношення рухів кінцівок [146].

Динамічний контроль процесу ходьби включає в себе ряд критичних критеріїв взаємодії, таких, як зовнішні дані оточуючого середовища, цілі, біомеханічні обмеження і сенсорна інтеграція. В основі динамічного контролю ходьби лежить скоординований руховий нейрофізіологічний шаблон, в якому відповідна взаємодія сегментів тіла та їх взаємодія з навколишнім середовищем виробляються для забезпечення адекватності та стабільності під час ходьби. Стан реалізації такого скоординованого рухового шаблону від кроку до кроку і через тривалі проміжки часу також є ключовим фактором, оскільки мінливість ходьби є унікальною сферою, яка забезпечується даними інтелектуального усвідомлення щодо ризику падіння та можливості зниження мобільності суб'єкта. Динамічний контроль ходьби більш високого рівня потребує забезпечення адаптивності в умовах додаткових запропонованих завдань.

Оцінка отриманих даних щодо ходьби є ключем до комплексної оцінки й вивчення динамічного контролю цього процесу [57, 150].

Функцію контролю локомоторної фази виконує мозочково-спінальна петля, яка включає в себе СМ, мозочково-спінальні шляхи, мозочок і низхідні шляхи від стовбура мозку. Кожен з цих низхідних трактів несе як тонічні (непатерновані), так і фазичні (патерновані) сигнали в СМ. Ці сигнали регулюють рухи верхніх і нижніх кінцівок шляхом збудження й гальмування активності спінальних інтернейронів і мотонейронів. Неадекватні зміни таких просторових параметрів ходьби, як довжина кроку та довжина подвійного кроку, можуть слугувати ознаками патології мозочка [146].

Замкнені мозочково-спінальні ланцюги виконують роль системи контролю фаз локомоції. При цьому клітини понтомедулярної ретикулярної формації впливають не лише на ритм, але й на силу й фазу поточних локомоторних рухів. При цьому для контролю локомоції виключно важливу роль відіграє діяльність вентромедіальної низхідної системи, волокна якої йдуть в першу чергу від вестибулярних ядер, клітин покрівлі й ретикулярної формації моста та довгастого мозку, для контролю локомоції [57]. Враховуючи відповідні дані, можна передбачати, що зміна певних параметрів ходьби, а також порушення фаз в загальному патерні ходьби можуть свідчити про зрушення в вентромедіальній системі контролю локомоції.

Дані нашого дослідження підтверджують можливість використання додаткових завдань як інструменту ізольованого впливу на часові (когнітивні завдання, аналогічні нашому за типом) та просторові (моторні завдання) параметри ходьби. Такі впливи дозволяють селективно оцінити функціональний стан різних відділів нервової системи.

Наступним завданням нашого дослідження було – *встановити параметри, що характеризуються найбільшою стабільністю і відіграють ключову роль у виконанні локомоторного завдання при ускладненні умов ходьби.*

База опори – це той просторовий параметр, стабільність якого потрібна для підтримки медіо-латеральної та передньо-задньої стабільності ходь-

би [10]. Показано, що саме база опори є найстабільнішим параметром, який не змінюється при різних парадигмах ходьби. В нашому дослідженні вищезгаданий параметр не змінювався при виконанні всіх додаткових завдань.

Таким чином, утримання рівноваги й запобігання падінь (що і є кардинальним завданням у ходьбі) при ходьбі з одночасним виконанням додаткових завдань може забезпечуватися шляхом підтримання сталості ширини бази опори – одного з найважливіших компонентів у механізмі контролю рівноваги і стабільності ходьби [2, 3, 12].

Наступним завданням нашого дослідження було – *провести інтегративну оцінку якості ходьби при виконанні додаткових моторного та когнітивного завдань.*

Як ми встановили, якість виконання ходьби знижується (про що свідчить зменшення показника FAP) при наявності додаткових завдань порівняно з аналогічними показниками звичайної ходьби в усіх досліджуваних групах. Це можна пояснити з урахуванням нейропсихологічної теорії «розподілу ресурсів». Згідно з цією теорією, якщо обидва завдання, котрі виконуються одночасно, потребують використання ресурсів, які перевищують загальний центральний ресурс, то виконання одного завдання (або навіть обох) буде погіршуватись незважаючи на специфічну природу таких завдань. Згідно з модифікованою версією теорії «розподілу ресурсів», внаслідок здатності уваги до розподілення, одночасне виконання двох завдань, що потребують уваги, може погіршуватись, навіть якщо ємність загального ресурсу ще не перевищена [163].

Оскільки використане нами когнітивне завдання потребує координації між процесами артикуляції, фонації і дихання, таке додаткове завдання у певному аспекті є також складним моторним завданням. Згідно з теорією «горла пляшки», виконання двох подібних за своєю природою завдань знижує показники якості їх виконання (причому обох) [74]. Важлива та обставина, що виконання когнітивних завдань впливає на процес ходьби навіть коли когнітивне завдання не має явного моторного компоненту [55]. Називання тва-

рин під час ходьби може бути кваліфіковано як ритмічна діяльність. Очевидно, що при одночасному виконанні двох ритмічних завдань різної частоти може відбуватись їх потужна інтерференція [106]. У нашому дослідженні ритмічний характер називання тварин міг інтерферувати з ритмом ходьби й, таким чином, провокувати суттєво інші зміни параметрів ходьби, ніж при реалізації моторного завдання, що не мало ритмічного характеру (утриманні перед собою обома руками пристрою для оцінки здатності стабілізувати положення рук).

Необхідно зазначити, що при ходьбі з одночасним виконанням додаткових завдань досліджувані надавали пріоритет саме ходьбі. Це узгоджується з положенням про «першу стратегію пози», висунутим А. Shumway-Cook. Згідно з цим положенням у ситуації зростаючої загрози падіння суб'єкт віддає перевагу позному контролю або стабільності ходьби над виконанням додаткового, вторинного завдання, щоб знизити ризик падіння та ушкодження [140].

Отже, регуляція просторово-часових параметрів ходьби залежить від роботи усіх рівнів нервової системи. Базовий просторово-часовий патерн визначається ЦГЛР спинного мозку, робота яких задається та модулюється надсегментарними структурами. Нашаровані надсегментарні команди, включаючи такі з кори головного мозку можуть досить істотно змінити базовий малюнок, створивши відповідну ситуації просторово-часову модель ходьби.

Враховуючи наявність змін кількісних та якісних показників ходьби в умовах різних фізіологічних парадигм, можна з впевненістю стверджувати, що ходьба не є цілком автоматизованим процесом, а потребує використання різноманітних додаткових ресурсів ЦНС, насамперед уваги та когнітивних ресурсів.

Тому всі вищевикладені дані й міркування бажано враховувати в подальших теоретичних та клінічних дослідженнях.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі дано теоретичне узагальнення та вирішення науково-практичної задачі щодо визначення просторово-часових параметрів звичайної ходьби в практично здорових чоловіків і жінок, розподілених за віковими та гендерними групами та аналізу змін патерну ходьби при виконанні додаткових моторного й когнітивного завдань.

1. При міжстатевому порівнянні показників довільної ходьби виявлено, що в чоловіків у порівнянні з жінками є більшими довжина кроку та подвійного кроку, ширина бази опори та кути розвороту стоп з обох сторін. При ходьбі в довільному темпі в старших вікових групах для збереження стабільності ходьби та підтримки рівноваги формуються триваліші час опори й коротші кроки. При цьому тривалість опори на обидві стопи та опори на праву стопу в жінок середнього віку є більшою, ніж у жінок підліткового віку та юнацького віку.
2. Виконання додаткового моторного завдання (здіяння тонкої бімануальної моторної діяльності) призводить до зменшення основних просторових показників ходьби – довжини кроку, подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини ноги. Наслідком таких змін є зменшення швидкості ходьби та подовження загального часу тест-проходу. При гендерному порівнянні параметрів ходьби з виконанням додаткового моторного завдання встановлено, що у групах підліткового віку в жінок менші ніж у чоловіків-однолітків довжина кроку, довжина подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки та кути розвороту стоп; у групах юнацького віку в жінок менші ніж у чоловіків аналогічного віку, довжина кроку, довжина подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки, ширина бази опори та кути розвороту стоп.

3. При виконанні додаткового когнітивного завдання (проговорення назв тварин), в порівнянні з довільною ходьбою, у всіх досліджуваних групах стають більшими тривалості кроку й крокового циклу, час опори та одиночної опори, час переносу, зменшується швидкість та темп ходьби, подовжується загальний час проходу. Міжстатеві відмінності параметрів ходьби з виконанням додаткового когнітивного завдання мали подібну спрямованість у всіх досліджуваних вікових групах – у чоловіків ставали більшими довжина кроку та подвійного кроку, співвідношення довжини кроку до довжини кінцівки, ширина бази опори, кути розвороту стоп.
4. Виконання додаткового моторного завдання призводить до змін більшості просторових показників ходьби, але практично не змінює часових показників. Реалізація додаткового когнітивного завдання зумовлює зміни більшості часових показників ходьби й практично не впливає на просторові показники. Отже, природа модуляцій параметрів ходьби при різних фізіологічних парадигмах є специфічною, і така модуляція здійснюється різними центральними механізмами.
5. Ширина бази опори є найстабільнішим параметром ходьби, який не змінювало виконання додаткових моторних та когнітивних завдань. Це підтверджує важливість даного параметра в підтримці рівноваги та стабільності ходьби, перш за все в попередженні бокового падіння.
6. Інтегральний показник якості ходьби (FAP) під час виконання додаткових завдань вірогідно знижується, порівняно з таким при звичайній ходьбі в усіх досліджуваних групах, що свідчить про зниження рівня підтримки рівноваги та стабільності тіла під час руху й збільшення ризику падіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бернштейн, Н. А. О построении движений (2009). *Лечебная физкультура и спортивная медицина*, 10, 11–16.
2. Богомаз, О. В. (2010). Організація просторово-часових параметрів ходьби в юнаків та дівчат залежно від ведучої руки. *Вісник Запорізького національного університету*, 2, 54–62.
3. Богомаз, О. В. (2010). Просторово-часові параметри звичайної ходьби в юнакі та дівчат у залежності від домінуючого типу ВНД. *Таврійський медико-біологічний вісник*, 4(13), 17–21.
4. Богомаз, О. В. (2014). Порівняння просторово-часових параметрів ходьби з тимчасовою зоровою депривацією і ходьби з додатковим моторним навантаженням в осіб юнацького віку. *Вісник морфології*, 20(1), 9–12.
5. Деревцова, С. Н., Капустенская, Ж. И., Медведева, Н. Н., Зайцева, О. И., Терехов, А. Н. (2013). Исследование параметров ходьбы разных соматотипов старших возрастных групп городского населения. *Сибирский медицинский журнал*, 116(1), 109–111. doi:<http://dx.doi.org/10.1234/XXXX-XXXX-2013-1-109-111>
6. Ефимов, А. П. (2012). Клинически значимые параметры походки. *Травматология и ортопедия России*, 1(63), 60–65. ?i:<http://dx.doi.org/10.21823/2311-2905-2012--1-60-65>
7. Йолтухівський, М. В. (1999). Латеральний гіпоталамус і префронтальна кора в організації довільних рухів (докторська дисертація, Донецьк). Джерело <https://referat.co/ref/121830/read>
8. Йолтухівський, М. В., Богомаз, О. В. (2009). Організація просторово-часових параметрів ходьби при виконанні подвійних завдань. *Нейронауки: теоретичні та клінічні аспекти*, 5(1–2), 8–11.

9. Йолтухівський, М. В., Богомаз, О. В. (2009). Організація ходи у здорових чоловіків юнацького та першого зрілого віку при виконанні подвійних завдань. *Biomedical and biosocial anthropology*, 13, 95–99.
10. Йолтухівський, М. В., Богомаз, О. В. (2009). Організація ходьби у жінок при виконанні подвійних завдань. *Вісник морфології*, 15(2), 409–413.
11. Йолтухівський, М. В., Богомаз, О. В. (2011). Вплив додаткового моторного та когнітивного завдань на ходьбу людини. *Нейронауки: теоретичні та клінічні аспекти*, 7(1–2), 10–14.
12. Йолтухівський, М. В., Величко, Т. О. (2009). Організація просторово-часових параметрів ходьби при зміні її темпу в юнаків і дівчат. *Архів клінічної та експериментальної медицини*, 6(2), 152–155.
13. Йолтухівський, М. В., Величко, Т. О. (2009). Організація просторово-часових параметрів ходьби при сенсорній деривації. *Університетська клініка*, 5(1–2), 73–77.
14. Колесниченко, В. А., Фищенко, А. В., Днепровская, А. В. (2015). Оценка функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата пациентов с различными вариантами болезни Шейермана-Мау. *Травма*, 3(16), 48–52.
15. Коршунов, С. Д., Давлетьярова, К. В., Капилевич, Л. В. (2014). Биомеханические характеристики ходьбы у детей с врожденными расстройствами локомоций. *Вестник Томского государственного университета*, 387, 203–207.
16. Мороз, В. М., Йолтухівський, М. В., Тищенко, І. В., Богомаз, О. В. (4-8 червня 2014). Порівняння просторово-часової організації ходьби з когнітивним навантаженням в осіб підліткового та юнацького віку. Тези представлені в матеріалах VI Конгресу Українського товариства нейронаук, Київ (ст. 92–93). *Київ: Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України*.

17. Мороз, В. М., Йолтуховский, М. В., Богомаз, О. В., Величко, Т. А. (1-6 октября 2011). *Пространственно-временная организация ходьбы с одновременным выполнением моторного задания у молодых людей с разными типами доминирующего темперамента*. Тезисы представлены в сборнике научных трудов III съезда физиологов СНГ «Физиология и здоровье человека». Ялта, Украина (стр. 188–189). Ялта: Союз физиологических обществ стран СНГ, Институт иммунофизиологии.
18. Мороз, В. М., Йолтухівський, М. В., Московко, Г. С., Богомаз, О. В., Величко, Т. О., Тищенко, І. В. (4-8 червня 2014). Стабільність і мінливість просторово-часових параметрів ходьби людини. Тези представлені в матеріалах ХІХ-го з'їзду Українського фізіологічного товариства ім. П.Г. Костюка з міжнар. участю, присвяченого 90-річчю від дня народження академіка П.Г. Костюка, Київ (ст. 156–157). *Київ: Фізіологічний журнал. Додаток, 60(3)*.
19. Мороз, В. М., Йолтухівський, М. В., Тищенко, І. В., Богомаз, О. В. (4-8 червня 2014). Порівняння просторово-часової організації ходьби з когнітивним навантаженням в осіб підліткового та юнацького віку. Тези представлені в матеріалах VI Конгресу Українського товариства нейронаук, Київ (ст. 92–93). *Київ: Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України*.
20. Мороз, В. М., Йолтухівський, М. В., Тищенко, І. В., Богомаз, О. В., Московко, Г. С., Кривов'яз, С. О. (2016). Вплив додаткового когнітивного навантаження на просторово-часові параметри ходьби у жінок різних вікових груп. *Нейрофізіологія, 48(2)*, 162–166.
21. Мороз, В. М., Йолтухівський, М. В., Тищенко, І. В., Богомаз, О.В., Московко, Г. С. (2015). Просторово-часові параметри ходьби у жінок підліткового, юного та середнього віку. *Вісник морфології, 21(1)*, 184–189.
22. Мороз, В. М., Йолтухівський, М. В., Тищенко, І. В., Богомаз, О.В., Московко, Г. С. (2015). Просторово-часові параметри ходьби у чоловіків підліткового та юного віку. *Вісник Вінницького національного медичного*

- університету, 19(1), 6–11.
23. Московко, Г. С. (2007). Дослідження функції ходи за допомогою GaitRite: описання та нормативні дані. *Biomedical and Biosocial Anthropology*, 8, 18–22.
 24. Московко, Г. С., Желіба, Л. М., Штельмах, О. О., Галактіонова І. В., Богомаз, О. В., Величко, Т. О. (2007). Статеві особливості та часово-просторові параметри організації ходи у молодих здорових людей. *Вісник морфології*, 13(2), С. 358–392.
 25. Рыжов, Б. Н. (2012). Системная периодизация развития. *Системная психология и социология*, 5(1). Источник http://systempsychology.ru/journal/2012_5/85-ryzhov-bn-sistemnaya-periodizaciya-razvitiya.html
 26. Тищенко, І. В. (2015). Організація просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням додаткового моторного завдання у чоловіків підліткового та юного віку. *Вісник морфології*, 21(2), 410–414.
 27. Тищенко, І. В., Богомаз, О. В., Величко, Т. О., Дем'яненко, Л. П. (17-18 травня 2013). Аналіз просторово-часової організації ходи з одночасним виконанням когнітивного завдання у чоловіків підліткового та юнацького віку. Тези представлені в матеріалах IV міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, Вінниця, (ст. 109). *Вінниця: ВНМУ ім. М.І. Пирогова*.
 28. Тищенко, І. В., Кириченко, І. М. (2016). Сучасні уявлення про когнітивну складову формування патерну ходьби людини. *Вісник морфології*, 22(1), 202–205.
 29. Тищенко, І. В., Мороз, В. М., Йолтухівський, М. В., Московко, Г. С. (17-18 квітня 2012). Відмінності просторово-часової організації ходи з одночасним виконанням моторного завдання у жінок підліткового, юного і середнього віку. Тези представлені в матеріалах III міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, Вінниця, (ст. 105). *Вінниця: ВНМУ ім. М. І. Пирогова*.
 30. Adcock, R. A., Constable, R. T., Gore, J. C., Goldman-Rakic, P. S. (2000).

- Functional neuroanatomy of executive processes involved in dual-task performance. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 97(7), 3567–3572. doi:10.1073/pnas.97.7.3567
31. Alvarado, J. C., Rowland, B. A., Stanford, T. R., Stein, B. E. (2008). A neural network model of multisensory integration also accounts for unisensory integration in superior colliculus. *Brain Research*, 1242, 13–23. doi:10.1016/j.brainres.2008.03.074
 32. Andersson, G. & Armstrong, D. M. (1987). Complex spikes in Purkinje cells in the lateral vermis (b zone) of the cat cerebellum during locomotion. *The Journal of Physiology*, 385, 107–134.
 33. Andujar, J. E., Lajoie, K. & Drew, T. (2010). A contribution of area 5 of the posterior parietal cortex to the planning of visually guided locomotion: limb-specific and limb-independent effects. *J. Neurophysiol.*, 103(2), 986–1006.
 34. Arias-Enriquez, O., Chacon-Murguia, M. I. & Sandoval-Rodriguez, R. (2012). Kinematic Analysis of Gait Cycle Using a Fuzzy System for Medical Diagnosis. *Proceedings of 2012 Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS)*, Berkeley (pp. 1–6). Berkeley, CA, USA.
 35. Armstrong, D. M. (1988). The supraspinal control of mammalian locomotion. *Journal of Physiology*, 405, 1–37.
 36. Barrière, G., Leblond, H., Provencher, J., Rossignol, S. (2008). Prominent Role of the Spinal Central Pattern Generator in the Recovery of Locomotion after Partial Spinal Cord Injuries. *The Journal of Neuroscience*, 28(15), 3976–3987. doi: 10.1523/JNEUROSCI.5692-07.2008
 37. Barter, J. W., Li, S., Sukharnikova, T., Rossi, M. A., Bartholomew, R. A., Yin, H. H. (2015). Basal Ganglia Outputs Map Instantaneous Position Coordinates during Behavior. *The Journal of Neuroscience*, 35(6), 2703–2716. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3245-14.2015
 38. Beauchet, O., Dubost, V., Allali, G., Gonthier, R., Hermann, F. R., Kressig, R. W. (2007). Faster counting while walking' as a predictor of falls

- in older adults. *Age Ageing*, 36(4), 418–423. doi:10.1093/ageing/afm011
39. Beauchet, O., Dubost, V., Herrmann, F. R., Kressig, R. W. (2005). Stride-to-stride variability while backward counting among healthy young adults. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2(26). doi:10.1186/1743-0003-2-26
 40. Beloozerova, I. N., Sirota, M. G. & Swadlow, H. A. (2003). Activity of Different Classes of Neurons of the Motor Cortex during Locomotion. *The Journal of Neuroscience*, 23(3), 1087–1097.
 41. Bilney, B., Morris, M. & Webster, K. (2003). Concurrent related validity of the GAITRite® walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait & Posture*, 17(1), 68–74.
 42. Bizzi, E., Tresch, M. C., Saltiel, P., d'Avella, A. (2000). New perspectives on spinal motor systems. *Nature Reviews Neuroscience*, 1, 101–108. doi:10.1038/35039000
 43. Bladen, M., Alderson, L., Khair, K., Liesner, R., Green, J., Main, E. (2007). Can early subclinical gait changes in children with haemophilia be identified using the GAITRite walkway. *Haemophilia*, 13(5), 542–547. doi:10.1111/j.1365-2516.2007.01429.x
 44. Bosco, G. & Poppele, R. E. (2003). Modulation of dorsal spinocerebellar responses to limb movement. II. Effect of sensory input. *J. Neurophysiol.*, 90(5), 3372–3383. doi:10.1152/jn.00204.2003
 45. Bretzner, F. & Drew, T. (2005). Contribution of the motor cortex to the structure and the timing of hindlimb locomotion in the cat: a microstimulation study. *J. Neurophysiol.*, 94(1), 657–672. doi:10.1152/jn.01245.2004
 46. Brocard, F., Ryczko, D., Fénelon, K., Hatem, R., Gonzales, D., Auclair, F., Dubuc, R. (2010). The Transformation of a Unilateral Locomotor Command into a Symmetrical Bilateral Activation in the Brainstem. *The Journal of Neuroscience*, 30(2), 523–533. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3433-09.2010
 47. Burke, R. E., Degtyrenko, A. M. & Simon, E. S. (2001). Patterns of locomotor drive to motoneurons and last-order interneurons: clues to the structure of

- the CPG. *J. Neurophysiol*, 86, 447–462.
48. De Zeeuw, C. I. & Ten Brinke, M. M. (2015). Motor Learning and the Cerebellum. *Cold Spring Harbor Perspectives Biology*, 7(9). doi:10.1101/cshperspect.a021683
 49. Degtyarenko, A. M., Simon, E. S., Norden-Krichmar, T., Burke, R. E. (1998) Modulation of oligosynaptic cutaneous and muscle afferent reflex pathways during fictive locomotion and scratching in the cat. *Journal of Neurophysiology*, 79(1), 447–463.
 50. DeLong, M. & Wichmann, T. (2009). Update on models of basal ganglia function and dysfunction. *Parkinsonism Relat. Disord.*, 15(3), 237–240. doi: 10.1016/S1353-8020(09)70822-3
 51. Di Stasi, S. L., Logerstedt, D., Gardinier, E. S., Snyder-Mackler, L. (2013). Gait Patterns Differ Between ACL-Reconstructed Athletes Who Pass Return-to-Sport Criteria and Those Who Fail. *Am. J. Sports Med.*, 41(6), 1310–1318. doi: 10.1177/0363546513482718
 52. Dickson, M. H., Farley, C. T., Full, R. J. (2000). How an animal move: an integrative view. *Science*, 288, 100–106.
 53. Diedrichsen, J., Criscimagna-Hemminger, S. E. & Shadmehr, R. (2007). Dissociating Timing and Coordination as Functions of the Cerebellum. *The Journal of Neuroscience*, 27(23), 6291–6301. doi:10.1523/JNEUROSCI.0061-07.2007
 54. Doi, T., Shimada, H., Makizako, H., Tsutsumimoto, K., Uemura, K., Anan, Y. and Suzuki, T. (2014). Cognitive function and gait speed under normal and dual-task walking among older adults with mild cognitive impairment. *BMC Neurology*, 14(67), doi: 10.1186/1471-2377-14-67
 55. Dubost, V., Kressig, R. W., Gonthier, R., Herrmann, F. R., Aminian, K., Najafi, B., Beauchet, O. (2006). Relationships between dual-task related changes in stride velocity and stride time variability in healthy older adults *Hum. Mov. Sci.*, 25(3), 372–382. doi:10.1016/j.humov.2006.03.004

56. Earhart, G. M. & Bastian, A. J. (2001). Selection and coordination of human locomotion forms following cerebellar damage. *J. Neurophysiol.*, 85(2), 759–769.
57. Earhart, G. M. (2013). Dynamic Control of Posture Across Locomotor Tasks. *Movement Disorders*, 28(11), 1501–1509. doi:10.1002/mds.25592
58. Egerton, T., Thingstad, P. & Helbostad, J. L. (2014). Comparison of programs for determining temporal-spatial gait variables from instrumented walkway data: PKmas versus GAITRite. *BMC Res. Notes*, 7(1), 542. doi:10.1186/1756-0500-7-542
59. Etlin, A., Finkel, E., Mor, Y., O'Donovan, M. J., Anglister, L., Lev-Tov, A. (2013). Characterization of Sacral Interneurons That Mediate Activation of Locomotor Pattern Generators by Sacrocaudal Afferent Input. *The Journal of Neuroscience*, 33(2), 734–747. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4390-12.2013
60. Fasano, A., Herzog, J., Raethjen, J., Rose, F. E., Muthuraman, M., Volkman, J., ... Deuschl, G. (2010). Gait ataxia in essential tremor is differentially modulated by thalamic stimulation. *Brain*, 133(Pt 12), 3635–3648. doi: 10.1093/brain/awq267
61. Feldhege, F., Mau-Moeller, A., Lindner, T., Hein, A., Marksches, A., Zetl, U. K., Bader, R. (2015). Accuracy of a Custom Physical Activity and Knee Angle Measurement Sensor System for Patients with Neuromuscular Disorders and Gait Abnormalities. *Sensors*, 15(5), 10734–10752. doi:10.3390/s150510734
62. Freeze, B. S., Kravitz, A. V., Hammack, N., Berke, J. D., Kreitzer, A. C. (2013). Control of Basal Ganglia Output by Direct and Indirect Pathway Projection Neurons. *The Journal of Neuroscience*, 33(47), 18531–18539. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1278-13.2013
63. Friedman, H. R. & Goldman-Rakic, P. S. (1994). Coactivation of prefrontal cortex and inferior parietal cortex in working memory tasks revealed by

- 2DG functional mapping in the rhesus monkey. *The Journal of Neuroscience*, *14*(5 Pt 1), 2775–2788.
64. Frigon, A. & Rossignol, S. (2008). Adaptive changes of the locomotor pattern and cutaneous reflexes during locomotion studied in the same cats before and after spinalization. *J. Physiol.*, *586*(Pt 12), 2927–2945. doi:10.1113/jphysiol.2008.152488
 65. Fujiki, S., Aoi, S., Funato, T., Tsuchiya, K. (2015). Adaptation mechanism of interlimb coordination in human split-belt treadmill walking through learning of foot contact timing: a robotics study. *Journal of The Royal Society Interface*, *12*(110), 1–15. doi: 10.1098/rsif.2015.0542
 66. Gonzales, U. J., Jamesb, R., Yang, H. S., Jensen, D., Atkins, L., Thompson, B. J., ... O'Boyle, M. (2016). Different cognitive functions discriminate gait performance in younger and older women: A pilot study. *Gait Posture*, *50*, 89–95. doi:10.1016/j.gaitpost.2016.08.021
 67. Grabli, D., Karach, C., Folgoas, E., Monfort, M., Tande, D., Clark, S., ... François, C. (2013). Gait Disorders in Parkinsonian Monkeys with Pedunculopontine Nucleus Lesions: A Tale of Two Systems. *The Journal of Neuroscience*, *33*(29), 11986–11993. doi:10.1523/JNEUROSCI.1568-13.2013
 68. Grafton, S. T. & Tunik, E. (2011). Human Basal Ganglia and the Dynamic Control of Force during On-Line Corrections. *The Journal of Neuroscience*, *31*(5), 1600–1605. doi:10.1523/JNEUROSCI.3301-10.2011
 69. Grimaldi, G., Argyropoulos, G. P., Bastian, A., Cortes, M., Davis, N. J., Edwards, D. J., ... Celnik, P. (2016). Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation (ctDCS): A Novel Approach to Understanding Cerebellar Function in Health and Disease. *Neuroscientist*, *22*(1), 83–97. doi:10.1177/1073858414559409
 70. Guertin, P. A. (2014). Preclinical evidence supporting the clinical development of central pattern generator-modulating therapies for chronic spinal

- cord-injured patients. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 272. doi: 10.3389/fnhum.2014.00272
71. Hagmann-von Arx, P., Manicolo, O., Perkinson-Gloor, N., Weber, P., Grob, A., Lemola, S. (2015). Gait in Very Preterm School-Aged Children in Dual-Task Paradigms. *PLoS One*, 10(12). doi:10.1371/journal.pone.0144363
72. Hall, C. D., Echt, K. V., Wolf, S. L., Rogers, W. A. (2011). Cognitive and Motor Mechanisms Underlying Older Adults' Ability to Divide Attention While Walking. *Physical Therapy*, 91(7), 1039–1050. doi: 10.2522/ptj.20100114
73. Han, J. & Bhanu, B. (2006). Individual Recognition Using Gait Energy Image. *IEEE Transactions On Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 28(2), 316–322. doi:10.1109/TPAMI.2006.38
74. Hausdorff, J. M., Schweiger, A., Herman, T., Yogev-Seligmann, G., Giladi, N. (2008). Dual-Task Decrements in Gait: Contributing Factors Among Healthy Older Adults. *Journal of Gerontology*, 63(12), 1335–1343. doi: <https://doi.org/10.1093/gerona/63.12.1335>
75. He, Y., Zu, T., Benzow, K. A., Orr, H. T., Clark, H. B., Koob, M. D. (2006). Targeted Deletion of a Single Sca8 Ataxia Locus Allele in Mice Causes Abnormal Gait, Progressive Loss of Motor Coordination, and Purkinje Cell Dendritic Deficits. *The Journal of Neuroscience*, 26(39), 9975–9982. doi:10.1523/JNEUROSCI.2595-06.2006
76. Heck, D. H., De Zeeuw, C. I., Jaeger, D., Khodakhah, K., Person, A. L. (2013). The Neuronal Code(s) of the Cerebellum. *The Journal of Neuroscience*, 33(45), 17603–17609. doi:10.1523/JNEUROSCI.2759-13.2013
77. Hurlock, E. C. McMahon, A. & Joho, R. H. (2008). Purkinje-Cell-Restricted Restoration of Kv 3.3 Function Restores Complex Spikes and Rescues Motor Coordination in Kcnc3 Mutants. *The Journal of Neuroscience*, 28(18), 4640–4648. doi:10.1523/JNEUROSCI.5486-07.2008

78. Hussar, C. R. & Pasternak, T. (2013). Common Rules Guide Comparisons of Speed and Direction of Motion in the Dorsolateral Prefrontal Cortex. *The Journal of Neuroscience*, 33(3), 972–986. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4075-12.2013
79. Hutchison, W. D., Dostrovsky, J. O., Walters, J. R., Courtemanche, R., Boraud, T, Goldberg, J, Brown, P. (2004). Neuronal Oscillations in the Basal Ganglia and Movement Disorders: Evidence from Whole Animal and Human Recordings. *The Journal of Neuroscience*, 24(42), 9240–9243. doi:10.1523/JNEUROSCI.3366-04.2004
80. Ijspeert, A. J. (2008). Central pattern generators for locomotion control in animals and robots: a review. *Neur. Networks*, 21(4), 642–653. doi: 10.1016/j.neunet.2008.03.014
81. Ilg, W., Giese, M. A., Gizewski, E. R., Schoch, B., Timmann, D. (2008). The influence of local cerebellar lesions on the control and adaptation of gait. *Brain*, 131(Pt 11), 2913–2927. doi:10.1093/brain/awn246
82. Ilg, W., Golla, H., Thier, P., Giese, M. A. (2007). Specific influences of cerebellar dysfunctions on gait. *Brain a journal of neurology*, 130(Pt 3), 786–98. doi:10.1093/brain/awl376
83. Isa, T., Kinoshita, M. & Nishimura, Y. (2013). Role of direct vs. indirect pathways from the motor cortex to spinal motoneurons in the control of hand dexterity. *Frontiers in Neurology*, 4, 191. doi:10.3389/fneur.2013.00191
84. Ivanenko, Y. P., Cappellini, G., Dominic, N., Poppele, R. E., Lacquaniti, F. (2005). Coordination of Locomotion with Voluntary Movements in Humans. *The Journal of Neuroscience*, 25(31), 7238–7253. doi:10.1523/JNEUROSCI.1327-05.2005
85. Ivanenko, Y. P., Cappellini, G., Dominici, N., Poppele, R. E., Lacquaniti, F. (2007). Modular Control of Limb Movements during Human Locomotion. *The Journal of Neuroscience*, 27(41), 11149–11161. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2644-07.2007

86. Jacobs, J. V., Horak, F. B., Tran, V. K., Nutt, J. G. (2006). Multiple balance tests improve the assessment of postural stability in subjects with Parkinson's disease. *J. Neurol Neurosurg Psychiatry*, 77(3), 322–326. doi:10.1136/jnnp.2005.068742
87. Jahn, K., Zwergal, A. & Schniepp, R. (2010). Gait Disturbances in Old Age. *Dtsches Ärzteblatt International*, 107(17), 306–316. doi:10.3238/arztebl.2010.0306
88. Killane, I., Donoghue, O. A., Savva, G. M., Cronin, H., Kenny, R. A., Reilly, R. B. (2014). Relative Association of Processing Speed, Short-Term Memory and Sustained Attention With Task on Gait Speed: A Study of Community-Dwelling People 50 Years and Older. *Journals of Gerontology*, 69(11), 1407–1414. doi:10.1093/gerona/glu140
89. King, L. A., Peterson, D. S., Mancini, M., Carlson-Kuhta, P., Fling, B. W., Smulders, K., ... Horak, F. B. (2015). Do cognitive measures and brain circuitry predict outcomes of exercise in Parkinson Disease: a randomized clinical trial. *BMC Neurology*, 15(1), [218]. doi:10.1186/s12883-015-0474-2
90. Kozlov, A. K., Kardamakis, A. A., Kotaleski, J. H., Grillner, S. (2014). Gating of steering signals through phasic modulation of reticulospinal neurons during locomotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(9), 3591–3596. doi:10.1073/pnas.1401459111
91. Kucinski, A., Paolone, G., Bradshaw, M., Albin, R. L., Sarter, M. (2013). Modeling Fall Propensity in Parkinson's disease: Deficits in the Attentional Control of Complex Movements in Rats with Cortical-Cholinergic and Striatal-Dopaminergic Deafferentation. *The Journal of Neuroscience*, 33(42), 16522–16539. doi:10.1523/JNEUROSCI.2545-13.2013
92. Kusakunniran, W., Wu, Q., Zhang, J., Li, H. (2010). Support vector regression for multi-view gait recognition based on local motion feature selection. Proceedings from: *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, San

- Francisco (pp. 974–981). San Francisco CA, USA. doi:10.1109/CVPR.2010.5540113
93. Lavoie, S. & Drew, T. (2002). Discharge Characteristics of Neurons in the Red Nucleus during Voluntary Gait Modifications: a Comparison with the Motor Cortex. *J. Neurophysiol.*, 88(4), 1791–1814.
 94. Lindholm, B., Hagell, P., Hansson, O., Nilsson, M. H. (2015). Prediction of Falls and/or Near Falls in People with Mild Parkinson’s disease. *PLOS ONE*, 10(1): e0117018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117018>
 95. Livingston, C. A. & Leonard, R. B. (1990). Locomotion Evoked by Stimulation of the Brain Stem in the Atlantic Stingray, *Dasyatis sabina*. *The Journal of Neuroscience*, 10(1), 194–204.
 96. MacKay-Lyons, M. (2002). Central pattern generation of locomotion: a review of the evidence. *Phys. Therapy*, 82(1), 69–83.
 97. Marigold, D. S. & Drew, T. (2011). Contribution of cells in the posterior parietal cortex to the planning of visually guided locomotion in the cat: effects of temporary visual interruption. *Journal of Neurophysiology*, 105(5), 2457–2470. doi:10.1152/jn.00992.2010
 98. Marlinski, V., Nilaweera, W. U., Zelenin, P. V., Sirota, M. G., Beloozerova, I. N. (2012). Signals from the ventrolateral thalamus to the motor cortex during locomotion. *The Journal of Neuroscience*, 107(1). 455–472. doi:10.1152/jn.01113.2010
 99. Marlinski, V., Sirota, M. G. & Beloozerova, I. N. (2012). Differential Gating of Thalamocortical Signals by Reticular Nucleus of Thalamus during Locomotion. *The Journal of Neuroscience*, 32(45), 15823–15836. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0782-12.2012
 100. Matsuyama, K. & Drew, T. (2000). Vestibulospinal and Reticulospinal Neuronal Activity During Locomotion in the Intact Cat. I. Walking on a Level Surface. *J. Neurophysiol.*, 84(5), 2237–2256.

101. McDonough, A. L., Batavia, M., Chen, F. C., Kwon, S., Ziai, J. (2001). The validity and reliability of the GAITRite system's measurement: a preliminary evaluation. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 82(3), 419–425. doi:<http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2001.19778>
102. Menz, H. B., Latt, M. D., Tiedemann, A., Mun San Kwan, M., Lord, S. R. (2004). Reliability of the GAITRite® walkway system for quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait & Posture*, 20(1), 20–25. doi:10.1016/S0966-6362(03)00068-7
103. Mielke, M. M., Roberts, R. O., Savica, R., Cha, R., Drubach, D. I., Christianson, T., ... Petersen, R. C. (2013). Assessing the Temporal Relationship Between Cognition and Gait: Slow Gait Predicts Cognitive Decline in the Mayo Clinic Study of Aging. *Journals of Gerontology*, 68(8), 929–937. doi:10.1093/gerona/gls256
104. Miles, O. B., Cerminara, N. L., Marple-Horvat, D. E. (2006). Purkinje cells in the lateral cerebellum of the cat encode visual events and target motion during visually guided reaching. *J. Physiol.*, 571(Pt 3), 619–637. doi:10.1113/jphysiol.2005.099382
105. Miyoshi, Y., Yoshioka, Y., Suzuki, K., Miyazaki, T., Koura, M., Saigoh, K., ... Hayasaka, N. (2014). A New Mouse Allele of Glutamate Receptor Delta 2 with Cerebellar Atrophy and Progressive Ataxia. *PLoS One*, 9(9). doi:10.1371/journal.pone.0107867
106. Montero-Odasso, M., Verghese, J., Beauchet, O., Hausdorff, J. M. (2012). Gait and Cognition: A Complementary Approach to Understanding Brain Function and the Risk of Falling. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 60(11), 2127–2136. doi:10.1111/j.1532-5415.2012.04209.x
107. Mori, S., Matsui, T., Kuze, B., Asanome, M., Nakajima, K. and Matsuyama, K. (1999). Stimulation of a restricted region in the midline cerebellar white matter evokes coordinated quadrupedal locomotion in the decerebrate cat. *Journal of Neurophysiology*, 82(1), 290–300.

108. Mortin, L. I. & Stein, P. S. (1989). Spinal Cord Segments Containing Key Elements of the Central Pattern Generators for Three Forms of Scratch Reflex in the Turtle. *The Journal of Neuroscience*, 9(7), 2285–2296.
109. Morton, S. M. & Bastian, A. J. (2003). Relative Contributions of Balance and Voluntary Leg-Coordination Deficits to Cerebellar Gait Ataxia. *J. Neurophysiol.*, 89(4), 1844–1856. doi:10.1152/jn.00787.2002
110. Morton, S. M. & Bastian, A. J. (2004). Cerebellar Control of Balance and Locomotion. *The Neuroscientist*, 10(3), 247–259. doi:10.1177/1073858404263517
111. Morton, S. M. & Bastian, A. J. (2006). Cerebellar Contributions to Locomotor Adaptations during Splitbelt Treadmill Walking. *The Journal of Neuroscience*, 26(36), 9107–9116. doi:10.1523/JNEUROSCI.2622-06.2006
112. Muro-de-la-Herran, A., Garcia-Zapirain, B. & Mendez-Zorrilla, A. Muro-de-la-Herran A. (2014). Gait Analysis Methods: An Overview of Wearable and Non-Wearable Systems, Highlighting Clinical Applications. *Sensors (Basel)*, 14(2), 3362–3394. doi:10.3390/s140203362
113. Musienko, P. E., Zelenin, P. V., Lyalka, V. F., Gerasimenko, Y. P., Orlovsky, G. N., Deliagina, T. G. (2012). Spinal and Supraspinal Control of the Direction of Stepping during Locomotion. *The Journal of Neuroscience*, 32(48), 17442–17453. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3757-12.2012
114. Musienko, P. E., Zelenin, P. V., Lyalka, V. F., Orlovsky, G. N. and Deliagina, T. G. (2008). Postural performance in decerebrated rabbit. *Behav. Brain Res.*, 190(1), 124–134. doi:10.1016/j.bbr.2008.02.011
115. Neamțu, M. C., Rusu, L., Neamțu, O. M., Enescu Bieru, D., Marin, M. I., Croitoru, I. C., ... Tarniță, D. N. (2014). Analysis of neuromuscular parameters in patients with multiple sclerosis and gait disorders. *Romanian Journal of Morphology & Embryology*, 55(4), 1423–1428.
116. Nelson, A. J., Zwick, D., Brody, S., Doran, C., Pulver, L., Roosz, G., ... Rothman, J. (2002). The validity of the GaitRite and the Functional Ambula-

- tion Performance scoring system in the analysis of Parkinson gait. *NeuroRehabilitation*, 17(3), 255–262.
117. Nelson, A. J., Zwick, D., Brody, S., Doran, C., Pulver, L., Rooz, G., ... Rothman, J. (2002). The Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait and the Functional Ambulation Performance scoring system in the analysis of Parkinson gait. *NeuroRehabilitation*, 17(3), 255–262.
 118. Noga, B. R., Kettler, J. & Jordan, L. M. (1988). Locomotion produced in mesencephalic cats by injections of putative transmitter substances and antagonists into the medial reticular formation and the pontomedullary locomotor strip. *The Journal of Neuroscience*, 8(6), 2074–2086.
 119. Noga, B. R., Kriellaars, D. J., Brownstone, R. M., Jordan, L. M. (2003). Mechanism for activation of locomotor centers in the spinal cord by stimulation of the mesencephalic locomotor region. *J. Neurophysiol.*, 90(3), 1464–1478. doi:10.1152/jn.00034.2003
 120. Norris, B. J., Wenning, A., Wrigh, T. M., Calabrese, R. L. (2011). Constancy and Variability in the Output of a Central Pattern Generator. *The Journal of Neuroscience*, 31(12), 4663–4674. doi: 10.1523/JNEUROSCI.5072-10.2011
 121. O’Shea, S., Morris, M. E. & Ianse, R. (2002). Dual Task Interference During Gait in People With Parkinson Disease: Effects of Motor Versus Cognitive Secondary Tasks. *Physical Therapy*, 82(9), 888–897.
 122. Ochi, F., Esquenazi, A., Hirai, B., Talaty, M. (1999). Temporal-Spatial Feature of Gait after Traumatic Brain Injury. *Journal of Head Trauma Rehabil*, 14(2), 103–115.
 123. Ojagbemi, A., D’Este, C., Verdes, E., Chatterji, S., Gureje, O. (2012). Gait speed and cognitive decline over 2 years in the Ibadan study of aging. *Gait Posture*, 41(2), 736–740. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.01.011

124. Ojha, H. A., Kern, R. W., Lin, C. H., Winstein, C. J. (2009). Age affects the attentional demands of stair ambulation: evidence from a dual-task approach. *Physical Therapy*, 89(10), 1080–1088. doi: 10.2522/ptj.20080187
125. Pardoe, J., Edgley, S. A., Drew, T., Apps, R. (2004). Changes in excitability of ascending and descending inputs of cerebellar climbing fibers during locomotion. *J. Neurosci.*, 24(11), 2656–2666. doi:10.1523/JNEUROSCI.1659-03.2004
126. Peper, C. L., Oorthuizen, J. K. & Roerdink, M. (2012). Attentional demands of cued walking in healthy young and elderly adults. *Gait Posture*, 36(3), 378–382. doi:10.1016/j.gaitpost.2012.03.032
127. Peters, D. M., Middleton, A., Donley, J. W., Blanck, E. L., Fritz, S. L. (2014). Concurrent validity of walking speed values calculated via the GAITRite electronic walkway and 3 meter walk test in the chronic stroke population. *Physiother. Theory Pract.*, 30(3), 183–188. doi:10.3109/09593985.2013.845805
128. Plotnik, M., Bartsch, R. P., Zeev, A., Giladi, N., Hausdorff, J. M. (2013). Effects of walking speed on asymmetry and bilateral coordination of gait. *Gait Posture*, 38(4), 864–869. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.04.011
129. Priest, A. W., Salamon, K. B., Hollman, J. H. (2008). Age-related differences in dual task walking: a cross sectional study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 5, 29. doi: 10.1186/1743-0003-5-29
130. Reisman, D. S., Wityk, R., Silver, K., Bastian, A. J. (2007). Locomotor adaptation on a split-belt treadmill can improve walking symmetry post-stroke. *Brain*, 130(Pt 7), 1861–1872. doi:10.1093/brain/awm035
131. Rybak, I. A., Dougherty, K. J. & Shevtsova N. A. (2015). Organization of the Mammalian Locomotor CPG: Review of Computational Model and Circuit Architectures Based on Genetically Identified Spinal Interneurons. *eNeuro*, 2(5). doi:10.1523/ENEURO.0069-15.2015

132. Sánchez-Campusano, R., Gruart, A. & Delgado-García, J. M. (2007). The Cerebellar Interpositus Nucleus and the Dynamic Control of Learned Motor Responses. *The Journal of Neuroscience*, 27(25), 6620–6632. doi:10.1523/JNEUROSCI.0488-07.2007
133. Schmidheiny, A., Swanenburg, J., Straumann, D., de Bruin, E. D., Knols, R. H. (2015). Discriminant validity and test re-test reproducibility of a gait assessment in patients with vestibular dysfunction. *BMC Ear Nose Throat Disord.*, 15(6), 1–10. doi:10.1186/s12901-015-0019-8
134. Scholz, S. W. & Bras, J. (2015). Genetics Underlying Atypical Parkinsonism and Related Neurodegenerative Disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10), 24629–24655. doi:10.3390/ijms161024629
135. Schrodtt, L. A., Mercer, V. S., Giuliani, C. A., Hartmann, M. (2004). Characteristics of stepping over an obstacle in community dwelling older adults under dual-task conditions. *Gait & Posture*, 19(3), 279–287. doi:10.1016/S0966-6362(03)00067-5
136. Schulze, C., Linder, T., Woitge, S., Schulz, K., Finze, S., Mittelmeier, W., Bader, R. (2014). Influence of Footwear and Equipment on Stride Length and Range of Motion of Ankle, Knee and Hip Joint. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 16(4), 45–51. doi:10.5277/ABB-00043-2014-02
137. Shan, C., Gong, S. & McOwan, P. W. (2007). Learning gender from human gaits and faces. *Proceedings from IEEE Conference '07: Advanced Video and Signal Based Surveillance*, London (pp. 505–510). London, UK. doi:10.1109/AVSS.2007.4425362
138. Shkuratova, N., Morris, M. E. & Huxham, F. (2004). Effects of age on balance control during walking. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 85(4), 582–588. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2003.06.021>
139. Shumway-Cook, A., Guralnik, J. M., Phillips, C. L., Coppin, A. K., Ciol, M. A., Bandinelli, S., Ferrucci, L. (2007). Age-Associated Declines in

- Complex Walking Task Performance: The Walking InCHIANTI Toolkit. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 55(1), 58–65. doi:10.1111/j.1532-5415.2006.00962.x
140. Shumway-Cook, A., Woollacott, M., Kerns, K. A., Baldwin, M. (1997). The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, 52(4), M232–240. doi:10.1093/gerona/52A.4.M232
141. Sigman, M. & Dehaene, S. (2008). Brain Mechanisms of Serial and Parallel Processing during Dual-Task Performance. *The Journal of Neuroscience*, 28(30), 7585–7598. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0948-08.2008
142. Siu, K. C., Catena, R. D., Chou, L. S., van Donkelaar, P., Woollacott, M. H. (2008). Effects of a secondary task on obstacle avoidance in healthy young adults. *Exp. Brain Res.*, 184(1), 115–120.
143. Solaro, C., Trabucco, E., Signori, A., Cella, M., Messmer Uccelli, M., Bricchetto, G., ... Prosperini, L. (2015). Italian validation of the 12-item multiple sclerosis walking scale. *Multiple Sclerosis International*. doi:10.1155/2015/540828. PubMed PMID: 25883806; PubMed Central PMCID: PMC4391321
144. Stecina, K. & Jankowska, E. (2007). Uncrossed actions of feline corticospinal tract neurones on hindlimb motoneurones evoked via ipsilaterally descending pathways. *J. Physiol.*, 580(Pt 1), 119–132. doi:10.1113/jphysiol.2006.122721
145. Sweeting, K. & Mock, M. (2007). Gait and posture - assessment in general practice. *Australian Family Physician*, 36(6), 398–401, 404–405.
146. Takakusaki, K. (2013). Neurophysiology of Gait: From the Spinal Cord to the Frontal Lobe. *Movement Disorders*, 28(11), 1483–1492. doi:10.1002/mds.25669
147. Tao, W., Liu, T., Zheng, R., Feng, H. (2012). Gait Analysis Using Wearable Sensors. *Sensors*, 12(2), 2255–2283. doi:10.3390/s120202255

148. Titianova, E. B., Mateev, P. S. & Tarkka, I. M. (2004). Footprint analysis of gait using a pressure sensor system. *J. of EMG and Kinesiology*, 14(2), 275–281. doi:10.1016/S1050-6411(03)00077-4
149. van Uden, C. J. T. & Besser, M. P. (2004). Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite®). *BMC Musculoskeletal Disorders*, 5(1), 1–4. doi:10.1186/1471-2474-5-13
150. Van Wezel, B. M., Ottenhof, F. A., Duysens, J. (1997). Dynamic Control of Location-Specific Information in Tactile Cutaneous Reflexes from the Foot during Human Walking. *The Journal of Neuroscience*, 17(10), 3804–3814.
151. Vance, R. C., Healy, D. G., Galvin, R., French, H. P. (2015). Dual tasking with the timed "up & go" test improves detection of risk of falls in people with Parkinson disease. *Physical Therapy*, 95(1), 5–102. doi:10.2522/ptj.20130386
152. Veilleux, L. N., Ballaz, L., Robert, M., Lemay, M., Rauch, F. (2013). Analysing gait using a force-measuring walkway: intrasession repeatability in healthy children and adolescents. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 17(13), 1447–1451. doi: 10.1080/10255842.2012.751984
153. Verghese, J., Buschke, H., Viola, L., Katz, M., Hall, C., Kuslansky, G., Lipton, R. (2002). Validity of divided attention tasks in predicting falls in older individuals: a preliminary study. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 50(9), 1572–1576.
154. Voermans, N. C., Snijders, A. H., Schoon, Y., Bloem, B. R. (2007). Why old people fall (and how to stop them). *Practical Neurology*, 7(3), 158–171. <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.2007.120980>
155. Wang, L., Ning, H., Tan, T., Hu, W. (2004). Fusion of Static and Dynamic Body Biometrics for Gait Recognition. *IEEE transactions on circuits and systems for video technology*, 14(2), 149–158. Proceedings from: <http://www.cbsr.ia.ac.cn/publications/lwang/TCSVT.pdf>

156. Wannier, T., Deliagina, T. G., Orlovsky, G. N., Grillner, S. (1998). Differential effects of the reticulospinal system on locomotion in lamprey. *Journal of Neurophysiology*, 80(1), 103–112.
157. Webster, K. E., Wittwer, J. E. & Feller, J. A. (2005). Validity of the GAITRite® walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait & Posture*, 22(4), 317–321. doi:10.1016/j.gaitpost.2004.10.005
158. Wolbers, T., Wiener, J. M., Mallot, H. A., Buchel, C. (2007). Differential Recruitment of the Hippocampus, Medial Prefrontal Cortex, and the Human Motion Complex during Path Integration in Humans. *The Journal of Neuroscience*, 27(35), 9408–9416. doi:10.1523/JNEUROSCI.2146-07.2007
159. Wolf, S. L., Catlin, P. A., Gage, K., Gurucharri, K., Robertson, R., Stephen, K. (1999). Establishing the reliability and validity of measurements of walking time using the Emory Functional Ambulation Profile. *Physical Therapy*, 79(12), 1122–1133.
160. Yamasaki, M., Sasaki, T., Torii, M. (1991). Sex difference in the pattern of lower limb movement during treadmill walking. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 62(2), 99–103. doi:10.1007/BF00626763
161. Yang, Y. R., Chen, Y. C., Lee, C. S., Cheng, S. J., Wang, R. Y. (2007). Dual-task-related gait changes in individuals with stroke. *Gait & Posture*, 25(2), 185–190. doi:10.1016/j.gaitpost.2006.03.007
162. Yogev G., Hausdorff, J. M. & Giladi, N. (2008). The Role of Executive Function and Attention in Gait. *Mov Disord.*, 23(3), 329–472. doi:10.1002/mds.21720
163. Yogev, G., Giladi, N., Peretz, C., Springer, S., Simon, E. S., Hausdorff, J. M. (2005). Dual tasking, gait rhythmicity, and Parkinson's disease: which aspects of gait are attention demanding? *European Journal of Neuroscience*, 22(5), 1248–1256.

164. Yu, H., Zhu, J. & Wang, Y. (2014). Obstacle classification and 3D measurement in unstructured environments based on ToF cameras. *Sensors (Basel)*, *14*(6), 10753–10782. doi:10.3390/s140610753
165. Yun, J. (2011). User Identification Using Gait Patterns on UbiFloorII. *Sensors*, *11*(3), 2611–2639. doi: 10.3390/s110302611
166. Zaaimi, B., Edgley, S. A., Soteropoulos, S. D., Baker, S. N. (2012). Changes in descending motor pathway connectivity after corticospinal tract lesion in macaque monkey. *Brain a journal of neurology*, *135*(7), 2277–2289. doi: 10.1093/brain/aws115
167. Zhang, L., Chung, S. K. & Chong Chow, B. K. (2014). The Knockout of Secretin in Cerebellar Purkinje Cells Impairs Mouse Motor Coordination and Motor Learning. *Neuropsychopharmacology*, *39*(6), 1460–1468. doi:10.1038/npp.2013.344

Додаток А

Просторово-часові параметри ходьби в довільному темпі у здорових чоловіків і жінок різних вікових груп.

Таблиця А.1

**Просторово-часові параметри ходьби в довільному темпі
(середнє±ст. помил.) у чоловіків підліткового та юнацького віку.**

Параметр ходьби	Чоловіки підліткового віку	Чоловіки юнацького віку
Пройдена відстань, см	672,50±10,51	672,83±6,85
Час проходу, с	5,34±0,19	5,55±0,20
Швидкість, см/с	129,40±3,27	126,26±2,98
Кількість кроків за хвилину	112,31±1,63	109,02±1,29
Довжина кроку правою ногою, см	68,71±1,27	69,08±1,13
Довжина кроку лівою ногою, см	69,20±1,24	69,18±1,08
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,76±0,01	0,75±0,01
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,77±0,01	0,75±0,01
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	137,88±2,47	138,40±2,16
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	137,95±2,48	138,52±2,19
Ширина бази опори для правої ноги, см	10,27±0,42	9,80±0,39
Ширина бази опори для лівої ноги, см	10,08±0,44	9,74±0,39
Кут розвороту правої стопи, °	9,47±1,06	10,47±0,81
Кут розвороту лівої стопи, °	7,84±1,15	8,21±0,75
Час кроку правою ногою, с	0,54±0,01	0,55±0,01
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,56±0,01
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,07±0,02	1,11±0,01
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,08±0,02	1,11±0,01
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,46±0,01
Час опори для правої ноги, с	0,63±0,01	0,65±0,01
Час опори для лівої ноги, с	0,63±0,01	0,66±0,01
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,46±0,01
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,19±0,01	0,21±0,01
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,19±0,01	0,20±0,01
Показник «нормальності» ходьби (FAP), %	96,42±4,04	96,69±4,94

**Просторово-часові параметри ходьби в довільному темпі
(середнє±ст. помил.) у жінок підліткового, юного та середнього віку.**

Параметр ходьби	Жінки підліткового віку	Жінки юнацького віку	Жінки середнього віку
1	2	3	4
Пройдена відстань, см	685,30±9,50	707,93±9,78	711,07±8,42
Час проходу, с	5,94±0,21	6,15±0,17	6,50±0,20
Швидкість, см/с	118,65±3,12	117,91±2,28	112,26±2,80
Кількість кроків за хвилину	112,08±1,81	112,91±1,34	109,88±1,82
Довжина кроку правою ногою, см	63,08±0,89	62,12±0,62	61,17±0,83
Довжина кроку лівою ногою, см	63,37±0,88	62,74±0,71	61,02±0,79
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,75±0,01	0,73±0,01	0,70±0,02
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,75±0,01	0,74±0,01	0,72±0,01
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	126,76±1,73	125,13±1,30	122,34±1,64
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	126,74±1,77	125,03±1,30	122,33±1,58
Ширина бази опори для правої ноги, см	7,71±0,52	6,85±0,33	7,36±0,48
Ширина бази опори для лівої ноги, см	7,70±0,50	6,76±0,34	7,26±0,45
Кут розвороту правої стопи, °	2,34±0,80	3,15±0,61	4,03±0,74
Кут розвороту лівої стопи, °	0,04±0,77	1,03±0,72	3,34±0,81
Час кроку правою ногою, с	0,54±0,01	0,53±0,01	0,55±0,01
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,54±0,01	0,55±0,01
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,08±0,02	1,06±0,01	1,10±0,02
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,08±0,02	1,07±0,01	1,10±0,02
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,44±0,01
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,44±0,01
Час опори для правої ноги, с	0,64±0,01	0,64±0,01	0,67±0,01
Час опори для лівої ноги, с	0,64±0,01	0,63±0,01	0,66±0,01
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,44±0,01

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,44±0,01
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,20±0,01	0,20±0,01	0,23±0,01
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,21±0,01	0,20±0,01	0,23±0,01
Показник «нормальності» ходьби (FAP), %	97,06±3,87	96,67±3,97	96,84±5,26

Таблиця А.3

Міжстатеве порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі (середнє±ст. помил.) у групах підліткового віку

Параметр ходьби	Чоловіки	Жінки	P =
Пройдена відстань, см	672,50±10,51	685,30±9,50	0,6739
Час проходу, с	5,34±0,19	5,94±0,21	0,6512
Швидкість, см/с	129,40±3,27	118,65±3,12	0,1139
Кількість кроків за хвилину	112,31±1,63	112,08±1,81	0,9393
Довжина кроку правою ногою, см	68,71±1,27	63,08±0,89	0,0491
Довжина кроку лівою ногою, см	69,20±1,24	63,37±0,88	0,0383
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,76±0,01	0,75±0,01	0,8957
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,77±0,01	0,75±0,01	0,9468 59
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	137,88±2,47	126,76±1,73	0,0490
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	137,95±2,48	126,74±1,77	0,0486
Ширина бази опори для правої ноги, см	10,27±0,42	7,71±0,52	0,0224
Ширина бази опори для лівої ноги, см	10,08±0,44	7,70±0,50	0,0474
Кут розвороту правої стопи, °	9,47±1,06	2,34±0,80	0,0000
Кут розвороту лівої стопи, °	7,84±1,15	0,04±0,77	0,0000
Час кроку правою ногою, с	0,54±0,01	0,54±0,01	0,9880
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,54±0,01	0,8474
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,07±0,02	1,08±0,02	0,8772
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,08±0,02	1,08±0,02	0,9903
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,9457
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,9192
Час опори для правої ноги, с	0,63±0,01	0,64±0,01	0,6607
Час опори для лівої ноги, с	0,63±0,01	0,64±0,01	0,8079
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,9457
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,9192
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,19±0,01	0,20±0,01	0,7650
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,19±0,01	0,21±0,01	0,6675

Міжстатеве порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довольному темпі (середнє±ст. помил.) у групах юнацького віку

Параметр ходьби	Чоловіки	Жінки	P =
Пройдена відстань, см	672,83±6,85	707,93±9,78	0,0289
Час проходу, с	5,55±0,20	6,15±0,17	0,8522
Швидкість, см/с	126,26±2,98	117,91±2,28	0,4123
Кількість кроків за хвилину	109,02±1,29	112,91±1,34	0,4197
Довжина кроку правою ногою, см	69,08±1,13	62,12±0,62	0,0001
Довжина кроку лівою ногою, см	69,18±1,08	62,74±0,71	0,0005
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,75±0,01	0,73±0,01	0,5706
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,75±0,01	0,74±0,01	0,7624
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	138,40±2,16	125,13±1,30	0,0003
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	138,52±2,19	125,03±1,30	0,0002
Ширина бази опори для правої ноги, см	9,80±0,39	6,85±0,33	0,0000
Ширина бази опори для лівої ноги, см	9,74±0,39	6,76±0,34	0,0001
Кут розвороту правої стопи, °	10,47±0,81	3,15±0,61	0,0000
Кут розвороту лівої стопи, °	8,21±0,75	1,03±0,72	0,0000
Час кроку правою ногою, с	0,55±0,01	0,53±0,01	0,8223
Час кроку лівою ногою, с	0,56±0,01	0,54±0,01	0,6592
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,11±0,01	1,06±0,01	0,6796
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,11±0,01	1,07±0,01	0,6435
Час переносу правої ноги, с	0,45±0,01	0,44±0,01	0,8032
Час переносу лівої ноги, с	0,46±0,01	0,44±0,01	0,7165
Час опори для правої ноги, с	0,65±0,01	0,64±0,01	0,7260
Час опори для лівої ноги, с	0,66±0,01	0,63±0,01	0,8114
Час одиночної опори правою ногою, с	0,46±0,01	0,44±0,01	0,7164
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,45±0,01	0,44±0,01	0,8032
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,21±0,01	0,20±0,01	0,8385
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,20±0,01	0,20±0,01	0,8198

**Міжвікове порівняння просторово-часових параметрів ходьби в
довільному темпі (середнє±ст. помил.) у чоловічих групах.**

Параметр ходьби	Чоловіки підліткового віку	Чоловіки юнацького віку	P =
Пройдена відстань, см	672,50±10,51	672,83±6,85	0,9794
Час проходу, с	5,34±0,19	5,55±0,20	0,9374
Швидкість, см/с	129,40±3,27	126,26±2,98	0,7986
Кількість кроків за хвилину	112,31±1,63	109,02±1,29	0,5276
Довжина кроку правою ногою, см	68,71±1,27	69,08±1,13	0,8502
Довжина кроку лівою ногою, см	69,20±1,24	69,18±1,08	0,9899
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,76±0,01	0,75±0,01	0,9171
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,77±0,01	0,75±0,01	0,7679
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	137,88±2,47	138,40±2,16	0,8918
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	137,95±2,48	138,52±2,19	0,8802
Ширина бази опори для правої ноги, см	10,27±0,42	9,80±0,39	0,7865
Ширина бази опори для лівої ноги, см	10,08±0,44	9,74±0,39	0,8808
Кут розвороту правої стопи, °	9,47±1,06	10,47±0,81	0,8726
Кут розвороту лівої стопи, °	7,84±1,15	8,21±0,75	0,9532
Час кроку правою ногою, с	0,54±0,01	0,55±0,01	0,7951
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,56±0,01	0,7230
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,07±0,02	1,11±0,01	0,7945
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,08±0,02	1,11±0,01	0,8101
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,9614
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,46±0,01	0,7287
Час опори для правої ноги, с	0,63±0,01	0,65±0,01	0,6244
Час опори для лівої ноги, с	0,63±0,01	0,66±0,01	0,5812
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,46±0,01	0,7287
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,9614
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,19±0,01	0,21±0,01	0,6592
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,19±0,01	0,20±0,01	0,5888

Таблиця А.6

**Міжвікове порівняння просторово-часових параметрів ходьби в
довільному темпі (середнє±ст. помил.) у жіночих групах.**

Параметр ходьби	Жінки підлітково го віку	Жінки юнацького віку	Жінки середнього віку	Р = (підліт ковий- юнаць кий вік)	Р = (підліт ковий- середні й вік)	Р = (юнаць кий- серед- ній вік)
1	2	3	4	5	6	7
Пройдена відстань, см	685,30±9,50	707,93±9,78	711,07±8,42	0,1196	0,0479	0,8196
Час проходу, с	5,94±0,21	6,15±0,17	6,50±0,20	0,4343	0,0604	0,2016
Швидкість, см/с	118,65±3,12	117,91±2,28	112,26±2,80	0,8463	0,1317	0,1201
Кількість кроків за хвилину	112,08±1,81	112,91±1,34	109,88±1,82	0,7073	0,3966	0,1762
Довжина кроку правою ногою, см	63,08±0,89	62,12±0,62	61,17±0,83	0,4844	0,1698	0,3518
Довжина кроку лівою ногою, см	63,37±0,88	62,74±0,71	61,02±0,79	0,6520	0,0644	0,1147
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,75±0,01	0,73±0,01	0,70±0,02	0,1925	0,0665	0,2297
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,75±0,01	0,74±0,01	0,72±0,01	0,2433	0,0278	0,3599
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	126,76±1,73	125,13±1,30	122,34±1,64	0,5422	0,0907	0,1805
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	126,74±1,77	125,03±1,30	122,33±1,58	0,5134	0,0897	0,1839
Ширина бази опори для правої ноги, см	7,71±0,52	6,85±0,33	7,36±0,48	0,1232	0,5689	0,3645
Ширина бази опори для лівої ноги, см	7,70±0,50	6,76±0,34	7,26±0,45	0,0937	0,4584	0,3734
Кут розвороту правої стопи, °	2,34±0,80	3,15±0,61	4,03±0,74	0,4596	0,1466	0,3601
Кут розвороту лівої стопи, °	0,04±0,77	1,03±0,72	3,34±0,81	0,3312	0,0040	0,0388
Час кроку правою ногою, с	0,54±0,01	0,53±0,01	0,55±0,01	0,6542	0,4000	0,1660
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,54±0,01	0,55±0,01	0,6700	0,4800	0,2092

Продовження таблиці А.6

1	2	3	4	5	6	7
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,08±0,02	1,06±0,014	1,10±0,02	0,6538	0,4035	0,1606
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,08±0,02	1,07±0,01	1,10±0,02	0,5807	0,4761	0,1682
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,44±0,01	0,7825	0,9455	0,8374
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,44±0,01	0,7672	0,8080	0,6164
Час опори для правої ноги, с	0,64±0,01	0,64±0,01	0,67±0,01	0,5885	0,2018	0,0477
Час опори для лівої ноги, с	0,64±0,01	0,63±0,01	0,66±0,01	0,6975	0,2181	0,0766
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,44±0,01	0,7672	0,8080	0,6164
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,44±0,01	0,7825	0,9455	0,8374
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,20±0,01	0,20±0,01	0,23±0,01	0,7832	0,0132	0,0031
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,21±0,01	0,20±0,01	0,23±0,01	0,5774	0,0226	0,0030

Додаток Б

Просторово-часові параметри ходьби з одночасним виконанням моторного завдання у здорових чоловіків і жінок різних вікових груп.

Таблиця Б.1

Просторово-часові параметри ходьби з одночасним виконанням моторного завдання (середнє±ст. помил.) у чоловіків підліткового і юнацького віку.

Параметр ходьби	Чоловіки підліткового віку	Чоловіки юнацького віку
1	2	3
Пройдена відстань, см	702,05±9,55	689,93±7,08
Час проходу, с	6,89±0,36	6,62±0,26
Швидкість, см/с	108,45±4,08	110,78±3,32
Кількість кроків за хвилину	110,86±1,81	108,30±1,58
Довжина кроку правою ногою, см	58,29±1,70	60,75±1,29
Довжина кроку лівою ногою, см	58,46±1,64	60,96±1,27
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,64±0,02	0,66±0,01
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,64 ±0,02	0,66±0,01
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	116,95±3,30	121,68±2,56
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	116,68±3,29	121,97±2,53
Ширина бази опори для правої ноги, см	8,47±0,51	8,88±0,36
Ширина бази опори для лівої ноги, см	8,49±0,53	8,87±0,37
Кут розвороту правої стопи, °	8,65±1,01	9,47±0,92
Кут розвороту лівої стопи, °	6,75 ±1,10	6,78±0,78
Час кроку правою ногою, с	0,55±0,01	0,56±0,01
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,56±0,01
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,09±0,02	1,12±0,02
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,09±0,02	1,12±0,02
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01

Продовження таблиці Б.1

1	2	3
Час опори для правої ноги, с	0,65±0,01	0,67±0,01
Час опори для лівої ноги, с	0,65±0,01	0,67±0,01
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,21±0,01	0,22±0,01
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,21±0,01	0,22±0,01
Показник «нормальності» ходьби (FAP), %	93,12±4,67	92,82±3,15

**Просторово-часові параметри ходьби з одночасним виконанням
моторного завдання (середнє±ст. помил.) у жінок підліткового, юного та
середнього віку.**

Параметр ходьби	Жінки підліткового віку	Жінки юнацького віку	Жінки середнього віку
1	2	3	4
Пройдена відстань, см	701,43±9,94	706,58±9,72	722,29±7,35
Час проходу, с	7,98±0,53	7,02±0,46	8,86±0,63
Швидкість, см/с	97,19±4,50	113,22±3,85	92,82±4,75
Кількість кроків за хвилину	107,37±2,66	102,76±2,72	104,43±3,22
Довжина кроку правою ногою, см	53,54±1,46	51,39±1,06	51,81±1,49
Довжина кроку лівою ногою, см	53,18±1,41	52,14±1,06	52,60±1,44
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,64±0,02	0,60±0,01	0,60±0,02
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,63±0,02	0,61±0,01	0,62±0,02
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	106,79±2,83	103,54±2,13	104,74±2,94
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	106,79±2,89	103,74±2,11	104,49±2,92
Ширина бази опори для правої ноги, см	6,81±0,47	6,06±0,35	6,98±0,38
Ширина бази опори для лівої ноги, см	6,95±0,47	6,18±0,35	6,98±0,39
Кут розвороту правої стопи, °	2,25±0,87	2,99±0,65	3,85±0,80
Кут розвороту лівої стопи, °	1,28±0,93	0,30±0,65	2,84±0,97
Час кроку правою ногою, с	0,57±0,02	0,55±0,02	0,60±0,02
Час кроку лівою ногою, с	0,58±0,02	0,56±0,02	0,60±0,02
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,15±0,04	1,11±0,04	1,19±0,04
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,15±0,04	1,11±0,04	1,19±0,04
Час переносу правої ноги, с	0,45±0,01	0,44±0,01	0,45±0,01
Час переносу лівої ноги, с	0,45±0,01	0,44±0,01	0,45±0,01
Час опори для правої ноги, с	0,70±0,02	0,67±0,03	0,74±0,03
Час опори для лівої ноги, с	0,70±0,02	0,67±0,03	0,74±0,03

Продовження таблиці Б.2

1	2	3	4
Час одиночної опори правою ногою, с	0,45±0,01	0,44±0,01	0,45±0,01
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,45±0,01	0,44±0,01	0,45±0,01
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,25±0,01	0,22±0,01	0,29±0,02
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,25±0,01	0,22±0,01	0,29±0,02
Показник «нормальності» ходьби (FAP), %	93,18±3,26	92,82±2,13	91,83±4,04

**Порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі
та ходьби з одночасним виконанням моторного завдання
(середнє±ст. помил.) у жінок підліткового віку.**

Параметр ходьби	Ходьба в довільному темпі	Ходьба з моторним завданням	P=
Довжина кроку лівою ногою, см	63,37±0,88	53,18±1,41	0,0000
Довжина кроку правою ногою, см	63,08±0,89	53,54±1,46	0,0000
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	126,74±1,77	106,79±2,89	0,0000
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	126,76±1,73	106,79±2,83	0,0000
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,75±0,01	0,63 ±0,02	0,0000
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,75±0,01	0,64±0,02	0,0000
Кут розвороту лівої стопи, °	0,04±0,77	1,28 ±0,93	0,9820
Кут розвороту правої стопи, °	2,34±0,80	2,25±0,87	0,9961
Ширина бази опори для лівої ноги, см	7,70±0,50	6,95±0,47	0,7085
Ширина бази опори для правої ноги, см	7,71±0,52	6,81±0,47	0,8522
Пройдена відстань, см	685,30±9,50	701,43±9,94	0,9153
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,58±0,02	0,6261
Час кроку правою ногою, с	0,54±0,01	0,57±0,02	0,6824
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,08±0,02	1,15±0,04	0,4741
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,08±0,02	1,15±0,04	0,4741
Час проходження, с	5,94±0,21	7,98±0,53	0,0453
Темп ходьби, кроків/хв	112,08±1,81	107,37±2,66	0,2990
Швидкість, см/сек	118,65±3,12	97,19±4,50	0,0007
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,8911
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,9076
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,21±0,01	0,25±0,01	0,3358
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,20±0,01	0,25±0,01	0,2574
Час опори для лівої ноги, с	0,64±0,01	0,70±0,02	0,4270
Час опори для правої ноги, с	0,64±0,01	0,70±0,02	0,4483
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,9076
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,8911

**Порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі
та ходьби з одночасним виконанням моторного завдання
(середнє±ст. помил.) у жінок юнацького віку.**

Параметр ходьби	Ходьба в довільному темпі	Ходьба з моторним завданням	P=
Довжина кроку лівою ногою, см	62,74±0,71	52,14±1,06	0,0000
Довжина кроку правою ногою, см	62,12±0,62	51,39±1,06	0,0000
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	125,03±1,30	103,74±2,11	0,0000
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	125,13±1,30	103,54±2,13	0,0000
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,74±0,01	0,61±0,01	0,0000
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,73±0,01	0,60±0,01	0,0000
Кут розвороту лівої стопи, °	1,02±0,72	0,30±0,65	0,9111
Кут розвороту правої стопи, °	3,15±0,61	2,99±0,65	0,8730
Ширина бази опори для лівої ноги, см	6,76±0,34	6,18±0,35	0,9220
Ширина бази опори для правої ноги, см	6,85±0,33	6,06±0,35	0,9196
Пройдена відстань, см	707,93±9,78	706,58±9,72	0,9162
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,56±0,02	0,0785
Час кроку правою ногою, с	0,53±0,01	0,55±0,02	0,0661
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,07±0,01	1,11±0,04	0,0540
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,07±0,01	1,11±0,04	0,0540
Час проходження, с	6,15±0,17	7,02±0,46	0,0021
Темп ходьби, кроків/хв	112,91±1,34	102,76±2,72	0,0236
Швидкість, см/сек	117,91±2,28	113,22±3,85	0,0000
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,6311
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,5319
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,20±0,01	0,22±0,01	0,0026
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,20±0,01	0,22±0,01	0,0023
Час опори для лівої ноги, с	0,63±0,01	0,67±0,03	0,0089
Час опори для правої ноги, с	0,64±0,01	0,67±0,03	0,0132
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,5319
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,6311

**Порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі
та ходьби з одночасним виконанням моторного завдання
(середнє±ст. помил.) у жінок середнього віку.**

Параметр ходьби	Ходьба в довільному темпі	Ходьба з моторним завданням	P=
Довжина кроку лівою ногою, см	61,02±0,79	52,60±1,44	0,0000
Довжина кроку правою ногою, см	61,17±0,83	51,81±1,49	0,0000
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	122,33±1,30	104,49±2,92	0,0000
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	122,34±1,30	104,74±2,94	0,0000
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,72±0,01	0,62±0,02	0,0000
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,70±0,01	0,60±0,02	0,0011
Кут розвороту лівої стопи, °	3,34±0,81	2,84±0,97	0,6845
Кут розвороту правої стопи, °	4,03±0,74	3,85±0,80	0,9870
Ширина бази опори для лівої ноги, см	7,26±0,45	6,98±0,39	0,9826
Ширина бази опори для правої ноги, см	7,36±0,48	6,98±0,38	0,9541
Пройдена відстань, см	711,07±8,42	722,29±7,35	0,9188
Час кроку лівою ногою, с	0,55±0,01	0,60±0,02	0,3813
Час кроку правою ногою, с	0,55±0,01	0,60±0,02	0,3530
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,10±0,02	1,19±0,04	0,2977
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,10±0,02	1,19±0,04	0,3965
Час проходження, с	6,50±0,20	8,86±0,63	0,0022
Темп ходьби, кроків/хв	109,88±1,82	104,43±3,22	0,4862
Швидкість, см/сек	112,26±2,80	92,82±4,75	0,0138
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,8838
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,9383
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,23±0,01	0,29±0,02	0,1327
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,23±0,01	0,29±0,02	0,1493
Час опори для лівої ноги, с	0,66±0,01	0,74±0,03	0,1109
Час опори для правої ноги, с	0,67±0,01	0,74±0,03	0,1623
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,9383
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,8838

**Порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі
та ходьби з одночасним виконанням моторного завдання
(середнє±ст. помил.) у чоловіків підліткового віку.**

Параметр ходьби	Ходьба в довільному темпі	Ходьба з моторним завданням	P=
Довжина кроку лівою ногою, см	69,20±1,24	58,46±1,64	0,0000
Довжина кроку правою ногою, см	68,71±1,27	58,29±1,70	0,0000
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	137,95±2,48	116,68±3,29	0,0000
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	137,88±2,47	116,95±3,30	0,0000
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,77±0,01	0,64±0,02	0,0000
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,76±0,01	0,64±0,02	0,0000
Кут розвороту лівої стопи, °	7,84±1,15	-6,75 ±1,10	0,9796
Кут розвороту правої стопи, °	9,47±1,06	8,65±1,01	0,9903
Ширина бази опори для лівої ноги, см	10,08±0,44	8,49±0,53	0,5477
Ширина бази опори для правої ноги, см	10,27±0,42	8,47±0,51	0,2981
Пройдена відстань, см	672,50±10,51	702,05±9,55	0,2710
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,54±0,01	0,9025
Час кроку правою ногою, с	0,54±0,01	0,55±0,01	0,5628
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,08±0,02	1,09±0,02	0,8716
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,07±0,02	1,09±0,02	0,8307
Час проходження, с	5,34±0,19	6,89±0,36	0,0018
Темп ходьби, кроків/хв	112,31±3,27	110,86±1,81	0,5500
Швидкість, см/сек	129,40±3,27	108,45±4,08	0,0014
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,8399
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,6102
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,19±0,01	0,21±0,01	0,5967
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,19±0,01	0,21±0,01	0,6959
Час опори для лівої ноги, с	0,63±0,01	0,65±0,01	0,6979
Час опори для правої ноги, с	0,63±0,01	0,65±0,01	0,5694
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,6102
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,8399

**Порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі
та ходьби з одночасним виконанням моторного завдання
(середнє±ст. помил.) у чоловіків юнацького віку.**

Параметр ходьби	Ходьба в довільному темпі	Ходьба з моторним завданням	P=
Довжина кроку лівою ногою, см	69,18±1,08	60,96±1,27	0,0004
Довжина кроку правою ногою, см	69,08±1,13	60,75±1,29	0,0006
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	138,52±2,19	121,97±2,53	0,0003
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	138,40±2,16	121,68±2,56	0,0005
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,75±0,01	0,66±0,01	0,0001
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,75±0,01	0,66±0,01	0,0001
Кут розвороту лівої стопи, °	8,21±0,75	6,78±0,78	0,9509
Кут розвороту правої стопи, °	10,47±0,81	9,47±0,92	0,9418
Ширина бази опори для лівої ноги, см	9,74±0,39	8,87±0,37	0,8954
Ширина бази опори для правої ноги, см	9,80±0,39	8,88±0,36	0,8621
Пройдена відстань, см	672,83±6,85	689,93±7,08	0,6566
Час кроку лівою ногою, с	0,56±0,01	0,56±0,01	0,6587
Час кроку правою ногою, с	0,55±0,01	0,56±0,01	0,6656
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,11±0,01	1,12±0,02	0,6211
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,11±0,01	1,12±0,02	0,6867
Час проходження, с	5,55±0,20	6,62±0,26	0,0278
Темп ходьби, кроків/хв	109,02±1,29	108,30±1,58	0,7667
Швидкість, см/сек	126,26±2,98	110,78±3,32	0,0470
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,45±0,01	0,45±0,01	0,7462
Час одиночної опори правою ногою, с	0,46±0,01	0,45±0,01	0,6141
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,20±0,01	0,22±0,01	0,8895
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,21±0,01	0,22±0,01	0,8462
Час опори для лівої ноги, с	0,66±0,01	0,67±0,01	0,7026
Час опори для правої ноги, с	0,65±0,01	0,67±0,01	0,4098
Час переносу лівої ноги, с	0,46±0,01	0,45±0,01	0,6141
Час переносу правої ноги, с	0,45±0,01	0,45±0,01	0,7462

**Міжстатеве порівняння просторово-часових параметрів ходьби з
одночасним виконанням моторного завдання (середнє±ст. помил.) у
групах підліткового віку**

Параметр ходьби	Ходьба з моторним завданням, жінки	Ходьба з моторним завданням, чо ловіки	P=
Довжина кроку лівою ногою, см	53,18±1,41	58,46±1,64	0,0306
Довжина кроку правою ногою, см	53,54±1,46	58,29±1,70	0,0340
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	106,79±2,89	116,68±3,29	0,0464
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	106,79±2,83	116,95±3,30	0,0372
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,61 ±0,01	0,64±0,02	0,0377
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,60±0,01	0,64±0,02	0,0376
Кут розвороту лівої стопи, °	1,28±0,93	6,75±1,10	0,0000
Кут розвороту правої стопи, °	2,25±0,87	8,65±1,01	0,0001
Ширина бази опори для лівої ноги, см	6,95±0,47	8,49±0,53	0,2827
Ширина бази опори для правої ноги, см	6,81±0,47	8,47±0,51	0,3278
Пройдена відстань, см	701,43±9,94	702,05±9,55	0,9672
Час кроку лівою ногою, с	0,58±0,02	0,54±0,01	0,2997
Час кроку правою ногою, с	0,57±0,02	0,55±0,01	0,5737
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,15±0,04	1,09±0,02	0,3916
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,15±0,04	1,09±0,02	0,4182
Час проходження, с	7,98±0,53	6,89±0,36	0,2185
Темп ходьби, кроків/хв	112,08±1,81	110,86±1,81	0,4918
Швидкість, см/сек	118,65±3,12	108,45±4,08	0,2263
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,9861
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,9254
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,21±0,01	0,21±0,01	0,4113
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,20±0,01	0,21±0,01	0,3216
Час опори для лівої ноги, с	0,64±0,01	0,65±0,01	0,4688
Час опори для правої ноги, с	0,64±0,01	0,65±0,01	0,4125
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,9254
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,44±0,01	0,9861

**Міжстатеве порівняння просторово-часових параметрів ходьби з
одночасним виконанням моторного завдання (середнє±ст. помил.) у
групах юнацького віку.**

Параметр ходьби	Ходьба з моторним завданням, жінки	Ходьба з моторним завданням, чоловіки	P=
1	2	3	4
Довжина кроку лівою ногою, см	52,14±1,06	60,96±1,27	0,0000
Довжина кроку правою ногою, см	51,39±1,06	60,75±1,29	0,0000
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	103,74±2,11	121,97±2,53	0,0000
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	103,54±2,13	121,68±2,56	0,0000
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,61±0,01	0,66±0,01	0,0134
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,60±0,01	0,66±0,01	0,0071
Кут розвороту лівої стопи, °	0,30±0,65	6,78±0,78	0,0000
Кут розвороту правої стопи, °	2,99±0,65	9,47±0,92	0,0000
Ширина бази опори для лівої ноги, см	6,18±0,35	8,87±0,37	0,0001
Ширина бази опори для правої ноги, см	6,06±0,35	8,88±0,36	0,0001
Пройдена відстань, см	706,58±9,72	689,93±7,08	0,4044
Час кроку лівою ногою, с	0,56±0,02	0,56±0,01	0,1053
Час кроку правою ногою, с	0,55±0,02	0,56±0,01	0,0616
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,11±0,04	1,12±0,02	0,0728
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,11±0,04	1,12±0,02	0,0766
Час проходу, с	7,02±0,46	6,62±0,26	0,0548
Темп ходьби, кроків/хв	102,76±2,72	108,30±1,58	0,0753
Швидкість, см/сек	113,22±3,85	110,78±3,32	0,1250
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,3370
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,4166
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,22±0,01	0,22±0,01	0,6370
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,22±0,01	0,22±0,01	0,4466
Час опори для лівої ноги, с	0,67±0,03	0,67±0,01	0,5301
Час опори для правої ноги, с	0,67±0,03	0,67±0,01	0,4436

Продовження таблиці Б.9

1	2	3	4
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,4166
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,3370

Таблиця Б.10

**Міжвікове порівняння просторово-часових параметрів ходьби з
одночасним виконанням моторного завдання (середнє±ст. помил.) у
чоловічих групах.**

Параметр ходьби	Чоловіки підліткового віку	Чоловіки юнацького віку	P =
1	2	3	4
Пройдена відстань, см	702,05±9,55	689,93±7,08	0,6017
Час проходу, с	6,89±0,36	6,62±0,26	0,4581
Швидкість, см/с	108,45±4,08	110,78±3,32	0,6607
Кількість кроків за хвилину	110,86±1,81	108,30±1,58	0,7173
Довжина кроку правою ногою, см	58,29±1,70	60,75±1,29	0,2064
Довжина кроку лівою ногою, см	58,46±1,64	60,96±1,27	0,1878
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,64±0,02	0,66±0,01	0,3834
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,64 ±0,02	0,66±0,01	0,3582
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	116,95±3,30	121,68±2,56	0,1878
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	116,68±3,29	121,97±2,53	0,1899
Ширина бази опори для правої ноги, см	8,47±0,51	8,88±0,36	0,8350
Ширина бази опори для лівої ноги, см	8,49±0,53	8,87±0,37	0,9530
Кут розвороту правої стопи, °	8,65±1,01	9,47±0,92	0,9736
Кут розвороту лівої стопи, °	6,75 ±1,10	6,78±0,78	0,9873
Час кроку правою ногою, с	0,55±0,01	0,56±0,01	0,8672
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,56±0,01	0,5894
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,09±0,02	1,12±0,02	0,7800
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,09±0,02	1,12±0,02	0,6969
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,9830
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,7253

Продовження таблиці Б.10

1	2	3	4
Час опори для правої ноги, с	0,65±0,01	0,67±0,01	0,6158
Час опори для лівої ноги, с	0,65±0,01	0,67±0,01	0,5862
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,7253
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,45±0,01	0,9830
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,21±0,01	0,22±0,01	0,9012
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,21±0,01	0,22±0,01	0,9538

**Міжвікове порівняння просторово-часових параметрів ходьби з
одночасним виконанням моторного завдання (середнє±ст. помил.) у
жіночих групах.**

Параметр ходьби	Жінки підлітково- го віку	Жінки юнацького віку	Жінки середнього віку	Р = (підліт- ковий- юнаць- кий вік)	Р = (підліт- ковий- серед- ній вік)	Р = (юнаць- кий- серед- ній вік)
1	2	3	4	5	6	7
Пройдена відстань, см	701,43±9,94	706,58±9,72	722,29±7,35	0,9154	0,7755	0,9010
Час проходу, с	7,98±0,53	7,02±0,46	8,86±0,63	0,7145	0,2909	0,9454
Швидкість, см/с	97,19±4,50	113,22±3,85	92,82±4,75	0,5546	0,5062	0,7110
Кількість кроків за хвилину	107,37±2,66	102,76±2,72	104,43±3,22	0,4684	0,4850	0,6946
Довжина кроку правою ногою, см	53,54±1,46	51,39±1,06	51,81±1,49	0,1714	0,3101	0,7797
Довжина кроку лівою ногою, см	53,18±1,41	52,14±1,06	52,60±1,44	0,5158	0,7235	0,7631
Довжина кроку/Довжин а ноги (для правої ноги)	0,64±0,02	0,60±0,01	0,60±0,02	0,0902	0,1687	0,9185
Довжина кроку/Довжин а ноги (для лівої ноги)	0,63±0,02	0,61±0,01	0,62±0,02	0,3212	0,5939	0,6138
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	106,79±2,83	103,54±2,13	104,74±2,94	0,3000	0,5368	0,6886
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	106,79±2,89	103,74±2,11	104,49±2,92	0,3310	0,4911	0,8007
Ширина бази опори для правої ноги, см	6,81±0,47	6,06±0,35	6,98±0,38	0,8940	0,9686	0,9166

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7
Ширина бази опори для лівої ноги, см	6,95±0,47	6,18±0,35	6,98±0,39	0,9313	0,9586	0,9023
Кут розвороту правої стопи, °	2,25±0,87	2,99±0,65	3,85±0,80	0,9997	0,9635	0,9060
Кут розвороту лівої стопи, °	1,28±0,93	0,30±0,65	2,84±0,97	0,9784	0,0511	0,3824
Час кроку правою ногою, с	0,57±0,02	0,55±0,02	0,60±0,02	0,3569	0,3494	0,6193
Час кроку лівою ногою, с	0,58±0,02	0,56±0,02	0,60±0,02	0,4406	0,4939	0,5095
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,15±0,04	1,11±0,04	1,19±0,04	0,4147	0,4302	0,5638
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,15±0,04	1,11±0,04	1,19±0,04	0,3709	0,3962	0,5778 6
Час переносу правої ноги, с	0,45±0,01	0,44±0,01	0,45±0,01	0,59095	0,8143	0,4061
Час переносу лівої ноги, с	0,45±0,01	0,44±0,01	0,45±0,01	0,6026	0,8968	0,3713
Час опори для правої ноги, с	0,70±0,02	0,67±0,03	0,74±0,03	0,3944	0,3124	0,6337
Час опори для лівої ноги, с	0,70±0,02	0,67±0,03	0,74±0,03	0,2332	0,2574	0,6670
Час одиночної опори правою ногою, с	0,45±0,01	0,44±0,01	0,45±0,01	0,6026	0,8968	0,3713
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,45±0,01	0,44±0,01	0,45±0,01	0,5909	0,8143	0,4061

Продовження таблиці Б.11

1	2	3	4	5	6	7
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,25±0,01	0,22±0,01	0,29±0,02	0,4965	0,1174	0,8392
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,25±0,01	0,22±0,01	0,29±0,02	0,4870	0,0969	0,8694

Додаток В

Просторово-часові параметри ходьби з одночасним виконанням когнітивного завдання у здорових чоловіків і жінок різних вікових груп.

Таблиця В.1

Просторово-часові параметри з одночасним виконанням когнітивного завдання (середнє \pm ст. помил.) у чоловіків підліткового та юного віку.

Параметр ходьби	Чоловіки підліткового віку	Чоловіки юнацького віку
1	2	3
Пройдена відстань, см	667,89 \pm 8,68	667,26 \pm 8,71
Час проходу, с	5,82 \pm 0,22	5,64 \pm 0,21
Швидкість, см/с	118,55 \pm 3,50	124,10 \pm 3,28
Кількість кроків за хвилину	101,82 \pm 2,02	102,09 \pm 1,69
Довжина кроку правою ногою, см	69,40 \pm 1,45	72,16 \pm 1,19
Довжина кроку лівою ногою, см	70,02 \pm 1,41	72,97 \pm 1,17
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,77 \pm 0,02	0,79 \pm 0,01
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,78 \pm 0,02	0,79 \pm 0,01
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	139,33 \pm 2,84	145,58 \pm 2,33
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	139,39 \pm 2,81	144,98 \pm 2,21
Ширина бази опори для правої ноги, см	10,61 \pm 0,58	10,49 \pm 0,47
Ширина бази опори для лівої ноги, см	10,24 \pm 0,57	10,50 \pm 0,45
Кут розвороту правої стопи, °	9,23 \pm 1,04	10,36 \pm 0,85
Кут розвороту лівої стопи, °	7,40 \pm 1,08	7,98 \pm 0,76
Час кроку правою ногою, с	0,60 \pm 0,01	0,59 \pm 0,01
Час кроку лівою ногою, с	0,60 \pm 0,01	0,60 \pm 0,01
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,19 \pm 0,03	1,19 \pm 0,03
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,19 \pm 0,02	1,19 \pm 0,02
Час переносу правої ноги, с	0,50 \pm 0,01	0,50 \pm 0,01
Час переносу лівої ноги, с	0,50 \pm 0,01	0,50 \pm 0,01
Час опори для правої ноги, с	0,70 \pm 0,02	0,70 \pm 0,01
Час опори для лівої ноги, с	0,70 \pm 0,02	0,69 \pm 0,01
Час одиночної опори правою ногою, с	0,50 \pm 0,01	0,50 \pm 0,01

Продовження таблиці В.1

1	2	3
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,50±0,01	0,50±0,01
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,21±0,01	0,21±0,01
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,21±0,01	0,21±0,01
Показник «нормальності» ходьби (FAP), %	93,14±3,87	92,12±2,18

Просторово-часові параметри з одночасним виконанням когнітивного завдання (середнє \pm ст. помил.) у жінок підліткового, юного та середнього віку.

Параметр ходьби	Жінки підліткового віку	Жінки юнацького віку	Жінки середнього віку
1	2	3	4
Пройдена відстань, см	691,34 \pm 7,44	697,13 \pm 8,17	685,90 \pm 9,28
Час проходу, с	7,27 \pm 0,41	7,69 \pm 0,41	7,39 \pm 0,42
Швидкість, см/с	103,25 \pm 4,50	98,97 \pm 3,31	101,31 \pm 4,47
Кількість кроків за хвилину	95,54 \pm 2,72	93,55 \pm 2,28	94,23 \pm 3,10
Довжина кроку правою ногою, см	64,00 \pm 1,36	62,51 \pm 0,86	63,69 \pm 1,11
Довжина кроку лівою ногою, см	64,08 \pm 1,31	62,97 \pm 0,92	63,76 \pm 1,06
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,76 \pm 0,02	0,73 \pm 0,01	0,74 \pm 0,02
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,76 \pm 0,01	0,74 \pm 0,01	0,75 \pm 0,01
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	128,34 \pm 2,63	125,67 \pm 1,76	127,54 \pm 2,11
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	128,15 \pm 2,66	125,60 \pm 1,75	127,92 \pm 2,18
Ширина бази опори для правої ноги, см	7,10 \pm 0,59	6,62 \pm 0,49	6,45 \pm 0,58
Ширина бази опори для лівої ноги, см	7,03 \pm 0,59	6,55 \pm 0,48	6,48 \pm 0,57
Кут розвороту правої стопи, °	2,51 \pm 0,89	2,95 \pm 0,66	2,28 \pm 0,80
Кут розвороту лівої стопи, °	0,40 \pm 0,84	0,50 \pm 0,69	4,15 \pm 0,94
Час кроку правою ногою, с	0,65 \pm 0,02	0,66 \pm 0,02	0,67 \pm 0,03
Час кроку лівою ногою, с	0,65 \pm 0,02	0,68 \pm 0,02	0,67 \pm 0,03
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,30 \pm 0,04	1,34 \pm 0,04	1,34 \pm 0,05
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,30 \pm 0,04	1,33 \pm 0,04	1,32 \pm 0,05
Час переносу правої ноги, с	0,54 \pm 0,02	0,54 \pm 0,02	0,54 \pm 0,02
Час переносу лівої ноги, с	0,53 \pm 0,02	0,56 \pm 0,02	0,54 \pm 0,02
Час опори для правої ноги, с	0,77 \pm 0,03	0,79 \pm 0,03	0,80 \pm 0,04
Час опори для лівої ноги, с	0,76 \pm 0,03	0,77 \pm 0,02	0,79 \pm 0,03

Продовження таблиці В.2

1	2	3	4
Час одиночної опори правою ногою, с	0,53±0,02	0,56±0,02	0,54±0,02
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,54±0,02	0,54±0,02	0,54±0,02
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,25±0,01	0,26±0,01	0,28±0,02
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,25±0,01	0,26±0,01	0,28±0,02
Показник «нормальності» ходьби (FAP), %	91,75±1,76	92,26±1,12	89,49±4,72

Порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі та ходьби з додатковим когнітивним завданням (середнє \pm ст. помил.) у жінок підліткового віку.

Параметр ходьби	Звичайна ходьба	Ходьба з когн. завд.	P=
Довжина кроку лівою ногою, см	63,37 \pm 0,88	64,08 \pm 1,31	0,6911
Довжина кроку правою ногою, см	63,08 \pm 0,89	64,00 \pm 1,36	0,6042
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	126,74 \pm 1,77	128,15 \pm 2,66	0,6843
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	126,76 \pm 1,73	128,34 \pm 2,63	0,6472
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,75 \pm 0,01	0,76 \pm 0,01	0,7244
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,75 \pm 0,01	0,76 \pm 0,02	0,6034
Кут розвороту лівої стопи, °	0,04 \pm 0,77	0,40 \pm 0,84	0,7624
Кут розвороту правої стопи, °	2,34 \pm 0,80	2,51 \pm 0,89	0,9859
Ширина бази опори для лівої ноги, см	7,70 \pm 0,50	7,03 \pm 0,59	0,6516
Ширина бази опори для правої ноги, см	7,71 \pm 0,52	7,10 \pm 0,59	0,6842
Пройдена відстань, см	685,30 \pm 9,50	691,34 \pm 7,44	0,6869
Час кроку лівою ногою, с	0,54 \pm 0,01	0,65 \pm 0,02	0,0002
Час кроку правою ногою, с	0,54 \pm 0,01	0,65 \pm 0,02	0,0008
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,08 \pm 0,02	1,30 \pm 0,04	0,0001
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,08 \pm 0,02	1,30 \pm 0,04	0,0004
Час проходження, с	5,94 \pm 0,21	7,27 \pm 0,41	0,0647
Темп ходьби, кроків/хв	112,08 \pm 1,81	95,54 \pm 2,72	0,0000
Швидкість, см/сек	118,65 \pm 3,12	103,25 \pm 4,50	0,0141
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	0,0000
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44 \pm 0,01	0,53 \pm 0,02	0,0000
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,21 \pm 0,01	0,25 \pm 0,01	0,0289
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,20 \pm 0,01	0,25 \pm 0,01	0,0458
Час опори для лівої ноги, с	0,64 \pm 0,01	0,76 \pm 0,03	0,0024
Час опори для правої ноги, с	0,64 \pm 0,01	0,77 \pm 0,03	0,0049
Час переносу лівої ноги, с	0,44 \pm 0,01	0,53 \pm 0,02	0,0000
Час переносу правої ноги, с	0,44 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	0,0000

Порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі та ходьби з додатковим когнітивним завданням (середнє \pm ст. помил.) у жінок юнацького віку.

Параметр ходьби	Звичайна ходьба	Ходьба з когн. завд.	P=
Довжина кроку лівою ногою, см	62,74 \pm 0,71	62,97 \pm 0,92	0,8725
Довжина кроку правою ногою, см	62,12 \pm 0,62	62,51 \pm 0,86	0,7790
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	125,03 \pm 1,30	125,60 \pm 1,75	0,8368
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	125,13 \pm 1,30	125,67 \pm 1,76	0,8457
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,74 \pm 0,01	0,74 \pm 0,01	0,8430
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,73 \pm 0,01	0,73 \pm 0,01	0,8169
Кут розвороту лівої стопи, °	1,02 \pm 0,72	0,50 \pm 0,69	0,8516
Кут розвороту правої стопи, °	3,15 \pm 0,61	2,95 \pm 0,66	0,9713
Ширина бази опори для лівої ноги, см	6,76 \pm 0,34	6,55 \pm 0,48	0,7358
Ширина бази опори для правої ноги, см	6,85 \pm 0,33	6,62 \pm 0,49	0,7142
Пройдена відстань, см	707,93 \pm 9,78	697,13 \pm 8,17	0,7465
Час кроку лівою ногою, с	0,54 \pm 0,01	0,68 \pm 0,02	0,0000
Час кроку правою ногою, с	0,53 \pm 0,01	0,66 \pm 0,02	0,0000
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,07 \pm 0,01	1,33 \pm 0,04	0,0000
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,07 \pm 0,01	1,34 \pm 0,04	0,0000
Час проходження, с	6,15 \pm 0,17	7,69 \pm 0,41	0,0490
Темп ходьби, кроків/хв	112,91 \pm 1,34	93,55 \pm 2,28	0,0000
Швидкість, см/сек	117,91 \pm 2,28	98,97 \pm 3,31	0,0001
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	0,0000
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44 \pm 0,01	0,56 \pm 0,02	0,0000
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,20 \pm 0,01	0,26 \pm 0,01	0,0289
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,20 \pm 0,01	0,26 \pm 0,01	0,0458
Час опори для лівої ноги, с	0,63 \pm 0,01	0,77 \pm 0,02	0,0014
Час опори для правої ноги, с	0,64 \pm 0,01	0,79 \pm 0,03	0,0004
Час переносу лівої ноги, с	0,44 \pm 0,01	0,56 \pm 0,02	0,0000
Час переносу правої ноги, с	0,44 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	0,0000

Порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі та ходьби з додатковим когнітивним завданням (середнє \pm ст. помил.) у жінок середнього віку.

Параметр ходьби	Звичайна ходьба	Ходьба з когн. завд.	P=
Довжина кроку лівою ногою, см	61,02 \pm 0,79	63,76 \pm 1,06	0,2763
Довжина кроку правою ногою, см	61,17 \pm 0,83	63,69 \pm 1,11	0,4129
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	122,33 \pm 1,30	127,92 \pm 2,18	0,2842
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	122,34 \pm 1,30	127,54 \pm 2,11	0,3438
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,72 \pm 0,01	0,75 \pm 0,01	0,3008
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,70 \pm 0,01	0,74 \pm 0,02	0,6716
Кут розвороту лівої стопи, °	3,34 \pm 0,81	4,15 \pm 0,94	0,7838
Кут розвороту правої стопи, °	4,03 \pm 0,74	2,28 \pm 0,80	0,8136
Ширина бази опори для лівої ноги, см	7,26 \pm 0,45	6,48 \pm 0,57	0,8092
Ширина бази опори для правої ноги, см	7,36 \pm 0,48	6,45 \pm 0,58	0,7042
Пройдена відстань, см	711,07 \pm 8,42	685,90 \pm 9,28	0,2150
Час кроку лівою ногою, с	0,55 \pm 0,01	0,67 \pm 0,03	0,0000
Час кроку правою ногою, с	0,55 \pm 0,01	0,67 \pm 0,03	0,0000
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,10 \pm 0,02	1,32 \pm 0,05	0,0000
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,10 \pm 0,02	1,34 \pm 0,05	0,0000
Час проходження, с	6,50 \pm 0,20	7,39 \pm 0,42	0,2304
Темп ходьби, кроків/хв	109,88 \pm 1,82	94,23 \pm 3,10	0,0000
Швидкість, см/сек	112,26 \pm 2,80	101,31 \pm 4,47	0,0424
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	0,0000
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	0,0000
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,23 \pm 0,01	0,28 \pm 0,02	0,0376
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,23 \pm 0,01	0,28 \pm 0,02	0,0385
Час опори для лівої ноги, с	0,66 \pm 0,01	0,79 \pm 0,03	0,0005
Час опори для правої ноги, с	0,67 \pm 0,01	0,80 \pm 0,04	0,0003
Час переносу лівої ноги, с	0,44 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	0,0000
Час переносу правої ноги, с	0,44 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	0,0000

Порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі та ходьби з додатковим когнітивним завданням (середнє ± ст. помил.) у чоловіків підліткового віку.

Параметр ходьби	Звичайна ходьба	Ходьба з когн. завд.	P=
Довжина кроку лівою ногою, см	69,20±1,24	70,02±1,41	0,6907
Довжина кроку правою ногою, см	68,71±1,27	69,40±1,45	0,7387
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	137,95±2,48	139,39±2,81	0,7263
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	137,88±2,47	139,33±2,84	0,7224
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,77±0,01	0,78±0,02	0,6772
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,76±0,01	0,77±0,02	0,7297
Кут розвороту лівої стопи, °	7,84±1,15	7,40±1,08	0,7742
Кут розвороту правої стопи, °	9,47±1,06	9,23±1,04	0,8713
Ширина бази опори для лівої ноги, см	10,08±0,44	10,24±0,57	0,8500
Ширина бази опори для правої ноги, см	10,27±0,42	10,61±0,58	0,6727
Пройдена відстань, см	672,50±10,51	667,89±8,68	0,9474
Час кроку лівою ногою, с	0,54±0,01	0,60±0,01	0,0038
Час кроку правою ногою, с	0,54±0,01	0,60±0,01	0,0019
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,08±0,02	1,19±0,02	0,0023
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,07±0,02	1,19±0,03	0,0015
Час проходження, с	5,34±0,19	5,82±0,22	0,0464
Темп ходьби, кроків/хв	112,31±3,27	101,82±2,02	0,0010
Швидкість, см/с	129,40±3,27	118,55±3,50	0,0368
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,44±0,01	0,50±0,01	0,0001
Час одиночної опори правою ногою, с	0,44±0,01	0,50±0,01	0,0001
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,19±0,01	0,21±0,01	0,3014
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,19±0,01	0,21±0,01	0,4602
Час опори для лівої ноги, с	0,63±0,01	0,70±0,02	0,0234
Час опори для правої ноги, с	0,63±0,01	0,70±0,02	0,0360
Час переносу лівої ноги, с	0,44±0,01	0,50±0,01	0,0001
Час переносу правої ноги, с	0,44±0,01	0,50±0,01	0,0001

Порівняння просторово-часових параметрів ходьби в довільному темпі та ходьби з додатковим когнітивним завданням (середнє \pm ст. помил.) у чоловіків юнацького віку.

Параметр ходьби	Звичайна ходьба	Ходьба з когн. завд.	P=
1	2	3	4
Довжина кроку лівою ногою, см	69,18 \pm 1,08	72,97 \pm 1,17	0,1645
Довжина кроку правою ногою, см	69,08 \pm 1,13	72,16 \pm 1,19	0,2865
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	138,52 \pm 2,19	144,98 \pm 2,21	0,2261
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	138,40 \pm 2,16	145,58 \pm 2,33	0,2096
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,75 \pm 0,01	0,79 \pm 0,01	0,1117
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,75 \pm 0,01	0,79 \pm 0,01	0,2232
Кут розвороту лівої стопи, °	8,21 \pm 0,75	7,98 \pm 0,76	0,8251
Кут розвороту правої стопи, °	10,47 \pm 0,81	10,36 \pm 0,85	0,9192
Ширина бази опори для лівої ноги, см	9,74 \pm 0,39	10,50 \pm 0,45	0,2299
Ширина бази опори для правої ноги, см	9,80 \pm 0,39	10,49 \pm 0,47	0,2659
Пройдена відстань, см	672,83 \pm 6,85	667,26 \pm 8,71	0,9851
Час кроку лівою ногою, с	0,56 \pm 0,01	0,60 \pm 0,01	0,0020
Час кроку правою ногою, с	0,55 \pm 0,01	0,59 \pm 0,01	0,0096
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,11 \pm 0,01	1,19 \pm 0,02	0,0041
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,11 \pm 0,01	1,19 \pm 0,03	0,0032
Час проходження, с	5,55 \pm 0,20	5,64 \pm 0,21	0,0000
Темп ходьби, кроків/хв	109,02 \pm 1,29	102,09 \pm 1,69	0,0044
Швидкість, см/с	126,26 \pm 2,98	124,10 \pm 3,28	0,0429
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,45 \pm 0,01	0,50 \pm 0,01	0,0000
Час одиночної опори правою ногою, с	0,46 \pm 0,01	0,50 \pm 0,01	0,0000
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,20 \pm 0,01	0,21 \pm 0,01	0,5492
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,21 \pm 0,01	0,21 \pm 0,01	0,7629
Час опори для лівої ноги, с	0,66 \pm 0,01	0,69 \pm 0,01	0,0456
Час опори для правої ноги, с	0,65 \pm 0,01	0,70 \pm 0,01	0,0359
Час переносу лівої ноги, с	0,46 \pm 0,01	0,50 \pm 0,01	0,0000

Продовження таблиці В.7

1	2	3	4
Час переносу правої ноги, с	0,45±0,01	0,50±0,01	0,0000

**Міжстатеве порівняння просторово-часових параметрів ходьби з
одночасним виконанням когнітивного завдання (середнє ± ст. помил.) у
групах підліткового віку.**

Параметр ходьби	Ходьба з когнітивним завданням, жінки	Ходьба з когнітивним завданням, чоловіки	P=
1	2	3	4
Довжина кроку лівою ногою, см	64,08±1,31	70,02±1,41	0,0324
Довжина кроку правою ногою, см	64,00±1,36	69,40±1,45	0,0414
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	128,15±2,66	139,39±2,81	0,0497
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	128,34±2,63	139,33±2,84	0,0499
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,76±0,01	0,78±0,02	0,8000
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,76±0,02	0,77±0,02	0,7559
Кут розвороту лівої стопи, °	0,40±0,84	7,40±1,08	0,0000
Кут розвороту правої стопи, °	2,51±0,89	9,23±1,04	0,0000
Ширина бази опори для лівої ноги, см	7,03±0,59	10,24±0,57	0,0021
Ширина бази опори для правої ноги, см	7,10±0,59	10,61±0,58	0,0003
Пройдена відстань, см	691,34±7,44	667,89±8,68	0,6308
Час кроку лівою ногою, с	0,65±0,02	0,60±0,01	0,0601
Час кроку правою ногою, с	0,65±0,02	0,60±0,01	0,1260
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,30±0,04	1,19±0,02	0,0522
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,30±0,04	1,19±0,03	0,0868
Час проходу, с	7,27±0,41	5,82±0,22	0,0966
Темп ходьби, кроків/хв	95,54±2,72	101,82±2,02	0,1724
Швидкість, см/сек	103,25±4,50	118,55±3,50	0,0686
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,54±0,02	0,50±0,01	0,1184
Час одиночної опори правою ногою, с	0,53±0,02	0,50±0,01	0,1184
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,25±0,01	0,21±0,01	0,5097
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,25±0,01	0,21±0,01	0,2853
Час опори для лівої ноги, с	0,76±0,03	0,70±0,02	0,1158

Продовження таблиці В.8

1	2	3	4
Час опори для правої ноги, с	0,77±0,03	0,70±0,02	0,1557
Час переносу лівої ноги, с	0,53±0,02	0,50±0,01	0,0807
Час переносу правої ноги, с	0,54±0,02	0,50±0,01	0,1184

**Міжстатеве порівняння просторово-часових параметрів ходьби з
одночасним виконанням когнітивного завдання (середнє ± ст. помил.) у
групах юнацького віку**

Параметр ходьби	Ходьба з когнітивним завданням, жінки	Ходьба з когнітивним завданням, чоловіки	P=
1	2	3	4
Довжина кроку лівою ногою, см	62,97±0,92	72,97±1,17	0,0000
Довжина кроку правою ногою, см	62,51±0,86	72,16±1,19	0,0000
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	125,60±1,75	144,98±2,21	0,0000
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	125,67±1,76	145,58±2,33	0,0000
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,74±0,01	0,79±0,01	0,0363
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,73±0,01	0,79±0,01	0,0348
Кут розвороту лівої стопи, °	0,50±0,69	7,98±0,76	0,0000
Кут розвороту правої стопи, °	2,95±0,66	10,36±0,85	0,0000
Ширина бази опори для лівої ноги, см	6,55±0,48	10,50±0,45	0,0000
Ширина бази опори для правої ноги, см	6,62±0,49	10,49±0,47	0,0000
Пройдена відстань, см	697,13±8,17	667,26±8,71	0,1397
Час кроку лівою ногою, с	0,68±0,02	0,60±0,01	0,0094
Час кроку правою ногою, с	0,66±0,02	0,59±0,01	0,0107
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,33±0,04	1,19±0,02	0,0112
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,34±0,04	1,19±0,03	0,0092
Час проходу, с	7,69±0,41	5,64±0,21	0,0000
Темп ходьби, кроків/хв	93,55±2,28	102,09±1,69	0,0022
Швидкість, см/сек	98,97±3,31	124,10±3,28	0,0000
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,54±0,02	0,50±0,01	0,0081
Час одиночної опори правою ногою, с	0,56±0,02	0,50±0,01	0,0037
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,26±0,01	0,21±0,01	0,1023
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,26±0,01	0,21±0,01	0,0948

Продовження таблиці В.9

1	2	3	4
Час опори для лівої ноги, с	0,77±0,02	0,69±0,01	0,0443
Час опори для правої ноги, с	0,79±0,03	0,70±0,01	0,0145
Час переносу лівої ноги, с	0,56±0,02	0,50±0,01	0,0037
Час переносу правої ноги, с	0,54±0,02	0,50±0,01	0,0081

**Міжвікове порівняння просторово-часових параметрів ходьби з
одночасним виконанням когнітивного завдання (середнє ± ст. помил.) у
чоловічих групах.**

Параметр ходьби	Чоловіки підліткового віку	Чоловіки юнацького віку	P =
1	2	3	4
Довжина кроку лівою ногою, см	70,02±1,41	72,97±1,17	0,6312
Довжина кроку правою ногою, см	69,40±1,45	72,16±1,19	0,4909
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	139,39±2,81	144,98±2,21	0,4591
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	139,33±2,84	145,58±2,33	0,5713
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,78±0,02	0,79±0,01	0,6419
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,77±0,02	0,79±0,01	0,6598
Кут розвороту лівої стопи, °	7,40±1,08	7,98±0,76	0,8898
Кут розвороту правої стопи, °	9,23±1,04	10,36±0,85	0,9583
Ширина бази опори для лівої ноги, см	10,24±0,57	10,50±0,45	0,7182
Ширина бази опори для правої ноги, см	10,61±0,58	10,49±0,47	0,8618
Пройдена відстань, см	667,89±8,68	667,26±8,71	0,9601
Час кроку лівою ногою, с	0,60±0,01	0,60±0,01	0,6606
Час кроку правою ногою, с	0,60±0,01	0,59±0,01	0,7106
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,19±0,02	1,19±0,02	0,9724
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,19±0,03	1,19±0,03	0,9858
Час проходу, с	5,82±0,22	5,64±0,21	0,8777
Темп ходьби, кроків/хв	101,82±2,02	102,09±1,69	0,9161

Продовження таблиці В.10

1	2	3	4
Швидкість, см/сек	118,55±3,50	124,10±3,28	0,7911
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,50±0,01	0,50±0,01	0,8381
Час одиночної опори правою ногою, с	0,50±0,01	0,50±0,01	0,7140
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,21±0,01	0,21±0,01	0,9728
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,21±0,01	0,21±0,01	0,9226
Час опори для лівої ноги, с	0,70±0,02	0,69±0,01	0,8496
Час опори для правої ноги, с	0,70±0,02	0,70±0,01	0,6936
Час переносу лівої ноги, с	0,50±0,01	0,50±0,01	0,7140
Час переносу правої ноги, с	0,50±0,01	0,50±0,01	0,8381

**Міжвікове порівняння просторово-часових параметрів ходьби з
одночасним виконанням когнітивного завдання (середнє ± ст. помил.) у
жіночих групах.**

Параметр ходьби	Жінки підлітково- го віку	Жінки юнацького віку	Жінки середнього віку	P = (підліт- ковий- юнаць- кий вік)	P = (підліт- ковий- серед- ній вік)	P = (юнаць- кий- серед- ній вік)
1	2	3	4	5	6	7
Довжина кроку лівою ногою, см	64,08±1,31	62,97±0,92	63,76±1,06	0,7672	0,8493	0,5963
Довжина кроку правою ногою, см	64,00±1,36	62,51±0,86	63,69±1,11	0,7776	0,8549	0,4378
Довжина подвійного кроку лівою ногою, см	128,15±2,66	125,60±1,75	127,92±2,18	0,6953	0,9454	0,4374
Довжина подвійного кроку правою ногою, см	128,34±2,63	125,67±1,76	6,45±0,58	0,8289	0,8095	0,5310
Довжина кроку/Довжина ноги (для лівої ноги)	0,76±0,01	0,74±0,01	0,75±0,01	0,8652	0,9072	0,4389
Довжина кроку/Довжина ноги (для правої ноги)	0,76±0,02	0,73±0,01	0,74±0,02	0,7208	0,9631	0,7879
Кут розвороту лівої стопи, °	0,40±0,84	0,50±0,69	4,15±0,94	0,9983	0,1170	0,4241
Кут розвороту правої стопи, °	2,51±0,89	2,95±0,66	2,28±0,80	0,9930	0,8993	0,9413
Ширина бази опори для лівої ноги, см	7,03±0,59	6,55±0,48	6,48±0,57	0,9933	0,9953	0,9129

Продовження таблиці В.11

1	2	3	4	5	6	7
Ширина бази опори для правої ноги, см	7,10±0,59	6,62±0,49	6,45±0,58	0,9933	0,9874	0,9674
Пройдена відстань, см	691,34±7,44	697,13±8,17	685,90±9,28	0,8944	0,6843	0,7521
Час кроку лівою ногою, с	0,65±0,02	0,68±0,02	0,67±0,03	0,4620	0,6933	0,7686
Час кроку правою ногою, с	0,65±0,02	0,66±0,02	0,67±0,03	0,7095	0,5189	0,7497
Час крокового циклу для лівої ноги, с	1,30±0,04	1,33±0,04	1,32±0,05	0,6523	0,7763	0,8934
Час крокового циклу для правої ноги, с	1,30±0,04	1,34±0,04	1,34±0,05	0,5659	0,5578	0,9622
Час проходження, с	7,27±0,41	7,69±0,41	7,39±0,42	0,4868	0,8505	0,6111
Темп ходьби, кроків/хв	95,54±2,72	93,55±2,28	94,23±3,10	0,5791	0,7535	0,8562
Швидкість, см/сек	103,25±4,50	98,97±3,31	101,31±4,47	0,4359	0,7600	0,6690
Час одиночної опори лівою ногою, с	0,54±0,02	0,54±0,02	0,54±0,02	0,8854	0,9123	0,9737
Час одиночної опори правою ногою, с	0,53±0,02	0,56±0,02	0,54±0,02	0,3703	0,9194	0,4380
Час подвійної опори для лівої ноги, с	0,25±0,01	0,26±0,01	0,28±0,02	0,4819	0,1209	0,2678
Час подвійної опори для правої ноги, с	0,25±0,01	0,26±0,01	0,28±0,02	0,6569	0,2062	0,2837
Час опори для лівої ноги, с	0,76±0,03	0,77±0,02	0,79±0,03	0,9635	0,6982	0,6887
Час опори для правої ноги, с	0,77±0,03	0,79±0,03	0,80±0,04	0,3922	0,3926	0,9257
Час переносу лівої ноги, с	0,53±0,02	0,56±0,02	0,54±0,02	0,3703	0,9194	0,4380
Час переносу правої ноги, с	0,54±0,02	0,54±0,02	0,54±0,02	0,8854	0,9123	0,9737

Таблиця В.12

Характеристика якості виконання когнітивного завдання (називання тварин) (середнє \pm ст. помил.) в групах чоловіків і жінок різного віку.

Якість виконання когнітивного завдання	Чоловіки		Жінки		
	Підлітки	Юнаки	Підлітки	Юнаки	Сер. вік
загальна кількість названих тварин, n	7,16 \pm 0,73	7,42 \pm 0,58	6,49 \pm 1,22	7,02 \pm 0,87	7,38 \pm 0,64
кількість помилок у називанні, n	3,12 \pm 0,30	3,31 \pm 0,29	3,44 \pm 0,56	3,70 \pm 0,23	3,38 \pm 0,39
кількість помилок у називанні, %	43,57 \pm 4,19	44,61 \pm 3,91	53,00 \pm 8,62	52,71 \pm 3,28	45,80 \pm 5,28

Таблиця В.13

Міжвікові відмінності якості виконання когнітивного завдання (називання тварин) (P) в групах чоловіків і жінок різного віку.

Якість виконання когнітивного завдання	Жінки			Чоловіки
	підлітковий/ юнацький вік	підлітковий/ середній вік	юнацький/ середній вік	Підлітковий/ юнацький вік
загальна кількість названих тварин, n	0,7411	0,6272	0,8614	0,9732
кількість помилок у називанні, n	0,7531	0,8311	0,4542	0,8622

Таблиця В.14

Міжстатеві відмінності якості виконання когнітивного завдання (називання тварин) (P) в групах різного віку.

Якість виконання когнітивного завдання	Підлітковий вік	Юнацький вік
Загальна кількість названих тварин, n	0,2824	0,6531
Кількість помилок у називанні, n	0,3754	0,8612

Додаток Г

Акти впровадженнь.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

проректор з наукової роботи Вінницького
національного медичного університету
ім. М.І. Пирогова
д.мед.н, проф. Власенко О.В.



2016 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи Тищенка І. В. «Вікові та статеві особливості патерну ходьби людини в умовах різних фізіологічних парадигм» у навчальний процес кафедри нормальної фізіології

1. **Автор:** Тищенко Ігор Віталійович, аспірант кафедри нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.
2. **Пропозиція до впровадження:** встановлено вікові та статеві особливості просторово-часових параметрів ходьби людини та визначено напрямки та залежності їх змін в умовах виконання додаткових моторних та когнітивних завдань.
3. **Актуальність дослідження:** дані просторово-часової схеми звичайної ходьби дали можливість розширити існуючі уявлення про особливості організації ходьби в практично здорових людей. Вперше діапазон дослідження охопив декілька вікових та статевих груп, з подальшим міжгруповим порівнянням отриманих параметрів. Крім того, вперше встановлено напрямки змін просторово-часових параметрів ходьби в умовах виконання додаткових завдань у межах кожної гендерно-вікової групи.
4. **Установа - розробник:** кафедра нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.
5. **Джерела інформації:**
 1. Відмінності просторово-часової організації ходи з одночасним виконанням моторного завдання у жінок підліткового, юного і середнього віку. / І. В. Тищенко, В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, Г. С. Московко // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. – 2012. – С. 105.
 2. Просторово-часові параметри ходьби у чоловіків підліткового та юного віку / [В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко та ін.]. // Вісник Вінницького національного медичного університету. – 2015. – №1 (19). – С. 6–11.
 3. Вплив додаткового когнітивного навантаження на просторово-часові параметри ходьби у жінок різних вікових груп / [В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко та ін.]. // Нейрофізіологія. – 2016. – №2 (48). – С. 162–172.
6. **Установа, що проводить впровадження:** Вінницький національний медичний університет ім. М.І.Пирогова, МОЗ України, кафедра нормальної фізіології.
7. **Термін впровадження:** грудень 2016 – вересень 2017 р.
8. **Форма впровадження:** у педагогічний процес шляхом використання у лекційному матеріалі.
9. **Соціально-економічний ефект:** розширення знань про фізіологію управління локомоціями людини.
10. **Впровадження затверджено** на засіданні кафедри (протокол № 9 від 22.12.2016 р)

Відповідальний за впровадження:
завідувач кафедри нормальної фізіології Вінницького
національного медичного університету
ім. М.І. Пирогова
д. мед. н., професор

М. В. Йолтухівський

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

проректор з наукової роботи Вінницького
національного медичного університету
ім. М.І. Пирогова
д.мед.н, проф Власенко О. В.



" 29 " листопада 2016 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

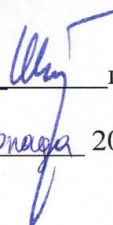
матеріалів дисертаційної роботи Тищенка І. В. «Вікові та статеві особливості патерну ходьби людини в умовах різних фізіологічних парадигм» у навчальний процес кафедри нормальної фізіології

1. **Автор:** Тищенко Ігор Віталійович, аспірант кафедри нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.
2. **Пропозиція до впровадження:** встановленню вікові та статеві особливості просторово-часових параметрів ходьби людини та визначенню напрямки та залежності їх змін в умовах виконання додаткових моторних та когнітивних завдань.
3. **Актуальність дослідження:** дані просторово-часової схеми звичайної ходьби дали можливість розширити існуючі уявлення про особливості організації ходьби в практично здорових людей. Вперше діапазон дослідження охопив декілька вікових та статевих груп, з подальшим міжгруповим порівнянням отриманих параметрів. Крім того, вперше встановлено напрямки змін просторово-часових параметрів ходьби в умовах виконання додаткових завдань у межах кожної гендерно-вікової групи.
4. **Установа - розробник:** кафедра нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.
5. **Джерела інформації:**
 1. Відмінності просторово-часової організації ходи з одночасним виконанням моторного завдання у жінок підліткового, юного і середнього віку. / І. В. Тищенко, В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, Г. С. Московко // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. – 2012. – С. 105.
 2. Просторово-часові параметри ходьби у чоловіків підліткового та юного віку / [В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко та ін.]. // Вісник Вінницького національного медичного університету. – 2015. – №1 (19). – С. 6–11.
 3. Вплив додаткового когнітивного навантаження на просторово-часові параметри ходьби у жінок різних вікових груп / [В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко та ін.]. // Нейрофізіологія. – 2016. – №2 (48). – С. 162–172.
6. **Установа, що проводить впровадження:** Вінницький національний медичний університет ім. М.І.Пирогова, МОЗ України, кафедра нервових хвороб.
7. **Термін впровадження:** грудень 2016 – вересень 2017 р.
8. **Форма впровадження:** у педагогічний процес шляхом використання у лекційному матеріалі.
9. **Соціально-економічний ефект:** розширення знань про фізіологію управління локомоціями людини.
10. **Впровадження затверджено** на засіданні кафедри (протокол № 5 від 29.11.2016 р).


Відповідальний за впровадження:
завідувач кафедри нервових хвороб Вінницького
національного медичного університету
ім. М.І. Пирогова
д. мед. н., професор

С. П. Московко

ЗАТВЕРДЖУЮ»
 проректор з науково-педагогічної роботи
 Одеського національного медичного
 університету

 проф. Ю. І. Бажора

" 11 листопада " 2016 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи Тищенко І. В. «Вікові та статеві особливості патерну ходьби людини в умовах різних фізіологічних парадигм» у навчальний процес кафедри фізіології

1. **Автор:** Тищенко Ігор Віталійович, аспірант кафедри нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.
2. **Пропозиція до впровадження:** встановлено вікові та статеві особливості просторово-часових параметрів ходьби людини та визначено напрямки та залежності їх змін в умовах виконання додаткових моторних та когнітивних завдань.
3. **Актуальність дослідження:** дані просторово-часової схеми звичайної ходьби дали можливість розширити існуючі уявлення про особливості організації ходьби в практично здорових людей. Вперше діапазон дослідження охопив декілька вікових та статевих груп, з подальшим міжгруповим порівнянням отриманих параметрів. Крім того, вперше встановлено напрямки змін просторово-часових параметрів ходьби в умовах виконання додаткових завдань у межах кожної гендерно-вікової групи.
4. **Установа - розробник:** кафедра нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.
5. **Джерела інформації:**
 1. Відмінності просторово-часової організації ходи з одночасним виконанням моторного завдання у жінок підліткового, юного і середнього віку. / І. В. Тищенко, В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, Г. С. Московко // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. – 2012. – С. 105.
 2. Просторово-часові параметри ходьби у чоловіків підліткового та юного віку / [В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко та ін.]. // Вісник Вінницького національного медичного університету. – 2015. – №1 (19). – С. 6–11.
 3. Вплив додаткового когнітивного навантаження на просторово-часові параметри ходьби у жінок різних вікових груп / [В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко та ін.]. // Нейрофізіологія. – 2016. – №2 (48). – С. 162–172.
6. **Установа, що проводить впровадження:** Одеський національний медичний університет, МОЗ України, кафедра фізіології.
7. **Термін впровадження:** листопад 2016 – вересень 2017 р.
8. **Форма впровадження:** у педагогічний процес шляхом використання у лекційному матеріалі.
9. **Соціально-економічний ефект:** розширення знань про фізіологію управління локомоціями людини.

Відповідальний за впровадження:
 завідувач кафедри фізіології Одеського
 національного медичного університету
 Заслужений діяч науки і техніки України
 професор



О.А. Шандра

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

проректор з наукової роботи ДВНЗ

«Тернопільський державний медичний
університет імені І.Я. Горбачевського»

МОЗ України



д. мед.н, проф. Кліщ І.М.

2016 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи Тищенко І. В. «Вікові та статеві особливості патерну ходьби людини в умовах різних фізіологічних парадигм» у навчальний процес кафедри нормальної фізіології

1. **Автор:** Тищенко Ігор Віталійович, аспірант кафедри нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.
2. **Пропозиція до впровадження:** встановлено вікові та статеві особливості просторово-часових параметрів ходьби людини та визначено напрямки та залежності їх змін в умовах виконання додаткових моторних та когнітивних завдань.
3. **Актуальність дослідження:** дані просторово-часової схеми звичайної ходьби дали можливість розширити існуючі уявлення про особливості організації ходьби в практично здорових людей. Вперше діапазон дослідження охопив декілька вікових та статевих груп, з подальшим міжгруповим порівнянням отриманих параметрів. Крім того, вперше встановлено напрямки змін просторово-часових параметрів ходьби в умовах виконання додаткових завдань у межах кожної гендерно-вікової групи.
4. **Установа * розробник:** кафедра нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.
5. **Джерела інформації:**
 1. Відмінності просторово-часової організації ходи з одночасним виконанням моторного завдання у жінок підліткового, юного і середнього віку. / І. В. Тищенко, В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, Г. С. Московко // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. - 2012. - С. 105.
 2. Просторово-часові параметри ходьби у чоловіків підліткового та юного віку / [В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко та ін.]. // Вісник Вінницького національного медичного університету. - 2015. - №1 (19). - С. 6-11.
 3. Вплив додаткового когнітивного навантаження на просторово-часові параметри ходьби у жінок різних вікових груп / [В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко та ін.]. // Нейрофізіологія. - 2016. - №2 (48). - С. 162-172.
6. **Установа, що проводить впровадження:** Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського, МОЗ України, кафедра нормальної фізіології.
7. **Термін впровадження:** листопад 2016 - вересень 2017 р.
8. **Форма впровадження:** у педагогічний процес шляхом використання у лекційному матеріалі.
9. **Соціально-економічний ефект:** розширення знань про фізіологію управління локомоціями людини.

Відповідальний за впровадження:
завідувач кафедри нормальної фізіології
ДВНЗ «Тернопільський державний медичний
університет ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України»
Заслужений діяч науки і техніки України
д.мед.н., професор

С.Н. Вадзюк

Додаток Д

Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації.

1. Просторово-часові параметри ходьби у чоловіків підліткового та юного віку / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко, О. В. Богомаз, Г. С. Московко // Вісник Вінницького національного медичного університету. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 6–11.
2. Просторово-часові параметри ходьби у жінок підліткового, юного та середнього віку / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко, О. В. Богомаз, Г. С. Московко // Вісник морфології. – 2015. – Т. 21, № 1. – С. 184–189.
3. Тищенко І. В. Організація просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням додаткового моторного завдання у чоловіків підліткового та юного віку / І. В. Тищенко // Вісник морфології. – 2015. – Т. 21, № 2. – С. 410–414.
4. Організація просторово-часових параметрів ходьби з одночасним виконанням додаткового когнітивного завдання у жінок підліткового, юного та середнього віку / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко, О. В. Богомаз, Г. С. Московко // Biomedical and biosocial anthropology. – 2015. – № 24. – С. 6–10.
5. Тищенко І. В. Сучасні уявлення про когнітивну складову формування патерну ходьби людини / І. В. Тищенко, І. М. Кириченко // Вісник морфології. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 202–205.
6. Вплив додаткового когнітивного навантаження на просторово-часові параметри ходьби у жінок різних вікових груп / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко, О. В. Богомаз, Г. С. Московко, С. О. Кривов'яз // Нейрофізіологія. – 2016. – Т. 48, № 2. – С. 162–166.
7. Відмінності просторово-часової організації ходи з одночасним виконанням моторного завдання у жінок підліткового, юного і середнього віку / І. В. Тищенко, В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, Г. С. Московко //

Матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, 17-18 квітня 2012 р. : зб. наук. статей. – Вінниця, 2012. – С. 105.

8. Аналіз просторово-часової організації ходи з одночасним виконанням когнітивного завдання у чоловіків підліткового та юнацького віку / І. В. Тищенко, О. В. Богомаз, Т. О. Величко, Л. П. Дем'яненко // Матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, 17-18 травня 2013 р. – Вінниця, 2013. – С. 109.

9. Стабільність і мінливість просторово-часових параметрів ходьби людини / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, Г. С. Московко, О. В. Богомаз, Т. О. Величко // Фізіологічний журнал. Додаток. – 2014. – Т. 60, № 3. – С. 156–157.

10. Порівняння просторово-часової організації ходьби з когнітивним навантаженням в осіб підліткового та юнацького віку / В. М. Мороз, М. В. Йолтухівський, І. В. Тищенко, О. В. Богомаз // VI Конгрес Українського товариства нейронаук : матеріали конгресу, 4-8 червня 2014 р. – Київ, 2014. – С. 92–93.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення дисертації були представлені:

- на III міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених (Вінниця, 2012 р.) – публікація та усна доповідь;
- на IV міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених (Вінниця, 2013 р.) – публікація;
- на VI конгресі Українського товариства нейронаук (Київ, 2014 р.) – публікація;
- XIV з'їзді Українського фізіологічного товариства (Львів, 2015 р.) – публікація та усна доповідь.

Додаток Е

Відомості про співавторів друкованих робіт.

Богомаз О. В. – к. б. н., доцент кафедри нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова МОЗ України. Кандидатська дисертація «Просторово-часова організація ходьби юнаків та дівчат при виконанні моторного й когнітивного завдань» (2012 р.)

Величко Т. О. – к. мед. н., старший викладач кафедри нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова МОЗ України. Кандидатська дисертація «Просторово-часові показники в оцінці ходьби людини» (2010 р.).

Дем'яненко Л. П. – асистент кафедри нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова МОЗ України.

Йолтухівський М. В. – д. мед. н., професор, завідувач кафедри нормальної фізіології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова МОЗ України. Кандидатська дисертація «Електрофізіологічний аналіз впливу гіпоталамусу на кору мозочка» (1984 р.). Докторська дисертація «Латеральний гіпоталамус і префронтальна кора в організації довільних рухів» (1999 р.).

Кириченко І. М. – к. мед. н., старший науковий співробітник науково-дослідного центру Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова МОЗ України. Кандидатська дисертація «Нормативні показники гемодинаміки у підлітків різної статі в залежності від особливостей будови тіла» (2005 р.).

Кривов'яз С. О. – к. мед. н., доцент кафедри очних хвороб Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова МОЗ України. Кандидатська дисертація «Органометричні параметри селезінки в здорових юнаків та дівчат різних соматотипів» (за даними сонографічних досліджень) (2011 р.).

Мороз В. М. – академік НАМН України, д. мед. н., професор, заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри нормальної фізіології

Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова МОЗ України. Кандидатська дисертація «Электрофизиологические исследования представительства путей слуховой рецепции в коре мозжечка» (1972 р.). Докторська дисертація «Интегративная функция мозжечка, базальных ганглиев и моторной коры в программировании и регуляции движений» (1984 р.).

Московко Г. С. – к. мед. н., асистент кафедри нервових хвороб Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова МОЗ України. Кандидатська дисертація «Вікові та нозологічні особливості неврологічних розладів ходи» (2008 р.).