

**Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка**

**Факультет фізичного виховання  
Кафедра фізичного виховання та реабілітації**

**Кваліфікаційна робота**

**СТАБІЛОПЛАТФОРМА, ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ  
ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПІСЛЯ ІШЕМІЧНОГО ІНСУЛЬТУ**

**Спеціальність 017 Фізична культура і спорт  
Освітня програма «Фізультурно-спортивна реабілітація»**

**Здобувача другого (магістерського)  
рівня вищої освіти  
Метельської Олесі Григорівни**

**НАУКОВІ КЕРІВНИКИ:  
кандидат медичних наук, доцент  
Грушко Валентин Валерійович;**

**доктор медичних наук  
професор кафедри медичної  
реабілітації  
закладу вищої освіти  
Тернопільського національного  
медичного університету  
імені І. Я. Горбачевського  
Міністерства охорони здоров'я  
України  
Мисула Ігор Романович**

**РЕЦЕЗЕНТ:**

## ЗМІСТ

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Перелік скорочень, умовних позначень, символів і термінів                                                               | 3  |
| Вступ                                                                                                                   | 4  |
| Розділ 1 Огляд літератури                                                                                               | 7  |
| 1.1 Фактори ризику ішемічного інсульту                                                                                  | 7  |
| 1.2 порушення життєдіяльності після інсульту                                                                            | 13 |
| 1.3 Застосування робототехніки у реабілітації                                                                           | 16 |
| Розділ 2 Методи та організація дослідження                                                                              | 25 |
| 2.1 Організація досліджень                                                                                              | 25 |
| 2.2 Методи дослідження                                                                                                  | 29 |
| 2.2.1 Теоретичний аналіз фахової літератури                                                                             | 29 |
| 2.2.2 Діагностичні шкали                                                                                                | 30 |
| 2.3.3 Методи статистичної обробки результатів                                                                           | 32 |
| Розділ 3 Результати дослідження та їх обговорення                                                                       | 33 |
| 3.1 Зміни показників баланс-тесту у людей після ішемічного інсульту, які тренувалися за допомогою стабілоплатформи ТУМО | 33 |
| 3.2 Результати використання стабілоплатформи ТУМО в реабілітації                                                        | 57 |
| 3.3 Оцінка застосування стабілоплатформи, як чинника підвищення ефективності реабілітації після ішемічного інсульту     | 60 |
| Висновки                                                                                                                | 63 |
| Практичні рекомендації                                                                                                  | 65 |
| Список використаних джерел                                                                                              | 66 |

## **ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ**

БСТ – група осіб, для яких застосовували лише стандартну реабілітацію

ГПМК – гостре порушення мозкового кровообігу

ЗСС – захворювань сучасного суспільства

ЗСТ – група осіб для яких, крім стандартної реабілітації, додатково використовували стабілоплатформу ТУМО

ІМІ – ішемічний мозковий інсульт

К – контрольна група обстежуваних осіб

СМА – середня мозкова артерія

ЦВЗ – цереброваскулярні захворювання

СОФ – ділянка статокінезіограми

СОР – середня швидкість переміщення центру тиску

РАТ – роботизована терапія верхніх кінцівок

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Інсульт є актуальною медико-соціальною проблемою, як одне з найчастіших неврологічних захворювань з високою поширеністю, інвалідизацією (до 50% тих, хто вижив, залишаються інвалідами) та смертністю [4, 9, 16]. Це захворювання є другою за частотою причиною смертності в Україні, оскільки щорічно реєструється близько 15500 летальних випадків [5, 11]. Понад 80% таких людей мають порушення рівноваги, що значно знижує здатність виконувати повсякденні завдання. Близько 40% тих, хто пережив інсульт, навіть через шість місяців, мають труднощі з основною повсякденною діяльністю, а 30% – навіть через чотири роки після інсульту скаржаться на обмеження рухів. Зазвичай ця дисфункція рівноваги пов'язана зі зниженням контролю над рухом кінцівок [36, 37]. Майже половина з опитаних людей після інсульту скаржаться на порушення функції верхньої кінцівки та кисті [90, 91].

Провідне місце у комплексі програм реабілітації для відновлення рухових функцій, відводиться тренуванню рухів з використанням нових інформаційних технологій [6]. Так, зокрема, роботизований комплекс Тумо – багатофункціональна реабілітаційна система оцінки і терапії балансу – дає змогу максимальному залученню і мотивації пацієнта, завдяки спеціальному програмному забезпеченню з системою зворотного зв'язку [17, 18, 20, 21]. Це порівняно новий метод, який використовують при реабілітації після ішемічного інсульту [21]. Проте, на сьогодні в Україні, на нашу думку, немає єдиної стратегії та однозначної відповіді щодо оцінки застосування стабілоплатформи, як чинника підвищення ефективності реабілітації після ішемічного інсульту.

У зв'язку з цим, виникла потреба у проведенні досліджень у даному напрямку.

**Мета дослідження:** дослідити ефективність застосування стабілоплатформи при реабілітації після ішемічного інсульту.

**Завдання дослідження:**

1. Дослідити ефективність застосування комп'ютерного реабілітаційного комплексу ТУМО при реабілітації людей після ішемічного інсульту та можливість її використання в комплексній реабілітації.

2. Оцінити вплив стабілоплатформи ТУМО на клініко-неврологічні та нейропсихологічні зміни показників після перенесеного інсульту.

3. Вивчити вплив стабілоплатформи ТУМО на зміни показників якості життя людей після ішемічного інсульту.

4. Впровадити доступну комплексну методику реабілітаційних заходів (із застосуванням комп'ютерного реабілітаційного комплексу ТУМО) для відновлення рухових функцій у людей після перенесеного інсульту.

**Об'єкт дослідження:** стабілоплатформа, як чинник підвищення ефективності реабілітації після ішемічного інсульту.

**Предмет дослідження:** показники якості життя, навантажувальні тести, функціональні показники.

**Методи дослідження:** аналіз і узагальнення спеціальної науково-методичної літератури з питань фізичної реабілітації після ішемічного інсульту; спостереження; загальноклінічні, діагностичні шкали; статистичні; стабілоплатформа.

**Наукова новизна отриманих результатів.** На основі комплексного аналізу та узагальнення досліджень, які включали клініко-неврологічне і нейропсихологічне обстеження та оцінку якості життя, оптимізовано реабілітаційні заходи для людей після ішемічного інсульту в ранньому відновному періоді. Доведено ефективність застосування стабілоплатформи ТУМО, що полягає у пришвидшенні відновлення рухової функції у людей після ішемічного інсульту. Доповнено відомості про вплив рухових порушень, що з'явилися внаслідок ішемічного інсульту, на якість життя таких людей. Встановлено вплив психоемоційного стану на ступінь відновлення рухової функції у людей після ішемічного інсульту, а саме: підвищена тривожність та депресія після ішемічного інсульту в відновному періоді пов'язана із більш повільним відновленням рухових порушень. Здійснено аналіз і комплексну

оцінку нейропсихологічних та клініко-неврологічних характеристик для оцінки ефективності комплексної реабілітації у відновному періоді.

**Практичне значення отриманих результатів.** Сформульовано рекомендації щодо застосування комплексної реабілітації для відновлення рухової функції у людей після перенесеного інсульту із використанням комп'ютерного реабілітаційного комплексу ТУМО, які варто включити до протоколів проведення реабілітації людям із зазначеним вище ураженням. Результати роботи впроваджено в практичну діяльність реабілітаційного відділення КНП «Тернопільська міська комунальна лікарня швидкої допомоги» та запропоновано впровадити і в інші закладах міста Тернополя та області.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення роботи оприлюднено на Всеукраїнських науково-практичних конференціях з міжнародною участю «Перспективи розвитку медичної та фізичної реабілітації на різних рівнях надання медичної допомоги» (Україна, Тернопіль, 2022; Україна, Тернопіль, 2024) та на XXIV і XXV Міжнародних медичних конгресах студентів та молодих учених (Україна, Тернопіль, 2020; Україна, Тернопіль, 2021). Також за матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано наукову статтю – Метельська О.М., Мисула І. Р. Застосування стабілоплатформи при реабілітації пацієнтів на ішемічний інсульт – у фаховому науково-практичному журналі *«Здобутки клінічної і експериментальної медицини»*. 2024. Тернопіль; 2024. №3. С. 63–67.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1 Фактори ризику ішемічного інсульту

За даними ВООЗ, щорічно реєструють понад 17 млн мозкових інсультів у розвинених країнах світу [5]. Саме інсульт є чи не основною причиною інвалідності осіб старших сорока років. Люди надовго втрачають працездатність внаслідок тривалого порушення біосоціальних функцій: лише 10–18 % із них повертаються до роботи, у інших (85–90 %) настає інвалідізація внаслідок рухових, мовних чи когнітивних порушень [9].

Оскільки використання комп'ютерної програми Scopus оптимізує релевантний пошук наукової літератури з певних проблем, то нами в наукометричній базі для оцінювання актуальності питань щодо реабілітації після інсульту із використанням стабілоплатформи, було сформульовано аналітичний запит:

**(TITLE-ABS-KEY(ischemic stroke) OR TITLE-ABS-KEY(stabilomerty) OR TITLE-ABS-KEY(stabilometric platorm) OR TITLE-ABS-KEY(TYMO Tyromotion) OR TITLE-ABS-KEY(Rehabilitation after stroke)) AND (TITLE-ABS-KEY(Artificial Intelligence) OR TITLE-ABS-KEY(forecasting methods) OR TITLE-ABS-KEY(forecasting models) OR TITLE-ABS-KEY(monitoring) OR TITLE-ABS-KEY(decisiontrees) OR TITLE-ABS-KEY(predictive factors) OR TITLE-ABS-KEY(predictive biomarkers) OR TITLE-ABS-KEY(regression analysis))**

І, за результатами пошуку в наукометричній базі Scopus, бачимо, що впродовж останніх десяти років кількість публікацій зростає. Це свідчить про високий науковий інтерес до досліджуваної проблеми, а саме до питань ішемічного інсульту, реабілітації після інсульту, стабілометрії, стабілоплатформи тощо.

На останні 3 роки припадає найбільша кількість літературних джерел з нашої тематики, яку. Так, зокрема, в 2023 році було опубліковано 3022 публікацій, в 2022 – 3029, в 2021 – 2711, що підтверджує зростання інтересу та актуальність дослідження даної проблеми у світі (рисунок 1).

Documents by year

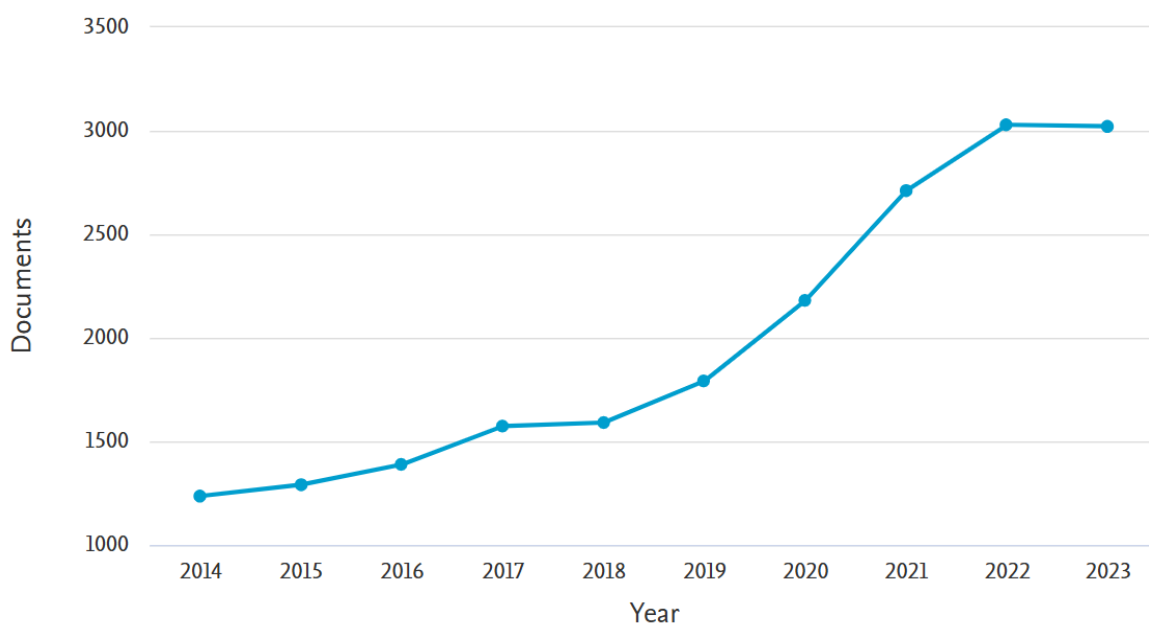


Рисунок 1. Результати пошукового запиту в наукометричній базі Scopus (загальна кількість праць за роками).

Серед наукових праць переважали дослідницькі статті в журналах (89.5%), оглядові статті (6,0%), тези конференцій (2,1%) (рисунок 2).

Documents by type

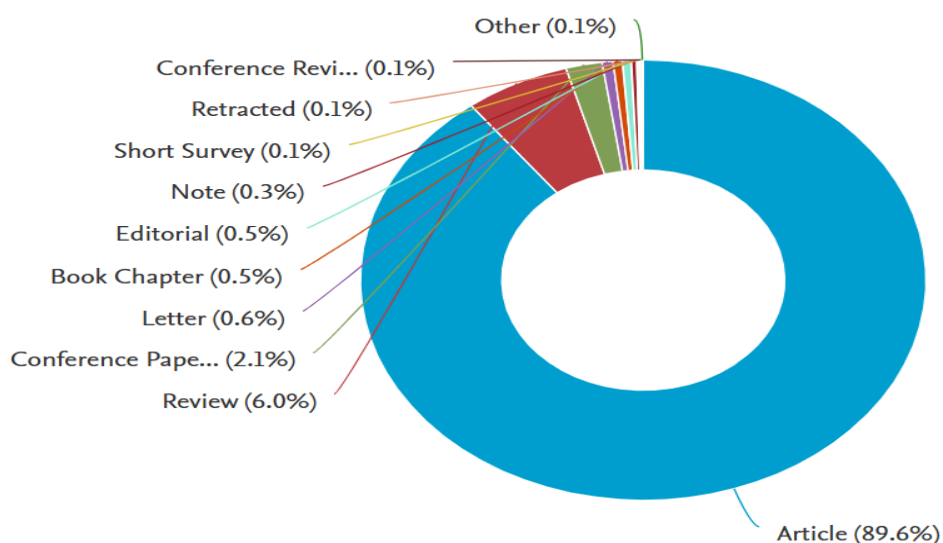




Рисунок 2. Результати пошукового запиту в наукометричній базі Scopus (види публікацій).

Переважно розвинуті країни світу зацікавлені у розвитку реабілітації після інсульту (рисунок 3). І, як бачимо, найбільша кількість публікацій у США – 5192. У Китаї – 4940, у Великій Британії – 1791, у Німеччині – 1461 та в Японії – 1074.

### Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

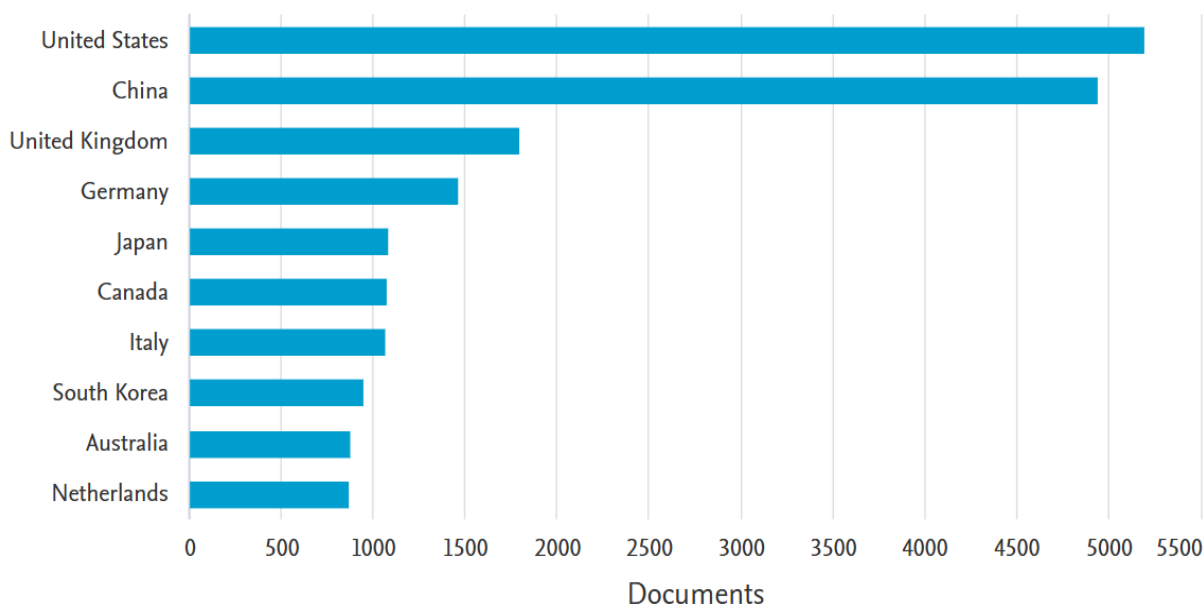
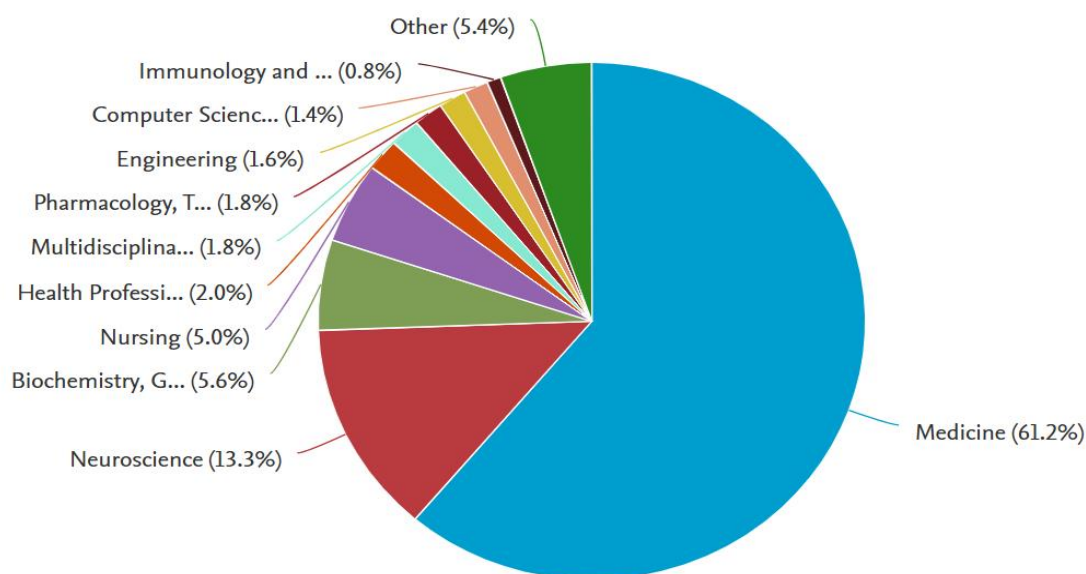


Рисунок 3. Результати пошукового запиту в наукометричній базі Scopus (країни).

Щодо предметних галузей, то найбільша питома частка наукових праць належить до медицини (61,2%). До нейронаук – (13,3%), до біологічної хімії, генетики і молекулярної біології – (5,6%) та, відповідно, до медсестринства – (5,0%) (рисунок 4).

## Documents by subject area



**Рисунок 4.** Результати пошукового запиту в наукометричній базі Scopus (предметні галузі).

Саме тому Всесвітня федерація інсульту, Європейська організація інсульту закликають до необхідності формування єдиної протиінсультної програми, яка би базувалася на системному підході. Так, у 2017 р. ВООЗ заснувала ініціативу «Реабілітація–2030: заклик до дій», мета якої привернути увагу до гострої потреби в реабілітаційних послугах у всьому світі, а саме до важливості зміцнення систем охорони здоров'я в наданні реабілітаційних послуг. Головне завдання програми – зниження смертності шляхом зниження захворюваності з розробкою алгоритмів профілактики та шляхом удосконалення медичної допомоги при гострому інсульті із застосуванням у тому числі високих технологій, розробкою для кожного потерпілого індивідуальної програми вторинної профілактики, організацією систем ранньої та етапної нейрореабілітації [3].

Розрізняють два види інсульту – ішемічний і геморагічний. Ішемічний інсульт зазвичай проявляється ознаками та симптомами, які відображають дисфункцію ділянки мозку, яка перфузована мозковою артерією. У таких випадках, людина здебільшого відчуває опущення однієї сторони обличчя та

слабкість або параліч верхньої чи нижньої кінцівки або ж і обох. Оскільки, у більшості людей в лівій півкулі головного мозку знаходяться мовні центри, а, тому, афазія переважно розвивається у тих, хто постраждав від інсульту лівої півкулі [39].

Під час гострої фази інсульту, вирішальну роль відіграє реабілітація, окрім медикаментозного та хірургічного втручання. А використання роботів не лише покращує позитивний прогноз для окремих осіб з інсультом, але й значно зменшує навантаження на медичних працівників. Так, у Китаї, для прикладу, роботизовані технології мають явні переваги перед традиційною фізіотерапією, ерготерапією і логопедією, та все більше набувають популярності в реабілітації після інсульту [62].

Поточна ж модель надання допомоги при інсульті в Сполучених Штатах, як і в багатьох країнах світу, фрагментована, що веде до відсутності безперервності лікування, неможливості суттєвого відстеження відновлення та відсутності доступу до частоти, інтенсивності і тривалості якісної реабілітації, яка необхідна для оптимального використання процесів відновлення. На жаль, сам процес одужання нівелюється зосередженістю на переміщенні пацієнтів між рівнями медичної допомоги [95].

Продовжує розглядатися, як перевага, мультидисциплінарний підхід з оптимальним медичним обслуговуванням, що включає в себе експертний досвід у сферах фізичної терапії, ерготерапії, логопедії [67]. Проте, незважаючи на такий комплексний підхід до лікування ішемічного інсульту, все ж однією з найбільш актуальних і дискусійних проблем сучасної медицини продовжує залишатися профілактика, адже загальний ризик повторних гострих порушень мозкового кровообігу складає від 10 до 14% [23]. Доведено, що ризик розвитку повторного інсульту особливо високий впродовж перших декількох тижнів і місяців, а далі частота повторних інсультів складає близько 5% щорічно, перевищуючи в 15 разів частоту інсульту [23, 24, 25]. Так, в Україні щорічно реєструють близько 100 тисяч повторних інсультів, а також проживає понад 1 мільйон таких людей, що перенесли інсульт; при цьому 30% складають хворі

працездатного віку, а до праці повертається, на жаль, лише кожен п'ятий хворий [12, 19]. Впровадження в практику результатів багатьох клінічних досліджень, дозволило кардинально переглянути тактику лікування і цим суттєво змінити перебіг ускладнень, що забезпечує зменшення захворюваності та збільшення тривалості життя [24, 26, 27, 28]. Тому, перспективним напрямком у вирішенні первинної та вторинної профілактики інсульту є удосконалення організаційних заходів щодо ведення хворих на інсульт з урахуванням факторів ризику [25, 29].

Все ж профілактика інсульту – як наголошує Н. Свиридова, – незважаючи на мультидисциплінарний підхід до лікування, залишається найбільш дискусійною та актуальною проблемою сучасності у світі, та в Україні зокрема, оскільки загальний ризик повторних порушень мозкового кровообігу становить 10–14% [19].

Статистика свідчить, що приблизно 50% людей, які перенесли інсульт, скаржаться на порушення функції верхньої кінцівки та кисті [90, 91]. На жаль, функціональне відновлення верхньої кінцівки потребує тривалої фізіотерапії і не завжди виправдовує очікування. Основою для збереження рівноваги є стабілізація тіла людини, що дає можливість здійснювати вибіркові, координовані рухи частинами тіла, адже, чи не основною метою реабілітації після інсульту є відновлення постуральної стабільності [97, 98, 100]. Стабілізаційне тренування є кращим, безпечним та ефективним, порівняно зі звичайним фізіотерапевтичним лікуванням для відновлення порушень тулуба, функціонального пересування і якості життя людей з інсультом легкого та середнього ступеня [78, 94]. На сьогодні чітко не описано впливу стабілізації тулуба і плеча на параметри рухів зап'ястя і кисті у людей після інсульту [88, 89].

У осіб, які перенесли інсульт зазвичай діагностують односторонню або двосторонню слабкість кінцівок, нечітку мову та інші симптоми, а у важких випадках фіксують і смерть. І все ж, клінічно доведено, що за допомогою реабілітаційних тренувань люди відновлюють рухові функції кінцівок.

Реабілітаційна оцінка є дуже важливою частиною реабілітації. У процесі реабілітолог насамперед оцінює поточний фізичний стан людини. За результатами цієї оцінки формулюється план реабілітації, щоб досягнути найкращого ефекту лікування та одужання [73, 74]. А поєднання передових теоретичних методів з комбінованими методами реабілітації та допоміжними реабілітаційними ресурсами може не лише оптимізувати реабілітаційний процес, але й надати важливу основу для відновлення втрачених ресурсів вцілому [74]. Однак, терапевтичні стратегії, які використовують внутрішню здатність до неврологічного відновлення на ранніх стадіях після інсульту, щоб покращити рух, є ще не до кінця сформованими [82].

## 1.2 Порушення життєдіяльності після інсульту

З'ясовано, що саме інсульт є найпоширенішою причиною інвалідності серед дорослих у всьому світі і це має негативний вплив не лише на таких людей, але і на їхні сім'ї та зумовлює витрати для суспільства. У практиці мозкові інсульти характеризуються особливою тяжкістю перебігу і великим відсотком несприятливого прогнозу [4, 5, 9]. Життя після інсульту не лише призводить до проблем зі здоров'ям, але і має багато віддалених наслідків, пов'язаних із рівновагою та рухливістю людини вцілому.

Частим ускладненням у осіб, які перенесли інсульт, є парез верхньої кінцівки – виражена слабкість м'язів. У результаті, такі люди стають непрацездатними, стикаються з проблемою самообслуговування [5] і, таким чином, рівень їх життя значно знижується. Внаслідок інсульту мозок не в змозі контролювати м'язову діяльність, вказуючи м'язам увімкнутися/вимкнутися (напружитися/розслабитися). Кінцівки ніби перестають слухатись, вони наче здерев'янілі, іноді скуті в стані згинання або розгинання, спастичні. Відновлення втрачених функцій є головним завданням відновлення після інсульту.

Основними факторами, які впливають на результат відновлення, є вік на момент інсульту (молодші суб'єкти прогресують швидше після інсульту) і методи, які при цьому застосовуються. Ці фактори описували вчені Клейм і Джонс (2008) та зазначали, що тренування має бути специфічним, повторюваним та інтенсивним і, що люди повинні використовувати свою залишкову працездатність з метою як покращити її, так і інтегрувати в повсякденну діяльність. Переваги спеціалізованої реабілітації людей на ішемічний інсульт з парезом верхньої кінцівки широко прийняті, навіть, незважаючи на те, що жоден конкретний підхід/лікування ще не було визнано ефективнішим за інший. Проте, робототерапія сприяє відновленню функції верхньої кінцівки, створюючи сприятливі умови, необхідні для стимуляції здатності до нейропластичності та зменшення моторних порушень [57]. Ефективно покращує рухливість кінцівок після інсульту при тренуванні з допомогою робота і особистісно орієнтована постановка цілей, включаючи здатність до ходи, рівновагу та повсякденну діяльність загалом [58].

Було з'ясовано, що, відновлення ходи після інсульту, незважаючи на зусилля при реабілітації, здебільшого відбувається спонтанно і це можна помітити протягом чотирьох-шести тижнів після інсульту. Також, завдяки відновленню напівтіньової тканини (ділянок мозку, що оточують інсульт) невдовзі після інсульту, можна спостерігати деякі покращення [92].

Як відомо, комплексна реабілітація насамперед включає фізіотерапію, ерготерапію та логопедію. Однак, незважаючи на застосування цих традиційних методів, багато таких людей все ще мають залишкову функціональну недієздатність, що погіршує їх здатність виконувати повсякденні дії. Це можна пояснити недостатньою ефективністю терапії, низькою мотивацією, а також відсутністю об'єктивного зворотного зв'язку. Використання сучасних технологій сприяє тренуванню з урахуванням конкретних завдань, активному залученню клієнтів, інтеграції конструктивного та зворотного зв'язку і точному вимірюванню функціонального покращення [79].

Найчастішим порушенням, як уже зазначалося, діагностованим при інсульті, є порушення рухової функції, і проявляється як втрата/обмеження функції м'язового контролю чи руху або ж і в цілому обмеження руху. Порушення функції верхньої кінцівки викликає у людей не лише труднощі під час виконання завдань, але і труднощі під час виконання повсякденних завдань, таких як пересування та координація рук, кистей і пальців (на паретичній стороні). У той час, порушення функцій нижніх кінцівок, негативно впливають на ходу, пересування та рухливість. Так, результати проведених досліджень та пілотних проектів свідчать про те, що одночасне тренування із застосуванням основних вправ покращує основні функції і верхніх і нижніх кінцівок. Вправи, націлені на основну мускулатуру, важливі для відновлення рухових функцій у людей і з хронічним інсультом. Це підтверджує, що функціональне відновлення після інсульту значно залежить від основних функцій [31].

Особи з інсультом також вирізняються порушенням рівноваги, а також мають асиметричну ходу, що створює високий ризик падінь [81]. Більшість спостережень та досліджень показали, що проблеми з ходьбою та рівновагою зберігаються в хронічній формі після початку хвороби – і це вказує на те, що дисфункція ходьби може мати значний негативний вплив на якість життя таких людей. Саме тому, відновлення та покращення функції ходьби є першочерговим завданням для отримання незалежності загалом та поліпшення якості життя осіб, які перенесли інсульт. В останні роки докладаються значні зусилля, щоб зробити реабілітаційний процес більш ефективним. Впровадження роботизованих технологій у реабілітацію, зокрема, для відновлення ходьби, викликало великий інтерес через інтенсивну практику повторюваних завдань, збагачену мультисенсорними стимулами. Крім того, роботизована реабілітація не лише дає змогу об'єктивно і кількісно оцінити прогресування захворювання, але і зменшити фізичне навантаження на реабілітолога [28].

Впродовж останніх кількох років відбувся швидкий розвиток у нейронаукових галузях. Важливо розуміти, що відновлення після інсульту є

процесом навчання, який підпорядковується тим самим законам, що й для неушкодженої нервової системи [51].

Аналіз показує, що інтенсивний, міждисциплінарний, людиноорієнтований підхід до реабілітації, може призвести до суттєвого покращення, максимально сприяючи одужанню [56]. А нові підходи до фізичної реабілітації, що базуються на основі індивідуальної реабілітаційної програми, адекватно поставлених цілей та завдань, ведуть до більш швидкого та ефективного відновлення порушених функцій, дають змогу людям швидше стати оптимально незалежними та підвищують якість їх життя [4].

### 1.3 Застосування робототехніки у реабілітації

Встановлено, що люди з інсультом, зокрема із порушенням роботи руки, припиняють до 57% значущої діяльності. Тому, відповідно, головною метою ефективної реабілітації таких клієнтів – для підвищення автономності – є відновлення функції руки. Дослідження показують, що щоденне тренування ураженої руки позитивно впливає на відновлення функцій кінцівок, а також на якість життя. Для того, щоб оцінити тяжкість порушення і, зокрема, порушення функції руки, необхідні надійні інструменти, які дозволять розумно планувати реабілітацію, а також оцінити успіх такої терапії [59].

Фізична реабілітація після інсульту повинна починатися, як тільки стан людини стане стабільним – а це зазвичай на наступний день після інсульту. І – головна мета – поставити реалістичні, індивідуальні і функціональні завдання та поступово до них рухатись. Можуть сприяти відновленню ходи ЛФК і нейром'язова електростимуляція, які застосовуються впродовж перших 14 днів після інсульту [9, 35]. Щоб зменшити скутість або спастичність м'язів, мінімізувати дискомфорт, збільшити діапазон рухів і покращити функцію застосовують лікувальну фізкультуру і реабілітаційні вправи на різних тренажерах, заняття з фізичним терапевтом. Усі ці заходи спрямовані на те, аби



розробити уражені кінцівки, нормалізувати м'язовий тонус та загалом навчити людину заново відчувати своє тіло і координувати його в просторі.

Проте, традиційні методи реабілітації мають обмежений вплив на відновлення моторної функції кінцівок. У зв'язку з цим, в останні роки широко досліджуюся та пропонуються новітні технології постінсультної реабілітації [70]. Потреба удосконалення та оптимізації відновного лікування виникає, зважаючи на щорічне зростання кількості осіб із наслідками перенесеного інсульту. За статистикою, інсульти все частіше виявляють у осіб працездатного віку, і відсутність своєчасного відновного лікування, призводить до порушення психоемоційного стану людини та розвитку стійких негативних анатомічних і функціональних змін. Тому, на сьогодні актуальним є пошук ефективних шляхів оптимізації реабілітаційного процесу людей із даною патологією [1, 2, 16].

Для покращення клінічних результатів реабілітаційного процесу має високий потенціал роботоопосередкована нейрореабілітація. Тому аналіз літератури має на меті зосередити увагу на головній тенденції цієї проблеми [128].

Поява робототехніки, як альтернативу традиційній фізіотерапії, останнім часом, дала позитивні результати. Реабілітаційні роботи – це механічні інтерактивні гаджети, що дозволяють рухати кінцівками як для сенсомоторного відновлення так і, можливо, для когнітивного. Більшість робототехніки дає можливість взаємодіяти і у віртуальному середовищі [110]. Оскільки, ці технології все ще розвиваються, тому технічна складність таких різноманітних систем не завжди максимально досконала [121].

Як зазначено в науковій літературі, існує багато підходів до реабілітації ходи, зокрема, покращує функції ходи, використання електромеханічних засобів як доповнення до традиційної терапії [69]. Адже, пріоритетом для тих, хто переніс інсульт є і відновлення самостійної ходьби [68, 75]. Так, реабілітація ходи за допомогою роботів, як альтернатива традиційного тренування ходи, вперше з'явилася два десятиліття тому. Роботизована

реабілітація ходи забезпечує чітко регульоване, повторюване, послідовне та чітке навчання в цікавій обстановці, мінімізує фізичне навантаження на реабілітолога. Окрім того, переваги такої реабілітації у тому, що вона надає об'єктивну та кількісну оцінку індивідуального розвитку. Тому, мета систематичного огляду, висвітленого у багатьох працях [61, 63, 64, 65, 83, 100, 101, 102, 104, 105, 107, 109, 111, 112, 116, 117, 118, 120, 121, 123, 125, 126, 127], полягала в тому, щоб узагальнити позитивний вплив на покращення рівноваги після тренування за допомогою робота (RAGT) у людей з інсультом. Таке тренування не тільки ефективно для покращення ходи, динамічної рівноваги та аеробної здатності [32], але і для відновлення рухових навичок, необхідних для виконання щоденних завдань [49]. Проте, залишається не з'ясованим питання, чи таке навчання перевершує звичайну фізіотерапію [24, 42, 71, 86, 87], оскільки, вплив RAGT на моделі рухів ходи теж ще до кінця всебічно не досліджений [30, 33, 34, 54, 84, 85, 92, 114, 119, 120, 122].

Мали місце і розробки роботизованих інструментів для реабілітації верхніх кінцівок, які допомагають ефективно виконувати протоколи вправ і сприяють відновленню рухливості кінцівок. Складність анатомічної будови зап'ястя та пальців, що дає змогу виконувати різноманітні, але водночас точні та контрольовані рухи затримала розробку спеціальних реабілітаційних роботів до 2003 року, до того часу, коли був представлений перший інструмент, заснований на безперервному пасивному русі (CPM), а потім кілька інших з різними рівнями функціональності та складності [110]. Наукові спостереження проводилося і через сім років після перенесеного інсульту та мало на меті дослідити тривалі порушення класичної спастичності і контрактури та визначити предиктори підвищення м'язового тону [93].

Відновлення функцій верхньої кінцівки, зокрема, проводиться також і за допомогою пристрою Armeo® Spring, який, окрім діагностичних ігор, містить багато ігор для щоденного тренування верхніх кінцівок. Шварц та інші вчені [90] представили у своїй роботі якісний аналіз дослідження рухів верхніх кінцівок у хронічному періоді захворювання після інсульту у пацієнтів з легким

або помірним порушенням. А також підтвердили, що кінематичні показники взаємної координації при плече-ліктьово-тулубному синдромі значною мірою залежать від рухового завдання та перевірили ефективність і терапевтичну користь віртуального навчання веслування на каное для осіб з інсультом. При цьому, терапевтичну ефективність оцінювали за показниками стійкості тулуба, рівноваги та відновленням рухової функції верхньої кінцівки. Фізіотерапія людей після інсульту з урахуванням вправ, що покращують стабільність тулуба, має статистично значущий вплив на функціональне відновлення ураженої верхньої кінцівки, а також на підвищення хапальної здатності руки. Результати показали, що цей тип навчання є прийнятним і ефективним терапевтичним методом, який покращує всі вищезазначені параметри [88–91]. При цьому, найрозвинутішою країною в аналізованій галузі, як ми вже зазначали, та за весь оцінюваний період (1975–2022) є Сполучені Штати, а найбільш актуальним (цитованим) журналом – *Neurorehabilitation and Neural Repair* [115].

Незважаючи на те, що роботизована терапія все частіше використовується в протоколах досліджень для реабілітації після інсульту, все ж ще існує значний розрив між доказами досліджень і їх використанням у практиці [50]. Так, з часів перших клінічних досліджень з роботом MIT-Manus, роботизовані додатки використовуються для відновлення втраченої рухової функції, головним чином для тих, хто пережив інсульт і страждає від парезу верхніх кінцівок, а також при церебральному паралічі, розсіяному склерозі тощо. Таким чином, численні дослідження довели, що навчання, за допомогою роботів, інтегроване в мультидисциплінарну програму, призводить до зменшення рухових порушень, порівняно зі традиційною реабілітацією на різних стадіях відновлення після інсульту, а саме: гострій, підгострій, а також при хронічній фазі [48]. Щоб забезпечити ефективність нейрореабілітації, роботизовані системи були розроблені з ключовими елементами, які необхідних для стимулювання пластичності мозку та моторного відновлення: повторюваного, інтенсивного та адаптивного навчання зі зворотним зв'язком

[38]. Спочатку робототехнічні системи були призначені для доповнення традиційної постінсультної реабілітації ходи, проте, останніми роками, застосовуються (одночасно підвищуючи точність і повторюваність терапії) і як інструмент для зменшення навантаження на фізіотерапевтів. Більшість сучасних методів роботизованої реабілітації забезпечують багато позитивних і багатообіцяючих результатів. Є вже на практиці показані докази (пілотні дослідження) покращення ходьби та відновлення рухів за допомогою роботизованих пристроїв, порівняно з традиційною практикою [60]. Роботизована терапія здатна генерувати високоінтенсивні тренування,— а її ефективність досліджують в галузі нейрореабілітації [53].

Доведено, що, порівняно з традиційною терапією, роботизована терапія верхніх кінцівок, може призвести до більшого зменшення моторних порушень людей з інсультом [52]. Така терапія, також, сприяє відновленню функції верхньої кінцівки, надаючи елементи, необхідні для стимуляції нейропластичності та зменшення моторних порушень [38].

Однак, лише невелика кількість досліджень була спрямована на вивчення впливу роботизованої терапії в перші кілька тижнів після інсульту [66]. Проте доведено, що роботизована реабілітаційна терапія може забезпечити високодозоване та високоінтенсивне тренування, що робить її корисною для клієнтів з руховими розладами, спричиненими інсультом [40]. Такі роботизовані пристрої діляться на два основних класи: роботи, розроблені для тренування втраченої рухової функції після інсульту (терапевтичні пристрої) та роботи, призначені для компенсації втрачених навичок (тобто, допоміжні пристрої) [72]. Рухові порушення після інсульту часто призводять до інвалідності і є стійкими [3]; при чому, жінки мають меншу ймовірність одужання та мають гірші функціональні результати [72]. Тому, щоб відновити рухові функції після інсульту, реабілітаційні роботи все частіше інтегруються в клініки.

В останнє десятиліття роботизовані пристрої застосовують в реабілітації для подолання порушення ходьби і при неврологічних захворюваннях з

багатообіцяючими результатами, адже активна участь суб'єкта в терапії ходи за допомогою роботів є життєво важливою [34, 54, 84, 85, 92, 114, 119, 120, 122]. Так, люди після інсульту, які отримували фізіотерапію в поєднанні з роботизованими пристроями, такими як Lokomat (Lokomat – це роботизована система тренування ходи, що складається з бігової доріжки, системи підтримки ваги тіла та чотирьох роботизованих приводів, прикріплених і налаштованих на ногах учасника) [41] чи Gait Trainer, досягли кращих результатів, порівняно з особами, які проходили тільки звичайне тренування. Хоча, щодо параметрів Lokomat, то наразі все ще недостатньо доказів для надання детальних рекомендацій, які би свідчать про те, що вони можуть впливати на ефективність [34, 54, 84, 85, 92, 114, 119, 120, 121, 122].

Доведено, що інтенсивне робототехнічне тренування верхньої кінцівки після інсульту може зменшити рухові порушення навіть на хронічній стадії. Навчання за допомогою роботів дозволяє успішно практикуватися без збільшення залежності людини від терапевта та може покращити показники рухової здатності [96]. Робототехнічне навчання є таким же ефективним, як і звичайне навчання, для рухів верхніх кінцівок, рухливості нижніх кінцівок при ходьбі та повсякденних діях у людей, які перенесли інсульт, із серйозними порушеннями [76].

Тому сучасна реабілітація хворих на ішемічний інсульт насамперед широко використовує роботизовані технології. Так, скажімо, стабілометрія дозволяє оцінити зміни статико-динамічних функцій, характеристику рухових розладів, рівень компенсації порушень, вираженість впливу на сенсорний конфлікт тощо. А облік та можливість оцифрування усіх параметрів є особливою перевагою даного методу, що дає змогу не лише оцінити зміни балансу та напрямки терапевтичного впливу, але і чітко задокументувати динаміку [20, 21].

Стабілометрія — це техніка, яка спрямована на вивчення коливання тіла людини за допомогою силової платформи [14, 20, 21, 45]. Надзвичайний інтерес стабілометрії до спостереження за пацієнтами робить результати дослідження

цінними для клініцистів [55], проте отримані результати є складними та їх важко інтерпретувати. З цією метою суб'єктивному оцінюванню не вистачає стандартизації [43, 44].

Оскільки методи вимірювання та пристрої залежать від країни, у якій вони застосовуються, то міжнародна стандартизація стабілометрії є обов'язковою для підтвердження обміну важливими результатами. Така протоколізація була запропонована на нараді постурографії у 1983 році в Кіото, проте не прийнята в усьому світі, через те кожна країна продовжувала використовувати свої унікальні регіональні методи вимірювання. Для прикладу, в Японії стабілометрія має дуже широке застосування в медичній практиці [20, 124]. Комітет зі стандартизації ISPGR погодив декілька заяв щодо питання стандартизації стабілізації, які все ще обговорюються. Проте, стабілометрії все ще бракує критеріїв стандартизації, необхідних для надійної діагностики в клінічній практиці [99].

В Україні, загалом, в останні роки досить успішно використовується, стабілометрія, як метод дослідження механізмів постурального контролю, диференційної діагностики при вирішенні медико-біологічних завдань і контролю за реабілітаційно-тренувальними процесами [7, 14]. Так, зокрема, для оцінки чутливих параметрів, які відображають стан регуляторних систем задіяних у підтримці вертикальної пози (таких як амплітуда, частота, напрямки коливань), успішно використовували Лях Ю.Є. та інші у Реабілітаційній клініці Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки [13–15].

Метод стабілометрії дає можливість провести ефективну реабілітацію і особам із нестабільністю шийного відділу хребта та значно покращити у них постуральний баланс. За допомогою цього методу також можна вчасно виявити дисфункцію опорно-рухового апарату та відновити рухові функції [21].

Дослідження доводять, що вже після 10 сеансів тренувань на стабілоплатформі, практично усі показники покращуються. Окрім цього, відмічається покращення пам'яті та уваги, що також досить позитивно впливає на процес реабілітації.

Так, на базі Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, за сприяння проєкту RENAB програми Еразмус+, застосовується один із методів стабілоплатформи з біологічним зворотним зв'язком ТУМО (виробництва компанії Tyromotion). ТУМО – багатофункціональна система терапії та діагностування – сучасний прилад для фізичної реабілітації з відновлення балансу тіла, координації рухів і утримання рівноваги та для оцінювання стану людини загалом. Завдяки спеціальному програмному забезпеченню з системою зворотного зв'язку, стабілоплатформа не лише дає змогу достовірно оцінити роботу рук, ніг та тулуба людини, але і передає результати показників у базу даних. ТУМО застосовують у тренуваннях для неврологічних, педіатричних та ортопедичних осіб з порушенням асиметрії, балансу та проблемою розподілу ваги.

Слід висвітлити ключові позитивні аспекти стабілоплатформи ТУМО (Tyromotion):

- можна застосовувати не тільки в стаціонарі, а й у домашніх умовах;
- наявне багатофункціональне обладнання, що забезпечує заміну низки пристроїв реабілітаційної спрямованості;
- є змога, завдяки додатковим насадкам, виконувати на платформі статичні та динамічні вправи;
- має різноманітний вибір програм для тренувань, що коригуються та адаптовуються індивідуально;
- дає змогу виконувати реабілітаційні завдання у різних функціональних положеннях: стоячи, сидячи або спираючись на горизонтальну опору;
- тренування проводиться в ігровій формі з аудіо- та візуальним супроводом, що без затрати вольових зусиль максимально утримує увагу і забезпечує мотивацію;
- ідеально підходить для оцінювання симетрії, координації та балансу;
- система створює картку для кожного, де в єдиній базі даних зберігаються всіх його результати та показники [18].

Оскільки інсульт є однією з найнебезпечніших для життя нейропатологій, яка є причиною мільйонів смертей і тривалої втрати працездатності в усьому світі [103], то проблема реабілітації після інсульту, як ми вже зазначали, є однією з найбільш актуальних проблем сьогодення [8]. А оптимальна кількість роботизованої допомоги є ключем до максимального покращення стану після постінсультного паралічу. Крім того, фази тяжкості паралічу є важливим фактором при визначенні обсягу допомоги в терапії за допомогою роботів [108]. Загалом дослідження показали, що роботизована терапія, як доповнення до звичайної терапії, відновлює моторні порушення верхніх кінцівок значно швидше, ніж традиційна терапія [57].

В умовах сьогодення, дослідження реабілітаційної робототехніки стрімко розвиваються, тому впродовж останніх двох десятиліть кількість реабілітаційних роботів різко зросла. А пілотні проекти, звичайно ж, відкривають перспективи для реалізації нових завдань. Аналіз роботизованої методики реабілітації дуже складний через неоднорідність пристроїв і характеристик учасників, а також різноманітність дизайнів дослідження в науковій літературі. Тому важливо враховувати думку експертів, а також дані досліджень, щоб зробити об'єктивні висновки.

У цьому огляді ми проаналізували вплив різних типів роботизованих пристроїв на відновлення рухових функцій після інсульту. Таким чином, роботоасистована терапія в реабілітації, наразі, є позитивним доповненням, а не заміною традиційної реабілітаційної терапії. Однак, аналіз літератури не дав однозначної відповіді на питання щодо ефективності використання робототехніки при реабілітації після перенесеного інсульту.



## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1 Організація досліджень

Як вже відомо, перспективною у реабілітації після інсульту, особливо на ранній стадії, є роботизована терапія верхніх кінцівок (RAT). Зазвичай коли застосовується RAT, як доповнення до традиційної реабілітації, то очікується, що вона буде принаймні такою ж ефективною або, можливо, ще ефективнішою, ніж звичайна терапія [46]. З'ясовано також, що система біологічного зворотного зв'язку, ймовірно, посилює механізми нейропластичності постуральних навичок і балансу у людей з інсультом [77].

Наше комплексне реабілітаційне обстеження проводилося з врахуванням встановлених лікарем діагнозу, застережень та протипоказів.

Робота, а також клінічні обстеження та реабілітація виконані на базі лабораторії фізичної терапії кафедри медичної реабілітації Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України. Обстеження проведено у двох групах людей (віком 30–45 років) після ішемічного інсульту, яких рандомізовано розподілили до групи (n=9), в якій проводили традиційну реабілітацію та до іншої групи (n=9), у якій, окрім стандартної реабілітації, додатково застосовували роботизовану стабілоплатформу ТУМО (виробництва компанії Tyromotion), що застосовує Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, за сприяння проєкту REHAB програми Еразмус+. Оцінювали рівновагу (у функціональному положенні – в стоянні на обох ногах) за допомогою силової пластини.

Ми вирішили, що для об'єктивної оцінки відхилень результатів показників у осіб після перенесеного інсульту, доцільно насамперед встановити параметри норм для популяції людей віком 30-45 років. З цією метою, обстеження було проведено і у групі практично здорових осіб, яку

вважатимемо контрольною (n=9). Усі дослідження були проведені в стандартних умовах (при температурі 19–22 °C), у першій половині дня.

Контрольна група вважалася першою. Розподіл обстежених за групами подано у таблиці 1.

Таблиця 1 – Розподіл обстежених

| № групи | Група                                                                                                                                         | Кількість |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| I       | контрольна група (практично здорових осіб)                                                                                                    | 9         |
| II      | особи після перенесеного ішемічного інсульту, які проходили стандартну реабілітацію                                                           | 9         |
| III     | особи після перенесеного ішемічного інсульту, яким окрім стандартної реабілітації, додатково застосовували роботизовану стабілоплатформу ТУМО | 9         |

Враховувалися критерії включення та виключення.

Критерії включення у дослідження:

- вік людей: від 30 до 45 років;
- особи, які підписали інформовану згоду;
- особи, яким діагностовано ішемічний інсульт.

Критеріями виключення із дослідження були: нещодавно отримані травми; складні супутні захворювання; поява гострого болю; лихоманка. Відмова від участі в дослідженні на будь-якому з етапів, теж могла б служити причиною припинення дослідження. Обстеження проводились: у перший день реабілітації, через 10 днів після проведеної реабілітації та через 1 місяць.

Дослідження здійснювалося на роботизованій стабілоплатформі ТУМО у чотирьох функціональних положеннях, стоячи на двох ногах:

- M1 – стоячи на твердій поверхні з відкритими очима,
- M2 – стоячи на твердій поверхні з закритими очима,
- M3 – стоячи на м'якій поверхні з відкритими очима,

- М4 – стоячи на м'якій поверхні з закритими очима.

При обстеженні виключався вплив сторонніх звуків, світла та когнітивних подразників, при цьому людина перебувала без додаткових точок фіксації.

Враховували наступні показники:

- пройдена відстань – відстань переміщення тіла для утримання балансу (в сантиметрах);
- середньо-бокове відхилення – переміщення у фронтальній площині (в сантиметрах);
- передньо-заднє відхилення – переміщення в сагітальній площині (в сантиметрах);
- ділянка статокінезіограми (ділянка COF) – площа, в якій переміщується центр тиску при утриманні балансу (в сантиметрах квадратних);
- середня швидкість переміщення – середнє значення швидкості руху тіла (в сантиметрах за 1 секунду);
- розподіл навантаження;
- система зворотної реакції – візуальний, вестибулярний, соматосенсорний компоненти (у відсотках).

Середні дані цих показників за результатами баланс-тесту у контрольній групі подано у таблицях 2 і 3.

Таблиця 2 – Середні показники пройденої відстані, відхилень, площі статокінезіограми, середньої швидкості переміщення та показники розподілу навантаження за результатами баланс-тесту у контрольній групі

| Показники                  | Функціональні положення |       |       |       |
|----------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
|                            | М1                      | М2    | М3    | М4    |
| Пройдена відстань          | 22,40                   | 30,50 | 39,70 | 95,20 |
| Середньо-бокове відхилення | 1,50                    | 1,36  | 2,11  | 3,29  |

|                                     |      |      |      |      |
|-------------------------------------|------|------|------|------|
| Передньо-<br>заднє<br>відхилення    | 1,61 | 2,68 | 3,21 | 4,43 |
| Ділянка COF                         | 0,19 | 0,24 | 0,45 | 1,49 |
| Середня<br>швидкість<br>переміщення | 5,30 | 4,30 | 4,30 | 4,30 |
| Розподіл<br>навантаження            | 1,40 | 1,72 | 2,05 | 2,34 |

Таблиця 3 – Середні показники візуального, вестибулярного та соматосенсорного компонентів системи зворотної реакції за результатами баланс-тесту у контрольній групі

|                  | Компоненти |               |                 |
|------------------|------------|---------------|-----------------|
|                  | Візуальний | Вестибулярний | Соматосенсорний |
| Середнє значення | 33,04      | 33,79         | 33,14           |

Таким способом, проаналізувавши результати проведеного дослідження, застосовуючи стабілоплатформу ТУМО, було встановлено норми показників баланс-тесту.

Однією з переваг застосування стабілометричної платформи є можливість проведення терапії у різних положеннях (стоячи, сидячи або спираючись на опору), що уможливорює перше застосування цього методу реабілітації навіть в гострому періоді протікання ішемічного інсульту [8, 21]. Сеанси реабілітації тривали впродовж 10 днів по 30 хвилин. Оскільки, тренування проводились у формі гри з використанням звукових та візуальних засобів, то це дозволило максимально задіяти увагу та мотивацію людей до терапії без затрати вольових зусиль. Для відновлення різних груп м'язів ігри включалися послідовно та

поступово зростала інтенсивність навантаження. Рівень гри збільшували через день (на 1).

Отже,

- реабілітація проводилася з людьми, які перенесли ішемічний інсульт;
- дослідження рандомізоване;
- наявна контрольна група (практично здорових людей віком 30–45 років).

## 2.2 Методи дослідження

### 2.2.1 Теоретичний аналіз фахової літератури

Для досягнення мети та розв'язання завдань під час виконання роботи, нами використовувалися такі методи:

- теоретичний аналіз та підсумовування даних наукової фахової літератури;
- метод спостереження;
- метод дослідження – стабілоплатформа;
- метод статистичної обробки результатів обстеження.

Ознайомившись з сучасними поглядами зарубіжних і вітчизняних вчених на проблему та взявши до уваги результати досліджень, пілотних проектів ми зрозуміли актуальність і глибину проблеми застосування стабілоплатформи як чинника підвищення ефективності реабілітації після ішемічного інсульту. Вивчення наукової фахової літератури дало можливість також скласти уявлення про актуальність, стан та перспективи розвитку досліджуваного питання. Тому, варто зазначити, що, на превеликий жаль, у вітчизняній науці ще недостатньо вивчене питання щодо **доцільності** застосування стабілоплатформи для реабілітації людей після ішемічного інсульту. Робототерапія показала свою **ефективність** у відновленні моторики, проте її ефективність у відновленні когнітивних здібностей ще до кінця не досліджена.

Для вдосконалення застосування методики відновлювальних занять та корекції рухових навантажень, ми використовували і метод спостереження. Спостерігаючи за людьми під час тренувань, можна з'ясувати стан та індивідуальні реакції організму на виконання того чи іншого завдання, характер та перебіг відновлювальних процесів тощо. Спостереження проводились нами на різних етапах: в спокої; перед, під час та після проведення реабілітації, залежно від поставлених мети та завдань.

### 2.2.2 Діагностичні шкали

Для визначення ефективності реабілітації на підставі змін функціональних рухових можливостей, загального неврологічного статусу, показників побутової адаптації тощо використовують різні шкали. Для організації досліджень, відповідно до Міжнародної класифікації функціонування, здебільшого застосовують: модифіковану шкалу функціональної незалежності та якості життя Ренкіна (Renkin), індекс щоденної діяльності та активності Бартела (Barhel Index), шкали спастичності Ашворд (Ashworth scale) моторного контролю вертикалізації (Motor control test), Фугля-Маєра (FMA) – рука, кисть, рівноваги Берга (BBS), індекс мобільності Рівермід (Rivermead mobility index), шкалу рівноваги та ризику падіння Тінетті (Tinetti), шкалу індивідуального сприйняття навантаження Борга [10] тощо.

Так, за модифікованою шкалою Ренкіна оцінюють як ступінь порушення функцій, так і розлади життєдіяльності. Вона належить до найкоротших і найпростіших тестів. Це функціональна шкала, що включає вимірювання інвалідизації (або залежність в повсякденному житті), активності та функціональної незалежності; а також дає можливість об'єктивно спостерігати динаміку симптомів і функціональних порушень, оцінювати ефективність реабілітаційних заходів, бачити необхідність у використанні допоміжних засобів тощо. За шкалою Ренкіна розрізняють п'ять ступенів інвалідизації:

- нульовий ступінь – ніяких ознак інвалідизації не виявлено;

– перший ступінь – відсутність ознак інвалідизації, хворий в змозі виконати без сторонньої допомоги всі дії по догляду за собою; однак, це не виключає наявності у хворого м'язової слабкості, розладів чутливості, порушень мови або інших неврологічних функцій. Ці порушення виражені в незначній мірі і не ведуть до обмеження активності;

– другий ступінь інвалідизації – наявність легких ознак інвалідності, проте хворий не завжди в змозі доглядати за собою без сторонньої допомоги. Наприклад: не може повернутися до колишньої роботи, однак здатний обслуговувати себе без стороннього догляду;

– третій ступінь передбачає помірно виражені ознаки інвалідності, хворий потребує деякої сторонньої допомоги при одяганні та гігієнічному догляді; не в змозі чітко читати або вільно спілкуватися з оточуючими; може користуватися ортопедичними пристосуваннями чи тростиною;

– четвертий ступінь – наявність виражених ознак інвалідності; хворий не в змозі ходити і доглядати за собою без сторонньої допомоги, він потребує цілодобового догляду та щоденної сторонньої допомоги, при цьому він в змозі самотійно або за мінімальної допомоги виконувати якусь частину заходів по догляду за собою;

– п'ятий ступінь – сильно виражені ознаки інвалідності; хворий прикутий до ліжка, неохайний і потребує постійного догляду та спостереження [10].

У свою чергу, індекс Бартела застосовується для оцінки незалежності осіб у повсякденному житті. Ця шкала спрямована на оцінку психічного стану та показує наскільки людина після інсульту здатна до самообслуговування [10]. Індекс Бартела, заснований на оцінці 10 функцій, які змінюються в залежності від можливості виконання (від повністю виконуваних до повністю залежних від сторонньої допомоги). Сумарна оцінка коливається від 0 до 20 балів. Шкала є ефективною для побудови реабілітаційної програми та визначення цілей реабілітації; нею зручно користуватися як для визначення початкового рівня активності людини, так і для проведення моніторингу результату догляду.

У практиці також широко впроваджена модифікована шкала Ашфорт для оцінювання тону м'язів, що має шестиступеневу градацію експертної оцінки порушень рухових функцій, де найгірші показники набирають значення 0 балів (параліч), а найкращі – 5 балів (відсутність порушень). Парез поділяється на грубий (різко виражений) – 1 бал, значний (значно виражений) – 2 бали, помірний (помірно виражений) – 3 бали, легкий – 4 бали. Ця шкала орієнтована на оцінювання тону м'яза у напрямку гіпертону (спастики), тобто у випадку його підвищення [10].

### 2.3.3 Методи статистичної обробки результатів

Статистичну обробку результатів вимірювання та порівняльного аналізу нами було проведено в програмі Statistica 12 i, відповідно до цього, у роботі наведені деякі рисунки коробкових діаграм в певному функціональному положенні по кожному показнику, який досліджували.

Усі дані про результати були нами згруповані за показниками в порівняльні таблиці; дані в таблицях відображають відповідно середнє значення кожного показника.



### РОЗДІЛ 3

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

### 3.1 Зміни показників баланс-тесту у людей після ішемічного інсульту, які тренувалися за допомогою роботизованої стабілоплатформи ТУМО

У нашому дослідженні аналізувалася та оцінювалася ефективність застосування стабілоплатформи у порівнянні з традиційними методами при реабілітації людей після ішемічного інсульту.

Результати порівняльного аналізу усіх показників (пройденої відстані, відхилень, площі статокінезіограми, середньої швидкості переміщення і розподілу навантаження та показників оцінки зворотної реакції) в усіх функціональних положеннях (M1–M4) проведені в програмі Statistica 12.0.

Отримавши результати, ми порівнювали:

- середні показники через 10 днів після проведеної реабілітації та через 1 місяць у контрольній групі людей та у тій групі людей, де, окрім традиційних методів реабілітації, додатково застосовували стабілоплатформу ТУМО;
- у групі людей, де додатково застосовували стабілоплатформу ТУМО, середні показники до реабілітації, через 10 днів після проведеної реабілітації та через 1 місяць;
- середні показники у групі, де застосовували лише традиційні методи реабілітації та у тій групі людей, де, окрім традиційних методів, додатково використовували стабілоплатформу ТУМО, через 10 днів після проведеної реабілітації та через 1 місяць.

Оскільки люди у групі були вибрані рандомно, то загалом середні результати їх показників до реабілітації статистично достовірно не відрізнялися між собою (з рівнем значущості  $p > 0,05$ ).

Аналізуючи середні показники людей у групі, для реабілітації яких використовували стабілоплатформу, через 10 днів та 1 місяць, і порівнюючи їх із середніми показниками у цій же групі людей до реабілітації, – можемо дійти

висновку про статистично достовірне їх покращення (з рівнем значущості  $p < 0,05$ ).

Зведені порівняльні дані результатів наших досліджень, здебільшого вказують на погіршення показників баланс-тесту у людей, реабілітація яких відбувалася лише з використанням традиційних методів. І, варто підкреслити, що у групі, де додатково застосовувалася роботизована стабілоплатформа ТУМО, загалом показники у більшості функціональних положеннях, через 10 днів реабілітації статистично достовірно покращилися, а через 1 місяць уже статистично достовірно досягли середніх значень показників практично здорових людей з контрольної групи.

*Пройдена відстань.* При порівняльному аналізі результатів показників пройденої відстані (відповідно до таблиці 4.1 за результатами баланс-тесту у дослідних групах людей), спостерігаємо, що у тій групі осіб, де реабілітація проводилася із додатковим використанням стабілоплатформи, в усіх функціональних положеннях (М1–М4) напочатку ці величини були достовірно вищими (з рівнем значущості  $p > 0,05$ ). Припускаємо, що такі результати є закономірними, оскільки для балансу та центрування положення тіла задіюється більше рухів дрібними м'язами.

Треба зазначити і про вирівнювання середніх показників у групі осіб, де окрім традиційних методів реабілітації застосовували роботизовану стабілоплатформу ТУМО, до середніх показників майже здорових людей групи контролю через 10 днів після такої реабілітації та через 1 місяць в усіх функціональних положеннях (М1–М4) з рівнем значущості  $p > 0,05$ .

Таблиця 4.1 – Дані середніх показників пройденої відстані у дослідних групах

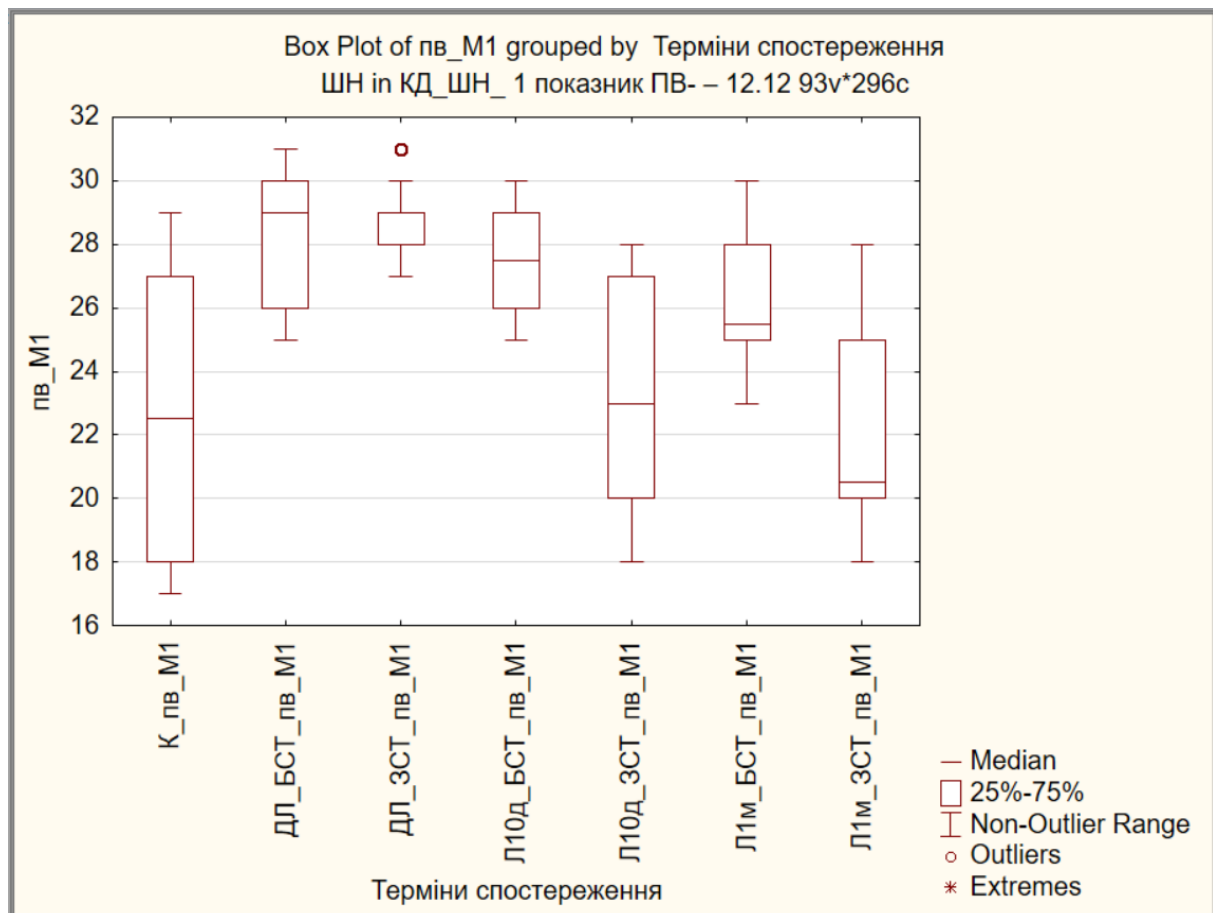
| Умови обмеження | Контрольна група | До реабілітації                   |                                   | 10 днів після реабілітації        |                                   | 1 місяць після реабілітації       |                                   |
|-----------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                 |                  | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи |
| M1              | 22,40            | 28,20                             | 28,50                             | 27,60                             | 23,20                             | 26,00                             | 22,00                             |
|                 |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |
| M2              | 30,50            | 38,00                             | 38,10                             | 36,90                             | 32,30                             | 35,30                             | 30,00                             |
|                 |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   |
| M3              | 39,70            | 58,50                             | 58,00                             | 54,90                             | 43,80                             | 55,30                             | 40,00                             |
|                 |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   |
| M4              | 95,20            | 120,80                            | 118,50                            | 110,10                            | 94,90                             | 96,70                             | 90,00                             |
|                 |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   |

Найкращий реабілітаційний результат цього показника спостерігали у положенні M1 (на твердій поверхні з відкритими очима) у групі людей, у якій додатково використовувалася стабілоплатформа, через 10 днів (23,20) і через 1 місяць (22,00) після реабілітації, порівняно із показниками до реабілітації (28,50), з рівнем значущості  $p < 0,05$ ; у положенні M2 через 1 місяць (30,00) після реабілітації порівняно із показниками до реабілітації (38,10), з рівнем значущості  $p < 0,05$ ; у положенні M3 через 1 місяць (40,00) після реабілітації порівняно із показниками до реабілітації (58,00), з рівнем значущості  $p < 0,05$ ; а також у положенні M4 через 10 днів (94,90) і через 1 місяць (90,00) після

реабілітації, порівняно із показниками до реабілітації (118,50), з рівнем значущості  $p < 0,05$ .

Зауважимо, що у функціональному положенні М1 через 10 днів після проведення такої реабілітації, спостерігається статистично достовірне покращення показників у групі, де використовували стабілоплатформу (23,20) до показників групи, де стабілоплатформа не використовувалася (27,60), з рівнем значущості  $p < 0,05$  та через 1 місяць після реабілітації показники теж достовірно покращилися відповідно (22,00), ніж у групі, у якій застосовували лише традиційні методи реабілітації (26,00) з рівнем значущості  $p < 0,05$ . Про що свідчать наведені на рисунку 5.1 коробкові діаграми змін пройденої відстані у положенні М1

Рисунок 5.1 – Коробкові діаграми змін результатів показників пройденої відстані у функціональному положенні М1 (на твердій поверхні з відкритими очима)



*Умовні позначки:* К – контрольна група, ДЛ БСТ – до реабілітації група обстежених, де не використовували стабілоплатформу, ДЛ ЗСТ – до реабілітації група обстежених, для реабілітації яких додатково використовували стабілоплатформу, Л10д – 10 днів після реабілітації, Л1м – 1 місяць після реабілітації, пв – пройдена відстань.

*Середньо-бокове відхилення.* Згідно результатів порівняльного аналізу середніх показників середньо-бокового відхилення та відповідно до таблиці 4.2 порівняльного аналізу середніх показників середньо-бокового відхилення за результатами баланс-тесту, встановили, що перед проведенням реабілітації ці величини були достовірно вищими та фактично не відрізнялися в обох групах (з рівнем значущості  $p > 0,05$ ).

Варто зазначити, що через 10 днів та через 1 місяць після проведення реабілітації в усіх функціональних положеннях (М1–М4), з рівнем значущості  $p > 0,05$ , встановлено вирівнювання показників у групі осіб, де, окрім традиційного лікування додатково застосовували роботизовану стабілоплатформу ТУМО, до показників майже здорових осіб групи контролю.

Зафіксували поліпшення реабілітаційних результатів показника середньо-бокового відхилення у положенні М1 (на твердій поверхні з відкритими очима) у групі людей, у якій застосувалася стабілоплатформа, через 10 днів (1,32) і через 1 місяць реабілітації (1,36), порівняно із показниками до реабілітації (2,61), з рівнем значущості  $p < 0,05$ ; у положенні М2 у групі, у якій застосувалася стабілоплатформа, через 10 днів (1,29) і через 1 місяць (1,64) після реабілітації, порівняно із показниками до реабілітації (3,25), з рівнем значущості  $p < 0,05$  та у положенні М3, відповідно, де використовувалася додатково стабілоплатформа, через 10 днів (2,14) і через 1 місяць (2,14) реабілітації, порівняно із показниками до реабілітації (3,82), з рівнем значущості  $p < 0,05$ , а у функціональному положенні М4 статистично достовірної відмінності між показниками до реабілітації та через 10 днів та 1 місяць після проведення такої реабілітації не спостерігалось (із рівнем значущості  $p > 0,05$ ).

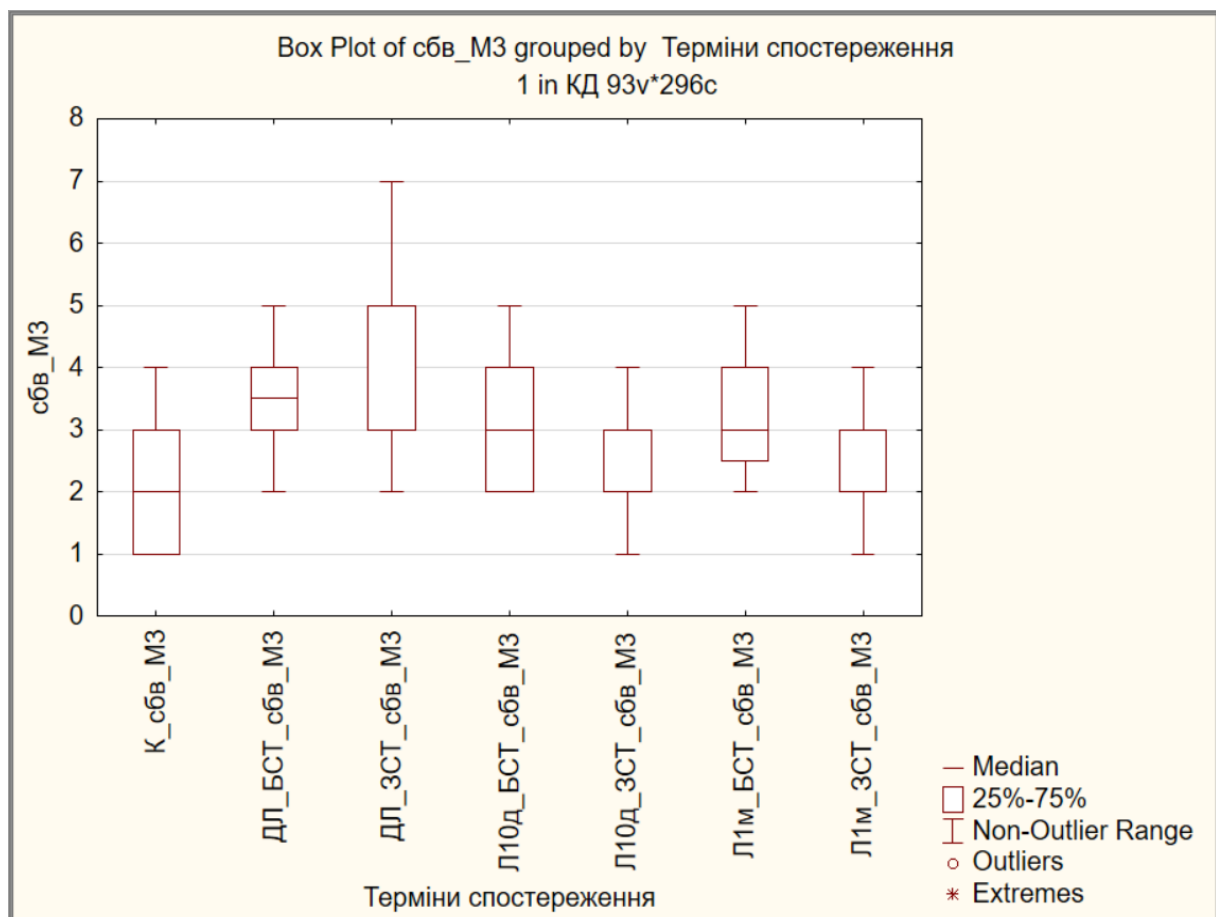
Таблиця 4.2 – Дані середніх показників середньо-бокового відхилення у дослідних групах

| Умови обстеження | Контрольна група | До реабілітації                   |                                   | 10 днів після реабілітації        |                                   | 1 місяць після реабілітації       |                                   |
|------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                  |                  | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи |
| M1               | 1,50             | 2,61                              | 2,61                              | 1,54                              | 1,32                              | 1,89                              | 1,36                              |
|                  |                  | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   |
| M2               | 1,36             | 3,14                              | 3,25                              | 2,36                              | 1,29                              | 2,50                              | 1,64                              |
|                  |                  | p>0,05                            |                                   | p<0,05                            |                                   | p<0,05                            |                                   |
| M3               | 2,11             | 3,46                              | 3,82                              | 3,25                              | 2,14                              | 3,18                              | 2,14                              |
|                  |                  | p>0,05                            |                                   | p<0,05                            |                                   | p<0,05                            |                                   |
| M4               | 3,29             | 4,25                              | 4,14                              | 3,79                              | 3,43                              | 3,82                              | 3,36                              |
|                  |                  | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   |

Варто підкреслити, що у функціональному положенні M2 через 10 днів після проведення реабілітації із додатковим використанням стабілоплатформи, помітили статистично достовірне покращення показників у групі, де її використовували (1,29) до показників групи, у якій стабілоплатформа не використовувалася (2,36), з рівнем значущості  $p<0,05$  та через 1 місяць після проведення реабілітації показники відповідно теж достовірно покращилися з рівнем значущості  $p<0,05$ . У положенні M3 теж виявлено статистично достовірне покращення показників через 10 днів проведення реабілітації у

групі, де додатково застосовували стабілоплатформу (2,14) до показників групи, у якій стабілоплатформа не застосовувалася (3,25), з рівнем значущості  $p < 0,05$  та через 1 місяць такої реабілітації відповідно (2,14), ніж у групі, у якій використовували лише традиційні методи (3,18) з рівнем значущості  $p < 0,05$ . У функціональному положенні М4 (на м'якій поверхні з закритими очима) не прослідковується статистично достовірної відмінності між показниками до реабілітації і через 10 днів та 1 місяць після реабілітації із рівнем значущості  $p > 0,05$ . На рисунку 6.3 наведені коробкові діаграми змін середніх показників пройденої відстані у положенні М3.

Рисунок 6.3 – Коробкові діаграми змін результатів показників середньо-бокового відхилення у функціональному положенні М3 (на м'якій поверхні з відкритими очима)



Умовні позначки: К – контрольна група, ДЛ БСТ – до реабілітації група обстежених, де не використовували стабілоплатформу, ДЛ ЗСТ – до реабілітації група обстежених, для реабілітації яких додатково використовували

стабілоплатформу, Л10д – 10 днів після реабілітації, Л1м – 1 місяць після реабілітації, сбв – середньо-бокове відхилення.

*Передньо-заднє відхилення.* При аналізі результатів середніх показників передньо-заднього відхилення, вдалося з'ясувати, що в усіх функціональних положеннях (М1–М4) виявлено вирівнювання середніх показників у групі осіб, у якій окрім традиційних методів реабілітації використовували роботизовану стабілоплатформу ТУМО, до середніх показників групи контролю майже здорових осіб через 10 днів та через 1 місяць після реабілітації з рівнем значущості  $p > 0,05$ .

Таблиця 4.3 – Дані середніх показників передньо-заднього відхилення у дослідних групах

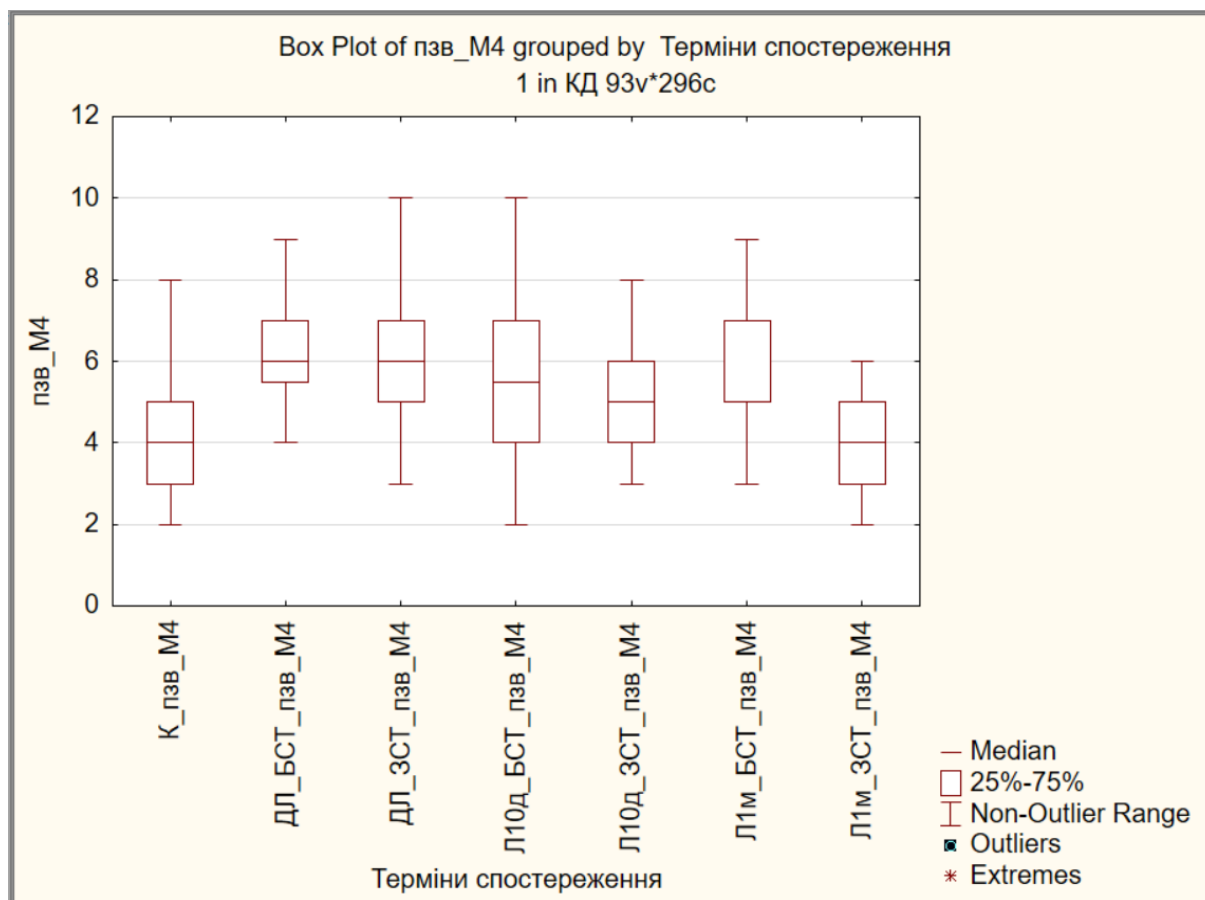
| Умови обстеження | Контрольна група | До реабілітації                   |                                   | 10 днів після реабілітації        |                                   | 1 місяць після реабілітації       |                                   |
|------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                  |                  | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи |
| М1               | 1,61             | 2,61                              | 2,61                              | 2,61                              | 1,79                              | 2,75                              | 1,61                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |
| М2               | 2,68             | 2,89                              | 3,46                              | 2,68                              | 2,46                              | 2,89                              | 2,46                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   |
| М3               | 3,21             | 5,32                              | 4,75                              | 3,29                              | 3,21                              | 4,96                              | 2,96                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |
| М4               | 4,43             | 6,54                              | 6,11                              | 5,43                              | 5,07                              | 6,25                              | 4,21                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |



Слід зазначити, що у групі, де окрім традиційної реабілітації застосовували стабілоплатформу, терапевтичний ефект виявлено у положеннях М1 через 10 днів (1,79) та через 1 місяць (1,61) після реабілітації, порівняно із показниками до реабілітації (2,61), з рівнем значущості  $p < 0,05$ ; у М2 через 10 днів (2,46) та через 1 місяць (2,46), порівняно із показниками до реабілітації (3,46), з рівнем значущості  $p < 0,05$ ; М3 через 10 днів (3,21) та через 1 місяць (2,96), порівняно із показниками до реабілітації (4,75), з рівнем значущості  $p < 0,05$  та у положенні М4 через 1 місяць (4,21), порівняно із показниками до реабілітації (6,11), з рівнем значущості  $p < 0,05$ , – про що свідчать дані середніх показників передньо-заднього відхилення в усіх функціональних положеннях, внесені до таблиця 4.3 порівняльного аналізу.

Зважаючи на результати баланс-тесту, показники передньо-заднього відхилення до реабілітації у дослідних групах були достовірно вищими та фактично не відрізнялися в обох групах (з рівнем значущості  $p > 0,05$ ). Однак, уже через 10 днів після проведення реабілітаційних тренувань виявлено статистично достовірне покращення цього показника у положенні М1 (на твердій поверхні з відкритими очима) у групі, де додатково використовували стабілоплатформу (1,79) порівняно із показниками групи, у якій її не використовували (2,61), з рівнем значущості  $p < 0,05$  та через 1 місяць після реабілітації, відповідно (1,61) та (2,75), з рівнем значущості  $p < 0,05$ . А через 1 місяць після проведення реабілітації, прослідковується статистично достовірно покращення показників у групі, де використовували стабілоплатформу (2,96) до показників групи, у якій стабілоплатформа не використовувалася (4,96), з рівнем значущості  $p < 0,05$  у положеннях М3 та М4 відповідно у групі, у якій застосовували стабілоплатформу (4,21) до показників групи, у якій стабілоплатформа не застосовувалася (6,25), з рівнем значущості  $p < 0,05$  (рисунок 7.4). І лише у функціональному положенні М2 не встановлено статистично достовірної різниці між показниками передньо-заднього відхилення у дослідних групах.

Рисунок 7.4 – Коробкові діаграми змін результатів показників передньо-заднього відхилення у функціональному положенні М4 (на м'якій поверхні з закритими очима)



Умовні позначки: К – контрольна група, ДЛ БСТ – до реабілітації група обстежених, де не використовували стабілоплатформу, ДЛ ЗСТ – до реабілітації група обстежених, для реабілітації яких додатково використовували стабілоплатформу, Л10д – 10 днів після реабілітації, Л1м – 1 місяць після реабілітації, пзв – передньо-заднє відхилення.

*Ділянка COF.* Аналізуючи середні показники ділянки COF та відповідно до таблиці 4.4 порівняльного аналізу виявлено вирівнювання середніх показників у групі людей, у якій окрім традиційних методів реабілітації використовували роботизовану стабілоплатформу ТУМО до показників майже здорових людей групи контролю в усіх функціональних положеннях (М1–М4) через 10 днів та через 1 місяць після проведення реабілітації з рівнем значущості  $p > 0,05$ .

Треба зазначити, що було також встановлено статистично достовірно покращення показників ділянки COF в усіх функціональних положеннях у

дослідній групі людей, для яких додатково застосовували стабілоплатформу. А саме, у функціональному положенні М1 через 10 днів (0,20) і через 1 місяць (0,17) після реабілітації, порівняно із показниками до реабілітації (0,5), з рівнем значущості  $p < 0,05$ ; у М2 після реабілітації через 10 днів (0,25) та 1 місяць (0,26) порівняно із показниками до реабілітації (0,46), з рівнем значущості  $p < 0,05$  (рисунок 4.2); у М3 через 10 днів (0,39) та 1 місяць (0,41) після реабілітації порівняно із показниками до реабілітації (0,79), з рівнем значущості  $p < 0,05$  та у функціональному положенні М4 після реабілітації через 10 днів (1,58) та 1 місяць (1,36) порівняно із показниками до реабілітації (2,71), з рівнем значущості  $p < 0,05$ .

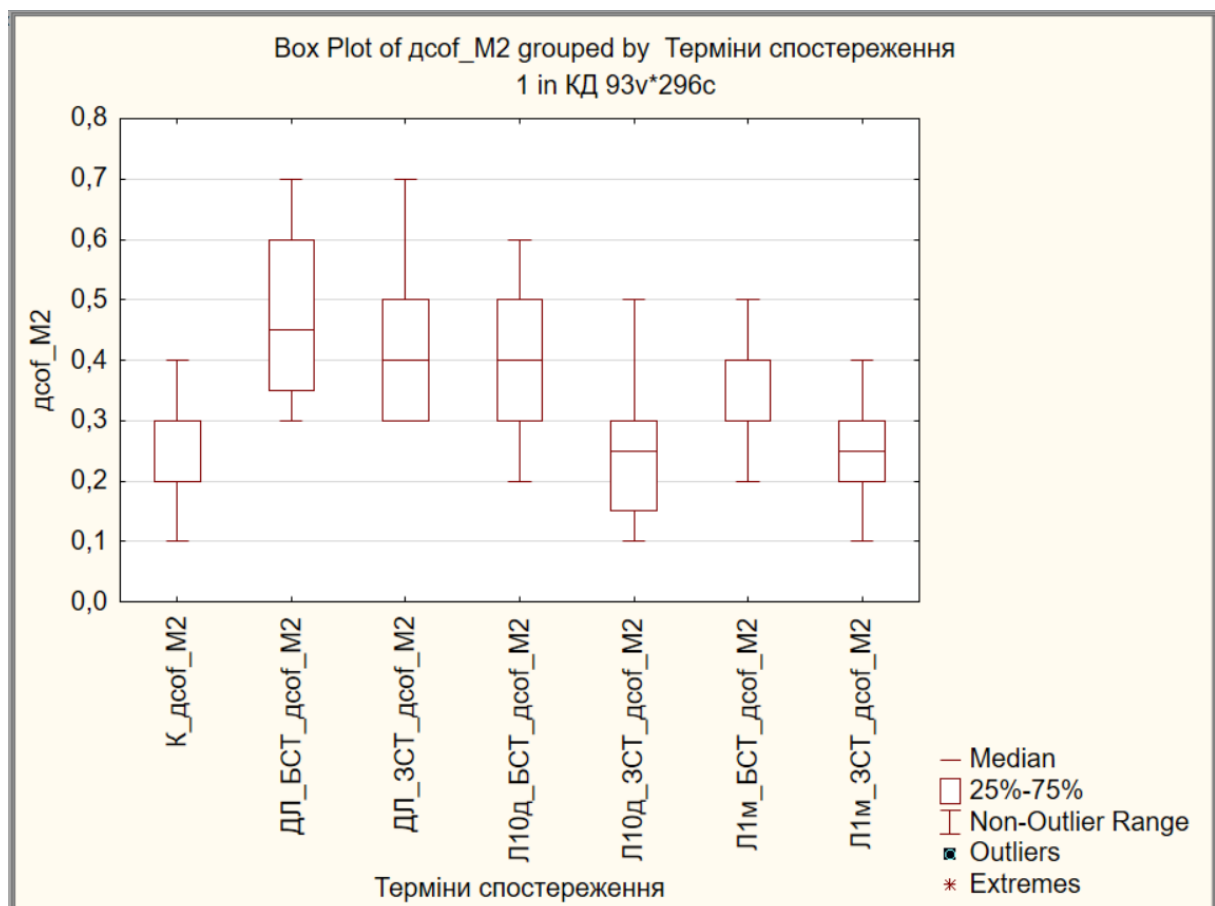
Таблиця 4.4 – Дані середніх показників ділянки СОФ у дослідних групах

| Умови обстеження | Контрольна група | До реабілітації                   |                                   | 10 днів після реабілітації        |                                   | 1 місяць після реабілітації       |                                   |
|------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                  |                  | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи |
| М1               | 0,19             | 1,19                              | 0,50                              | 0,27                              | 0,20                              | 0,39                              | 0,17                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |
| М2               | 0,24             | 0,46                              | 0,46                              | 0,38                              | 0,25                              | 0,38                              | 0,26                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |
| М3               | 0,45             | 0,64                              | 0,79                              | 0,48                              | 0,39                              | 0,56                              | 0,41                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   |
| М4               | 1,49             | 2,47                              | 2,71                              | 1,56                              | 1,58                              | 2,17                              | 1,36                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |

Бачимо також, що до початку реабілітаційних тренувань показники ділянки СОФ в обох дослідних групах були достовірно вищими та фактично не

відрізнялися (з рівнем значущості  $p > 0,05$ ). Проте, уже через 1 місяць реабілітації зі застосуванням з оздоровчою метою стабілоплатформи, встановлено статистично достовірне покращення показників (0,17) до показників групи, у якій стабілоплатформа не застосовувалася (0,39), з рівнем значущості  $p < 0,05$  у функціональному положенні М1 (на твердій поверхні з відкритими очима). Через 10 днів після реабілітації у функціональному положенні М2 помічено статистично достовірне покращення показників (0,25) до показників групи, де стабілоплатформа не застосовувалася (0,38), з рівнем значущості  $p < 0,05$  та через 1 місяць після реабілітації – покращення показників (0,26) до показників групи, де стабілоплатформа не застосовувалася (0,38), з рівнем значущості  $p < 0,05$ .

Рисунок 8.2 – Коробкові діаграми змін результатів показників ділянки СОФ у функціональному положенні М2 (на твердій поверхні з закритими очима)



*Умовні позначки:* К – контрольна група, ДЛ БСТ – до реабілітації група обстежених, де не використовували стабілоплатформу, ДЛ ЗСТ – до реабілітації група обстежених, для реабілітації яких додатково використовували стабілоплатформу, Л10д – 10 днів після реабілітації, Л1м – 1 місяць після реабілітації, dsof – ділянка статокінезіограми (ділянка COF).

Через 1 місяць реабілітаційних тренувань із додатковим застосуванням з оздоровчою метою стабілоплатформи, виявлено статистично достовірне покращення показників (1,36) до показників групи, у якій стабілоплатформа не використовувалася (2,17), з рівнем значущості  $p < 0,05$  у функціонуальному положенні М4. Статистично достовірної різниці між показниками групи, де при реабілітації використовували стабілоплатформу, та групою, у якій застосовували лише традиційні методи, у функціональному положенні М3 не виявлено (з рівнем значущості  $p > 0,05$ ).

*Середня швидкість переміщення.* Аналізуючи показники середньої швидкості переміщення (Рисунки 9.1 – 9.4 коробкових діаграм змін середньої швидкості переміщення в усіх положеннях, подані у додатках) та згідно до таблиці 4.5 порівняльного аналізу середніх показників середньої швидкості переміщення за результатами баланс-тесту, в усіх функціональних положеннях (М1–М4) через 10 днів та через 1 місяць після реабілітаційних тренувань встановлено вирівнювання середніх показників у групі осіб, де, окрім традиційних методів реабілітації, використовували роботизовану стабілоплатформу ТУМО, до показників групи контролю майже здорових людей з рівнем значущості  $p > 0,05$ .

Відомо, що у обох дослідних групах до реабілітації показники середньої швидкості переміщення були достовірно вищими та фактично не відрізнялися (з рівнем значущості  $p > 0,05$ ). Через 1 місяць після реабілітаційних тренувань зі застосуванням стабілоплатформи, встановлено статистично достовірне покращення показників (3,50) до показників групи, у якій стабілоплатформа не застосовувалася (4,50), з рівнем значущості  $p < 0,05$ , на м'якій поверхні з закритими очима у функціональному положенні М4. У інших функціональних

положеннях достовірної відмінності між дослідними групами не прослідковувалося.

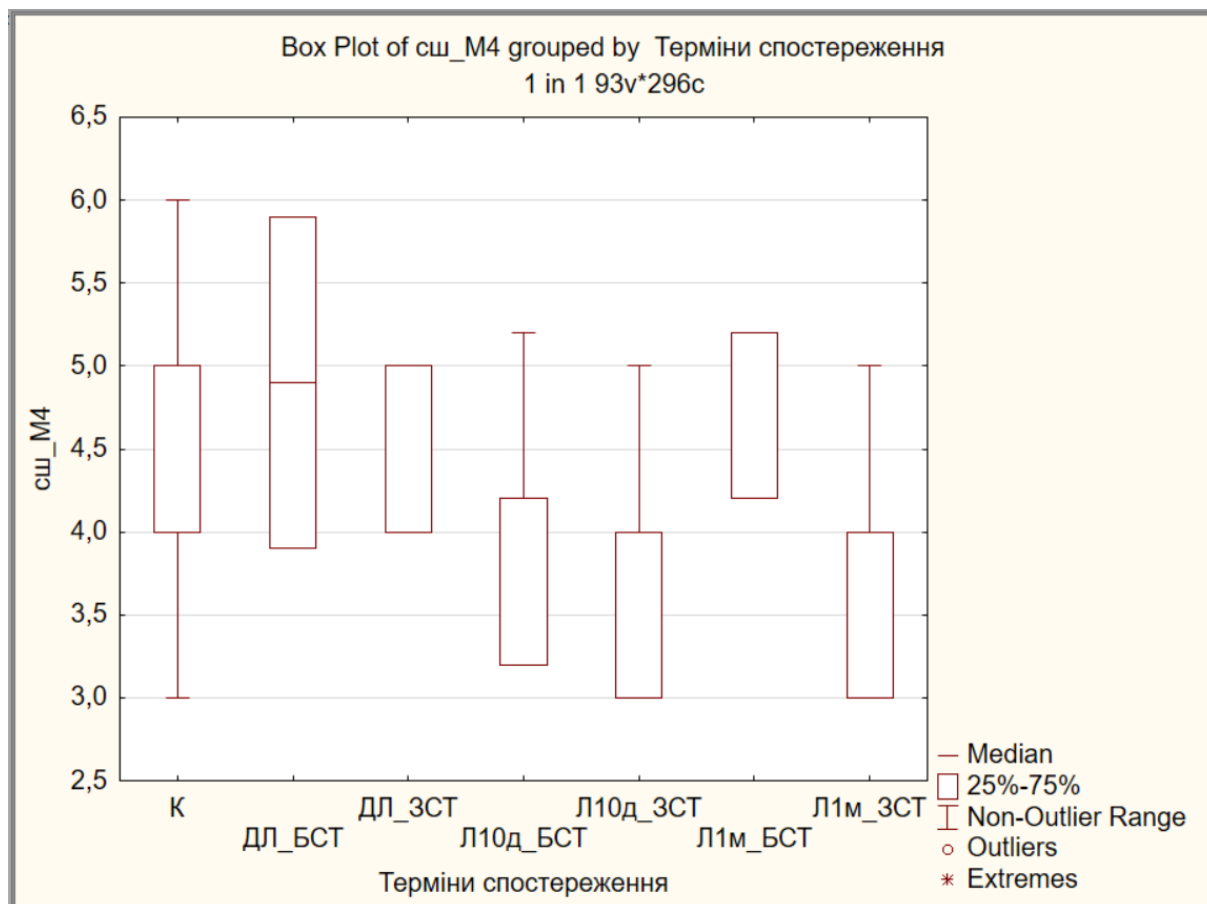
Таблиця 4.5 – Дані середніх показників середньої швидкості переміщення у дослідних групах

| Умови обмеження | Контрольна група | До реабілітації                   |                                   | 10 днів після реабілітації        |                                   | 1 місяць після реабілітації       |                                   |
|-----------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                 |                  | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи |
| M1              | 5,30             | 6,60                              | 5,70                              | 5,40                              | 5,00                              | 5,40                              | 5,30                              |
|                 |                  | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   |
| M2              | 4,30             | 5,40                              | 5,40                              | 4,60                              | 4,60                              | 4,00                              | 4,00                              |
|                 |                  | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   |
| M3              | 4,30             | 5,40                              | 5,80                              | 4,40                              | 4,60                              | 3,70                              | 4,10                              |
|                 |                  | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   |
| M4              | 4,30             | 4,90                              | 4,70                              | 3,60                              | 3,50                              | 4,50                              | 3,50                              |
|                 |                  | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   | p<0,05                            |                                   |

Проте, достовірно покращилися показники у положенні M3 через 10 днів (4,60) і через 1 місяць (4,10) після реабілітаційних тренувань, порівняно із показниками до реабілітації (5,80), з рівнем значущості  $p<0,05$  та у функціональному положенні M4 через 10 днів (3,50) і через 1 місяць (3,50) реабілітаційних тренувань, порівняно із показниками до реабілітації (4,70), з рівнем значущості  $p<0,05$ , у групі, у якій окрім традиційних методів реабілітації

використовували стабілоплатформу, – на що вказують рисунки коробкових діаграм.

Рисунок 9.4 – Коробкові діаграми змін результатів показників середньої швидкості переміщення у функціональному положенні М4 (на м'якій поверхні з закритими очима)



Умовні позначки: К – контрольна група, ДЛ БСТ – до реабілітації група обстежених, де не використовували стабілоплатформу, ДЛ ЗСТ – до реабілітації група обстежених, для реабілітації яких додатково використовували стабілоплатформу, Л10д – 10 днів після реабілітації, Л1м – 1 місяць після реабілітації, cш – середня швидкість переміщення.

*Розподіл навантаження.* Аналізуючи середні показники розподілу навантаження (Рисунки 10.1 – 10.4 коробкових діаграм змін розподілу навантаження в усіх положеннях, які подані у додатках) та згідно з таблицею 4.6 порівняльного аналізу середніх показників розподілу навантаження, виявлено вирівнювання показників у групі, де якій окрім традиційної

реабілітації застосовували роботизовану стабілоплатформу ТУМО до показників майже здорових людей групи контролю з рівнем значущості  $p > 0,05$  у функціональних положеннях М1, М2 та М4 через 10 днів та в усіх функціональних положеннях (М1–М4) через 1 місяць після такої реабілітації.

Таблиця 4.6 – Дані середніх показників розподілу навантаження у дослідних групах

| Умови обстеження | Контрольна група | До реабілітації                   |                                   | 10 днів після реабілітації        |                                   | 1 місяць після реабілітації       |                                   |
|------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                  |                  | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи |
| М1               | 1,40             | 2,10                              | 2,23                              | 1,66                              | 1,40                              | 1,88                              | 1,40                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |
| М2               | 1,72             | 2,55                              | 2,37                              | 1,98                              | 1,76                              | 2,31                              | 1,75                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |
| М3               | 2,05             | 3,79                              | 3,94                              | 3,05                              | 3,85                              | 3,80                              | 2,12                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |
| М4               | 2,34             | 3,58                              | 3,58                              | 2,90                              | 2,50                              | 3,38                              | 2,55                              |
|                  |                  | $p > 0,05$                        |                                   | $p > 0,05$                        |                                   | $p < 0,05$                        |                                   |

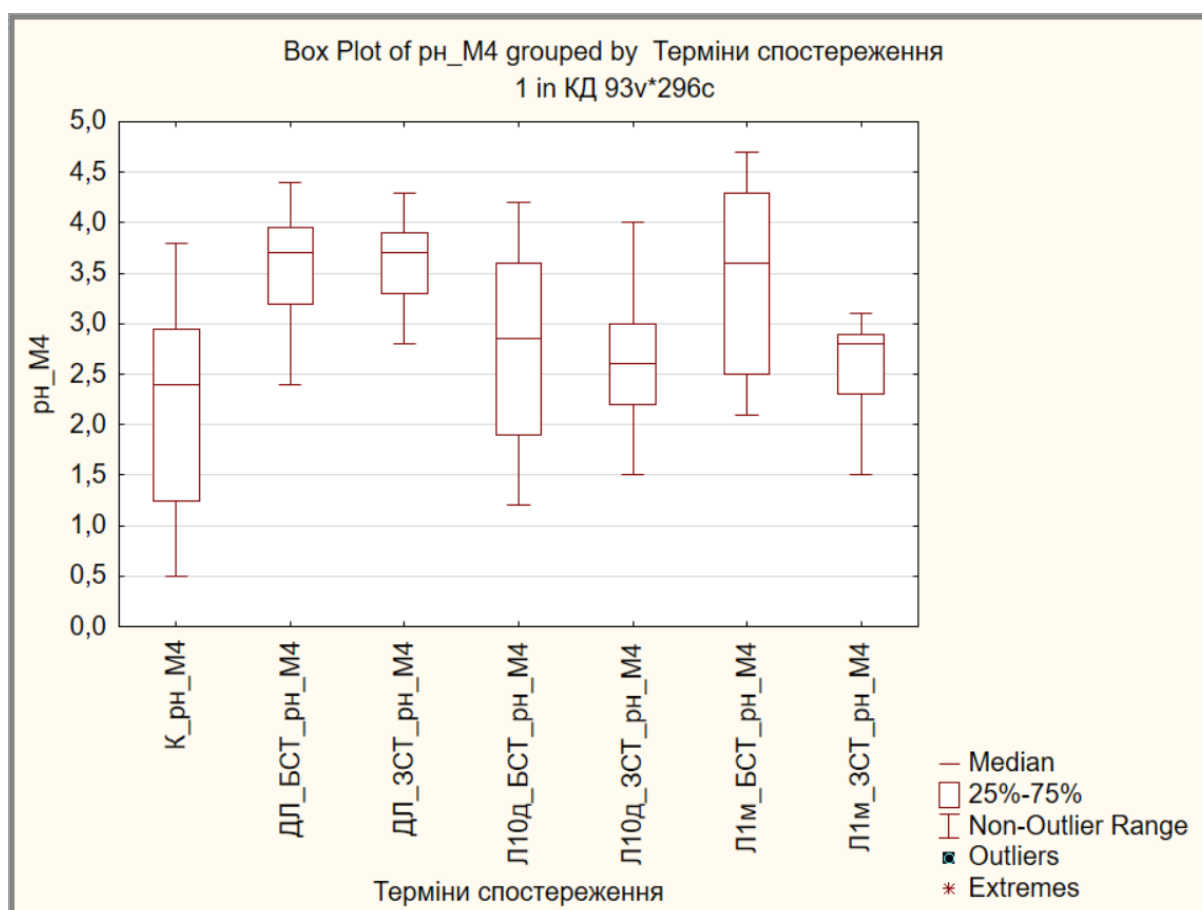
Покращення ефекту від реабілітаційних тренувань показника розподілу навантаження бачимо у функціональному положенні М1 (на твердій поверхні з відкритими очима) у групі, де застосовувалася стабілоплатформа, через 10 днів (1,40) і через 1 місяць (1,40) після проведення реабілітації, порівняно із



показниками до реабілітації (2,23), з рівнем значущості  $p < 0,05$ ; у положенні М2 у групі зі застосуванням стабілоплатформи, через 10 днів (1,76) і через 1 місяць (1,75), порівняно із показниками до реабілітації (2,37), з рівнем значущості  $p < 0,05$ , у положенні М3 відповідно, у якій використовували стабілоплатформу, через 1 місяць (2,13) після проведення реабілітації, порівняно із показниками до реабілітації (3,94), з рівнем значущості  $p < 0,05$  та у положенні М4 у цій же групі через 10 днів (2,50) і через 1 місяць (2,55), порівняно із показниками до початку проведення реабілітації (3,58), з рівнем значущості  $p < 0,05$ .

Відповідно до результатів баланс-тесту, бачимо, що до початку проведення реабілітаційних тренувань, величини показника розподілу навантаження були достовірно вищими та фактично не відрізнялися в обох групах осіб (з рівнем значущості  $p > 0,05$ ). Через 10 реабілітаційних днів значення показників в усіх функціональних положеннях у групі, де використовували стабілоплатформу, і у групі, у якій її не використовували, достовірно не відрізнялися, з рівнем значущості  $p > 0,05$ . Проте, уже через місяць простежуємо статистично достовірну різницю між показниками у дослідних групах людей з рівнем значущості  $p < 0,05$ . Так, у положенні М1 достовірно покращилися показники (1,40) до показників групи, у якій стабілоплатформа не використовувалася (1,88), у положенні М2 відповідно (1,75) до показника (2,31), у положенні М3 – (2,12) до (3,80) та покращення показників (2,55) до показників групи, де були застосовані лише традиційні методи реабілітації (3,38) у положенні М4, – про що свідчать коробкові діаграми.

Рисунок 10.4 – Коробкові діаграми змін результатів показників розподілу навантаження у функціональному положенні М4 (на м'якій поверхні з закритими очима)



Умовні позначки: К – контрольна група, ДЛ БСТ – до реабілітації група обстежених, де не використовували стабілоплатформу, ДЛ ЗСТ – до реабілітації група обстежених, для реабілітації яких додатково використовували стабілоплатформу, Л10д – 10 днів після реабілітації, Л1м – 1 місяць після реабілітації, рн – розподіл навантаження.

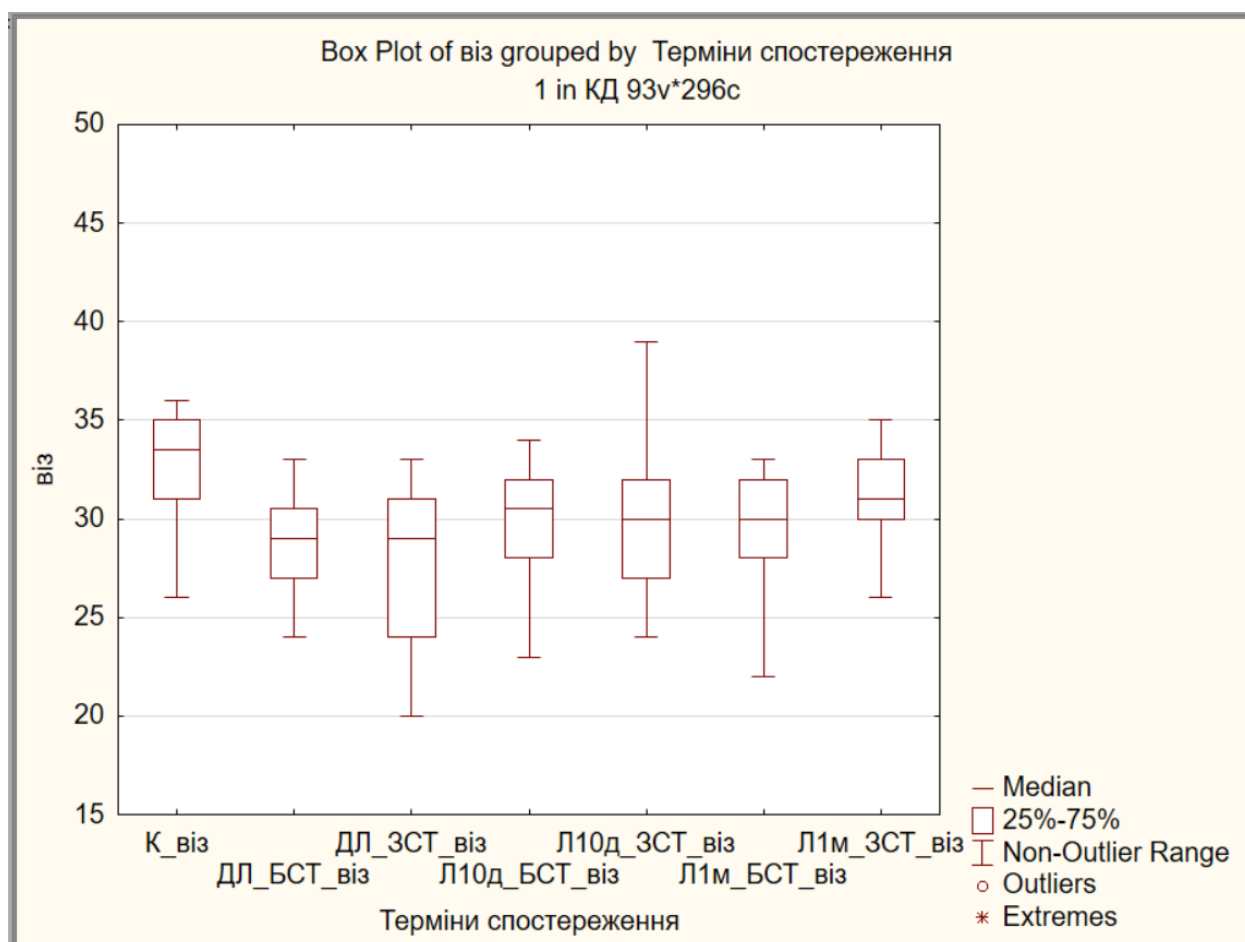
Оцінюючи середні показники системи зворотної реакції (згідно рисунків 11.1 – 11.3 коробкових діаграм змін вестибулярного, візуального та соматосенсорного компонентів зворотної реакції та таблиця 4.7 середніх показників оцінки зворотної реакції за результатами баланс-тесту) з'ясували, що впродовж дослідження вестибулярний та візуальний компоненти не зазнали змін.

Таблиця 4.7 Дані середніх показників оцінки зворотної реакції у дослідних групах

| Компонент       | Контрольна група | До реабілітації                   |                                   | 10 днів після реабілітації        |                                   | 1 місяць після реабілітації       |                                   |
|-----------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                 |                  | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи | Без застосування стабілоплатформи | Із застосуванням стабілоплатформи |
| Візуальний      | 33,04            | 28,71                             | 29,00                             | 30,14                             | 30,07                             | 29,14                             | 30,71                             |
|                 |                  | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   |
| Вестибулярний   | 33,79            | 32,50                             | 32,14                             | 32,71                             | 32,90                             | 32,14                             | 33,07                             |
|                 |                  | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   |
| Соматосенсорний | 33,14            | 38,61                             | 38,86                             | 36,64                             | 37,11                             | 37,18                             | 36,29                             |
|                 |                  | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   | p>0,05                            |                                   |

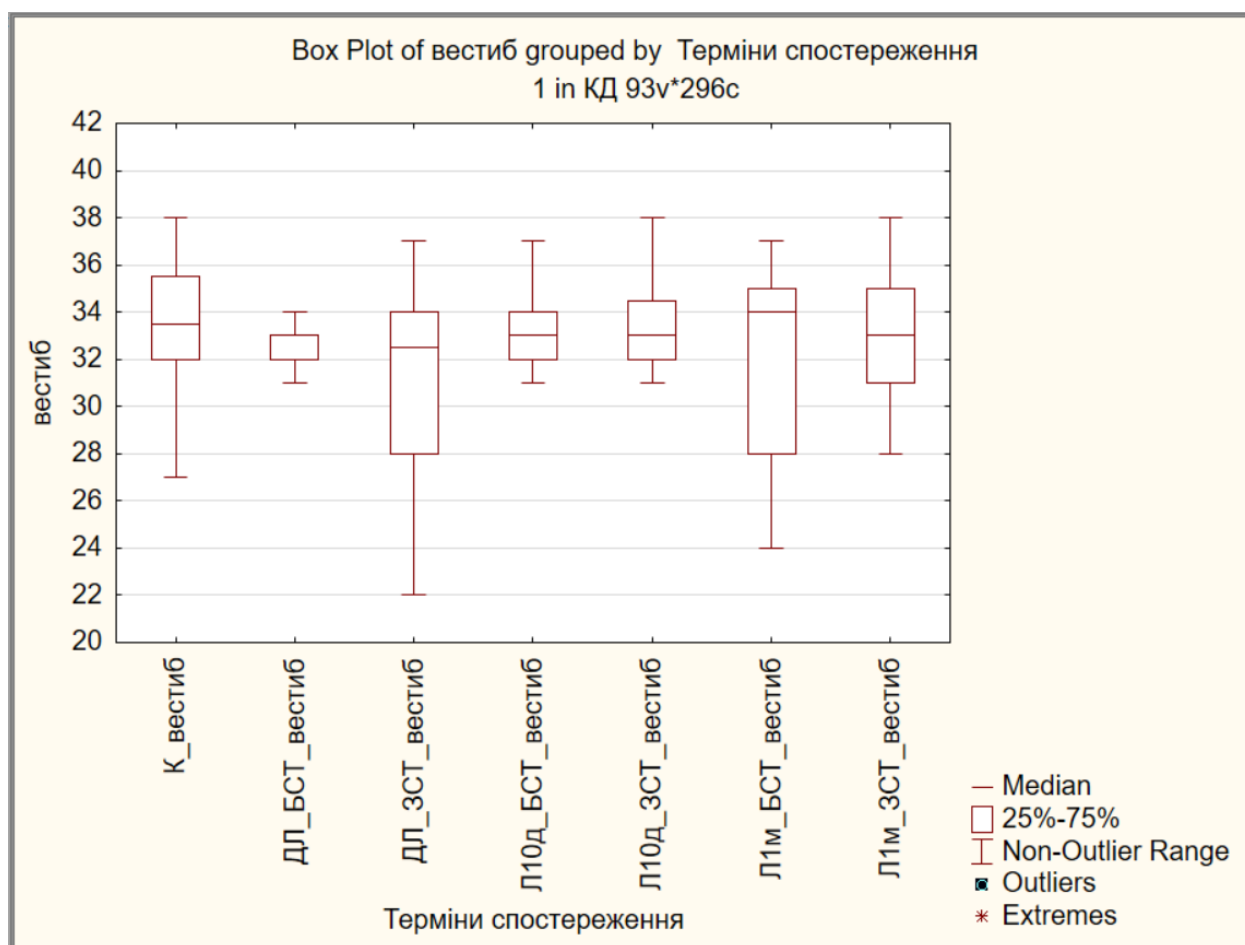
На рисунках 11.1–11.3 наведені коробкові діаграми змін візуального, вестибулярного та соматосенсорного компонентів зворотної реакції.

Рисунок 11.1 – Коробкові діаграми змін результатів показників візуального компоненту зворотної реакції



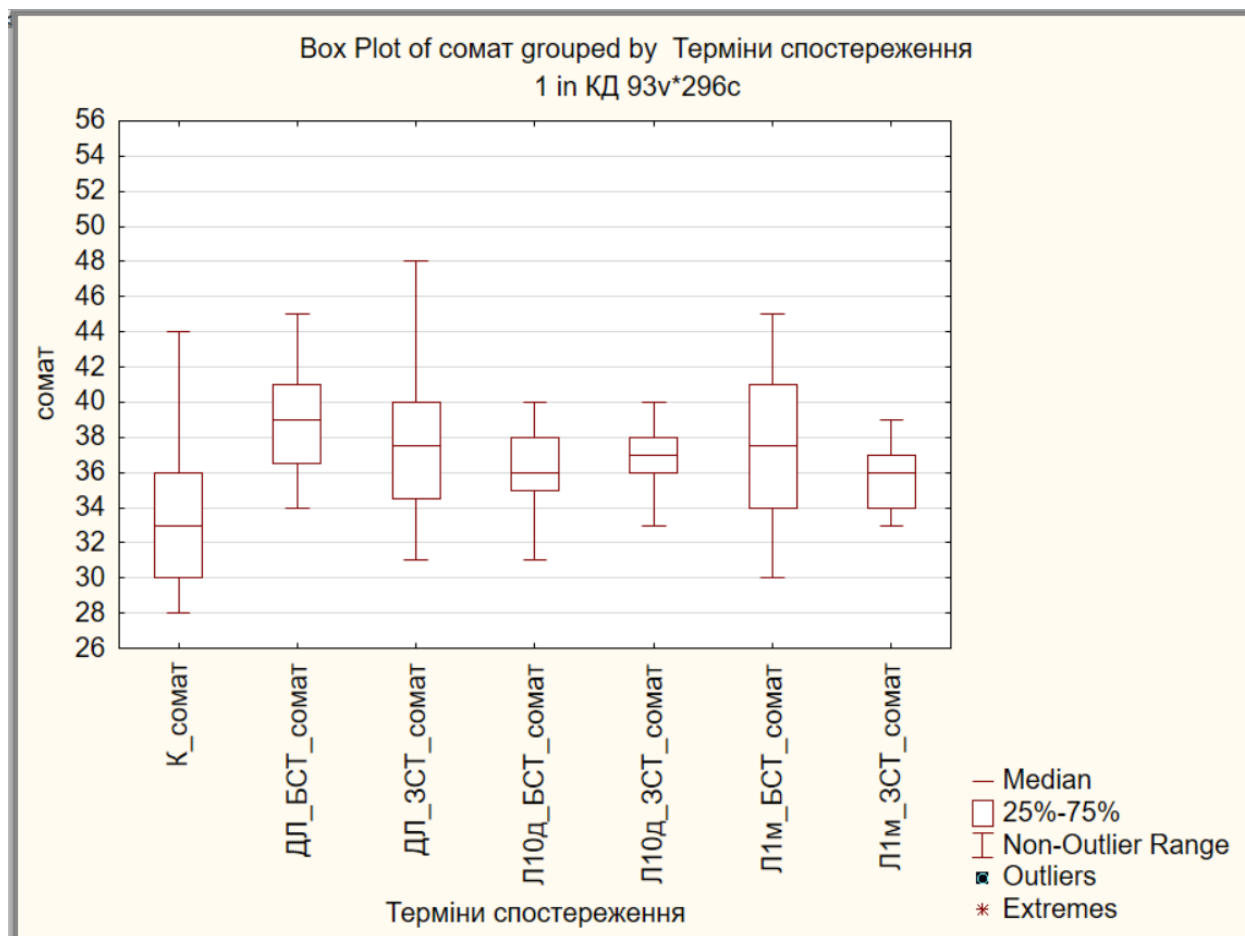
Умовні позначки: К – контрольна група, ДЛ БСТ – до реабілітації група обстежених, де не використовували стабілоплатформу, ДЛ ЗСТ – до реабілітації група обстежених, для реабілітації яких додатково використовували стабілоплатформу, Л10д – 10 днів після реабілітації, Л1м – 1 місяць після реабілітації, віз – візуальний компонент зворотної реакції.

Рисунок 11.2 – Коробкові діаграми змін вестибулярного компоненту зворотної реакції



Умовні позначки: К – контрольна група, ДЛ – група до реабілітації, БСТ – група обстежених, для реабілітації яких не використовували стабілоплатформу, ЗСТ – група обстежених, для реабілітації яких використовували стабілоплатформу, Л10д – 10 днів після реабілітації, Л1м – 1 місяць після реабілітації, вестиб – вестибулярний компонент зворотної реакції.

Рисунок 11.3 – Коробкові діаграми змін соматосенсорного компоненту зворотної реакції



Умовні позначки: К – контрольна група, ДЛ – група до реабілітації, БСТ – група обстежених, для реабілітації яких не використовували стабілоплатформу, ЗСТ – група обстежених, для реабілітації яких використовували стабілоплатформу, Л10д – 10 днів після реабілітації, Л1м – 1 місяць після реабілітації, сомат – соматосенсорний компонент зворотної реакції.

Проте, як представлено у таблиці 4.7, вдалося з'ясувати, що статистично достовірно досягнуто покращення та вирівнювання показників візуального, вестибулярного та соматосенсорного компонентів у групі осіб, де, окрім традиційних методів реабілітації використовували тренування на роботизованій стабілоплатформі ТУМО до показників групи контролю з рівнем значущості  $p > 0,05$ , через 10 днів та через 1 місяць після такої реабілітації.

Отже, проаналізувавши результати середніх показників у групі людей, де окрім традиційних методів застосовували стабілоплатформу, як чинник

підвищення ефективності реабілітації після ішемічного інсульту, з'ясували, що через 10 днів таких тренувань статистично достовірно досягнули покращення та вирівнювання до показників групи контролю, з рівнем значущості  $p > 0,05$ , такі показники: пройденої відстані (в усіх функціональних положеннях), середньо-бокового відхилення (у всіх функціональних положеннях), передньо-заднього відхилення (в усіх функціональних положеннях), ділянки статокінезіограми (у всіх функціональних положеннях), середньої швидкості переміщення (в усіх функціональних положеннях M1, M2, M3 та M4) та розподілу навантаження (у функціональних положеннях M1, M2 та M4), а також вестибулярного компонента зворотної реакції. Варто підкреслити, що через 1 місяць після таких реабілітаційних тренувань тривалий позитивний ефект зберігся у всіх функціональних положеннях у таких показниках: пройденої відстані, середньо-бокового відхилення, передньо-заднього відхилення, ділянки статокінезіограми, середньої швидкості переміщення та розподілу навантаження, а також усіх компонентів зворотної реакції.

Проаналізувавши зміни показників через 10 днів у групі осіб, для реабілітації яких окрім традиційних методів реабілітації додатково застосовували роботизовану стабілоплатформу і порівнявши їх з показниками до реабілітаційних тренувань, варто підкреслити, що статистично достовірно відрізнялися (з рівнем значущості  $p < 0,05$ ) наступні показники: пройденої відстані (у функціональних положеннях M1 та M4), середньо-бокового відхилення (у функціональних положеннях M1, M2 та M3), передньо-заднього відхилення (у функціональних положеннях M1, M2 та M3), ділянки статокінезіограми (в усіх функціональних положеннях), середньої швидкості переміщення (у функціональних положеннях M3 та M4) та розподілу навантаження (у функціональних положеннях M1, M2 та M4). А уже через 1 місяць після таких реабілітаційних тренувань на стабілоплатформі, у цій й ж групі, покращення спостерігали серед наступних показників: в усіх функціональних положеннях показників пройденої відстані, передньо-заднього відхилення, ділянки статокінезіограми та розподілу навантаження; а також

показника середньо-бокового відхилення у функціональних положеннях M1, M2 та M4 та показника середньої швидкості переміщення у функціональних положеннях M3 та M4.

Вдалося встановити, що через 10 днів реабілітаційних тренувань значення більшості показників у людей, для реабілітації яких використовували роботизовану стабілоплатформу, як чинник підвищення ефективності реабілітації, і у групі, де її не використовували, статистично достовірно відрізнялися, з рівнем значущості  $p < 0,05$ . Серед них: показник пройденої відстані (у функціональному положенні M1), показник середньо-бокового відхилення (у функціональних положеннях M2 та M3), показник передньо-заднього відхилення (у функціональному положенні M1) та показник ділянки статокінезіограми (у функціональному положенні M2). Однак, уже через місяць після такої реабілітації спостерігали статистично достовірну різницю між наступними показниками у дослідних групах осіб з рівнем значущості  $p < 0,05$ : пройденої відстані (у функціональному положенні M1), середньо-бокового відхилення (у функціональних положеннях M2 та M3), передньо-заднього відхилення (у функціональних положеннях M1, M3 та M4), ділянки статокінезіограми (у функціональних положеннях M1, M2 та M4), середньої швидкості переміщення (у функціональному положенні M4) та розподілу навантаження (в усіх функціональних положеннях M1, M2, M3 та M4). Ці факти вказують на значно кращі результати баланс-тесту у людей, для реабілітації яких застосовували стабілоплатформу та гірші результати показників баланс-тесту у людей, для яких використовували лише традиційні методи реабілітації.

Треба підкреслити, що у певних функціональних положеннях деякі показники статистично достовірно не відрізняються, а саме: показник пройденої відстані (у положеннях M2, M3 і M4), показник середньо-бокового відхилення (у положеннях M1 і M4), показник передньо-заднього відхилення (у положенні M2), показник ділянки COF (у положенні M3), показник середньої швидкості переміщення (у положеннях M1, M2 і M3), а також середні



показники усіх компонентів зворотної реакції. Це вказує на те, що, на жаль, не всі показники позитивно реагують на зміни постурального балансу. Вважаємо, що отримані результати лише підтвердили оптимальне застосування роботизованої стабілоплатформи ТУМО, як чинника підвищення ефективності реабілітації після ішемічного інсульту, а її використання забезпечує тривалий ефект. На це вказують не лише показники стабілограми, але й інші фактори, серед яких: покращення загального стану людини, поліпшення функціональної діяльності кінцівки, зменшення больових відчуттів, покращення працездатності, якості сну тощо. Ці висновки підтверджують, що тренування на стабілоплатформі є ефективним методом при реабілітації людей після перенесеного ішемічного інсульту.

### 3.2 Результати використання стабілоплатформи ТУМО в реабілітації

Попри значні зусилля, спрямовані на якомога ширше використання результативних лікувальних втручань, все ж у більшості людей з мозковим інсультом залишаються стійкі неврологічні порушення, які обмежують їх життєдіяльність. Загалом, реабілітація є надзвичайно складним біологічним процесом, на тривалість та ефективність якого впливає багато чинників. З огляду на те, що на складні і недостатньо вивчені когнітивні процеси, на яких ґрунтується оцінка прогнозу ефективності реабілітації, можуть впливати упередженість та систематичні похибки, рекомендують використовувати прогностичні моделі, розроблені за фактичними даними, для прийняття важливих рішень [22].

Реабілітація після інсульту повинна починатися вже під час госпіталізації. Очевидно, що на швидкість та якість одужання впливають вік, медичний стан, мотивація хворого та членів сім'ї, ризик повторного інсульту, якість реабілітації тощо. Проте, особам, які перенесли інсульт, тепер доступні численні роботизовані пристрої, що допомагають їм якісно та ефективно адаптуватися до нового способу життя [67].

Як відомо, керівними принципами у реабілітації після інсульту є постановка цілей, підвищена практика, міждисциплінарний менеджмент команди та інструкції щодо конкретних завдань, що тісно пов'язані з механізмами хвороби. Саме тому, чи не основною метою постінсультного відновлення є сприяння реінтеграції людини в суспільство, а пріоритетом – відновлення рухової активності. Надають ж такі відчутні переваги та забезпечують ефективну реабілітацію – сучасні роботизовані технології [115].

Варто зазначити, аналізуючи останні дослідження, що сучасна інтенсивна терапія є ключем до відновлення рухових навичок, які були втрачені через інсульт. Заснована на мануальній взаємодії з фізіотерапевтами, традиційна терапія, робить цю процедуру трудомісткою і дороговартісною. Тому, ефективними та перспективними є роботизовані/механічні пристрої для доповнення традиційної постінсультної терапії. Адже, саме вони можуть забезпечити тривалу реабілітацію, не викликаючи при цьому втоми. Крім того, їх можна застосовувати як об'єктивний та послідовний спосіб оцінки продуктивності і прогресу у дюдей. Проте, впроваджуючи та аналізуючи пілотні проекти, рандомізовані дослідження та систематичні огляди такої терапії, все ще належить розкрити повний потенціал реабілітації за допомогою роботів [106].

Незважаючи на дебати, щодо ефективності застосування роботизованої терапії для верхніх кінцівок, – які все ж не припиняються, – така реабілітація виглядає як відповідна лікувальна доза, яку слід використовувати зважаючи на кількість виконуваних вправ та інтенсивність рухів. Хоча було проведено багато рандомізованих досліджень і систематичних оглядів робототерапії, проблема, яку часто піднімають, – це неоднорідність практик і погано описані втручання. А відсутність стандартних шкал, на жаль, ускладнює порівняння результатів різних дослідників для формування суб'єктивної оцінки використання роботів та вказує на потребу в надійному та дійсному інструменті, призначеному для кінцевого користувача [30, 33, 34, 54, 84, 85, 92, 114, 119, 120, 121, 122].

Робототерапія з наданням допомоги за потреби, дає можливість навіть важкохворим, із серйозними руховими порушеннями, брати активну участь у процесі реабілітації. Оскільки складність навчання має важливий вплив на його ефективність, здається очевидним, що навіть якщо реабілітація з використанням робототехніки починається з використання програм із допомогою за потреби, то завдання полягає в тому, щоб пропонувати вправи відповідної складності, таким чином уникаючи монотонності, нудьги чи розчарування, – що ми і мали змогу спостерігати, проводячи своє дослідження. Однак, не зважаючи на те, що робототерапія є високоефективним методом реабілітації для відновлення рухової активності після інсульту, після більш ніж 20 років застосування, результати та висновки все ще піддаються сумнівам, а скептицизм щодо переваг і користі все ж залишається дуже поширеним явищем серед клініцистів. Крім того, поточні рекомендації не мають чітких вказівок щодо практики [28]. Така спільна праця при реабілітації після інсульту наразі перебуває в стані зародження, розвитку та вдосконалення [47], проте за останні два десятиліття кількість терапевтичних реабілітаційних робіт різко зростає. А постійне їх вдосконалення може лише підвищити ефективність і знизити вартість таких пристроїв. Впровадження вже існуючих роботизованих технологій (які ще розробляються і вдосконалюються) буде, на нашу думку, продовжувати зростати, і, швидше за все, найближчим часом, будуть розроблені та випущені на ринок пристрої для реабілітації в домашніх умовах [80]. А наступні пілотні проекти та експерименти все ж необхідні для кількісної та якісної оцінок переваг та аналізу результатів застосування такої роботизованої терапії серед більшої когорти людей [66]. Сподіваємось, що такі досягнення зроблять терапію за допомогою робіт традиційним методом реабілітації і не лише для осіб після інсульту [40].

### 3.3 Оцінка застосування стабілоплатформи, як чинника підвищення ефективності реабілітації після ішемічного інсульту

Проведене нами рандомізоване контрольоване дослідження довело, що додаткове застосуванням роботизованої стабілоплатформи ТУМО до стандартних методів реабілітації забезпечує більш інтенсивне та ефективне тренування, яке позитивно впливає на силу кінцівок, м'язовий тонус та стабільність тулуба. Показники баланс-тесту у людей, для реабілітації яких використовували стабілоплатформу вказують на кращі результати у порівнянні з показниками баланс-тесту у людей, для яких використовували лише традиційну терапію через 10 днів у функціональних положеннях наступних показників: пройденої відстані, середньо-бокового відхилення, передньо-заднього відхилення та ділянки статокінезіограми. А уже через 1 місяць спостерігали позитивні зміни та статистично достовірну різницю між наступними показниками у дослідних групах з рівнем значущості  $p < 0,05$ : пройденої відстані (у функціональному положенні M1), середньо-бокового відхилення (у функціональних положеннях M2 та M3), передньо-заднього відхилення (у функціональних положеннях M1, M3 та M4), ділянки статокінезіограми (у функціональних положеннях M1, M2 та M4), середньої швидкості переміщення (у функціональному положенні M4) та у всіх функціональних положеннях M1, M2, M3 та M4 показника розподілу навантаження. Однак, дослідження має і свої обмеження, а саме: відсутність подальшого спостереження та розмір вибірки, який можна би було збільшити. Наші висновки могли б допомогти клініцистам та науковцям дізнатися більше про результати та позитивний ефект від застосування такої комбінованої роботизованої реабілітації. Нові дослідження нестимуть інформацію про оцінку впливу вправ на основні м'язи та на відновлення втраченої рухової функції. Одночасно, можна б провести подальше дослідження для визначення нейропластичності.

Варто також зауважити, що використання положення стояння під час нашої терапії не лише покращує функцію нижніх кінцівок, але також дозволяє виконувати сильніші та досконаліші рухи верхніми кінцівками. А, у свою чергу, цілеспрямована реабілітація верхніх кінцівок може значно покращити рухливість і рівновагу, як динамічну, так і статичну, що буде забезпечувати зниження ризику падінь після інсульту [113]. Останні наукові дослідження доводять, що для покращення функціонування кисті варто підтримувати та відновлювати навички щодо сили хапання і стискання домінуючою та недомінуючою рукою [89]. Ці висновки вказують на необхідність призначати вправи для основних м'язів поступово та відповідно до фізичних можливостей осіб з інсультом.

Зазначимо, що ключовим компонентом ефективної програми реабілітації моторики після інсульту є інтенсивність, яка залежить не просто від кількості повторюваних рухів, а стосується рівня докладених зусиль особою, що виконує завдання. У традиційній реабілітації терапевти зазвичай підбирають складність вправ відповідно до індивідуальних можливостей кожного. Важливо, щоб рівень допомоги був достатнім для того, аби людина могла виконати завдання, щоб, таким чином, заохочувати участь, уникаючи розчарувань. А навчання з використанням роботів за допомогою і за потреби, здається, особливо корисним для осіб із помірним парезом, яким важко генерувати рухи та складно виконувати вправи на належному рівні [57].

Терапія за допомогою роботів, як зазначено вище, повністю відповідає сучасним концепціям нейрореабілітації, заснованим на принципах навчання рухів, і тому ефективно покращує відновлення після інсульту. Проте, аналіз роботизованої терапії залишається бути дуже складним саме через неоднорідність та різноманітність дизайнів роботизованих пристроїв, а також індивідуальних особливостей учасників. Тому важливо враховувати думку експертів, а також узагальнюючі дані результатів досліджень та пілотних проектів, щоб зробити адекватні висновки.

Отже, можна стверджувати, що роботоасистована терапія в реабілітації після ішемічного інсульту, наразі, є якісним доповненням, а не заміною традиційної реабілітаційної терапії. Проте, добре сплановані дослідження за участю помірної кількості учасників, які демонструватимуть високу ефективність відновлення рухової активності, будуть необхідні, аби впровадити у практику робототерапію як невід'ємну частину реабілітації після інсульту. Доведено, що робототехніка може бути інтегрована в клінічну практику. При чому, на нашу думку, навчання має складатися із серії тренувань роботами, розділених сесіями, під час яких клініцисти допоможуть людям перевести їх досягнення для відновлення втрачених функцій. А позитивні результати, отримані завдяки безпечній та надійній роботизованій реабілітаційній терапії, лише підкріплюють рекомендації поширювати її. Однак, через обмежену кількість досліджень та їх високу неоднорідність, все ж необхідно проводити подальші спостереження, щоб зробити обґрунтовані та об'єктивні висновки.

Таким чином, нашим прикінцевим результатом є те, що робототерапія, у порівнянні із традиційним методом, призвела до значного покращення порушень у людей з ішемічним інсультом. Тому вважаємо, що реабілітація за допомогою роботизованих пристроїв є перспективним напрямком досліджень, адже, незважаючи на інколи невітішні результати добре проведених клінічних досліджень, його оптимальне впровадження ще попереду, оскільки використання всіх можливостей цих наборів інструментів на основі доказів не повністю реалізовано. Робототерапія дозволила нам належним чином проконтролювати парадигму експерименту та оцінити зміну показників моторики після інсульту, проте, все ж потрібні і подальші дослідження, які б інтегрували деякі принципи цієї парадигми. Сподіваємося, що будуть наступні етапи продовження нашої роботи для формування адекватної оцінки ефективності та результативності цих стратегій та для покращення віддалених результатів реабілітації на ранніх стадіях після інсульту.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі наведено теоретичне узагальнення спеціальної науково-методичної літератури з питань фізичної реабілітації людей після ішемічного інсульту та результати дослідження додаткового застосування роботизованої стабілоплатформи TYMO (Tyromotion), як чинника підвищення ефективності реабілітації. Отримані дані дозволяють зробити наступні висновки:

1. Аналіз спеціалізованої літератури дав можливість констатувати, що питання щодо використання стабілоплатформи для реабілітації після ішемічного інсульту ще недостатньо вивчене.

2. За результатами баланс-тесту встановлено, що до реабілітації величини показників були достовірно вищими та практично не відрізнялися в обох групах діагностованих осіб (з рівнем значущості  $p > 0,05$ ).

3. Через 10 днів після проведення реабілітації, результати аналізу засвідчили значне покращення показників баланс-тесту (у людей, для яких додатково використовували роботизовану стабілоплатформу TYMO) та статистично достовірну різницю між наступними показниками у цій групі (з рівнем значущості  $p < 0,05$ ):

- пройденої відстані;
- середньо-бокового відхилення;
- передньо-заднього відхилення;
- ділянки статокінезіограми.

4. Відповідно, через 1 місяць у групі, де використовували стабілоплатформу, в порівнянні з групою, де вона не застосовувалася, статистично достовірно покращилися результати таких показників (з рівнем значущості  $p < 0,05$ ):

- у функціональному положенні M1 пройденої відстані;
- у функціональних положеннях M2 та M3 середньо-бокового відхилення;

- у функціональних положеннях M1, M3 та M4 передньо-заднього відхилення;
- у функціональних положеннях M1, M2 та M4 ділянки статокінезіограми;
- у функціональному положенні M4 середньої швидкості переміщення;
- у всіх функціональних положеннях (M1, M2, M3 та M4) показника розподілу навантаження.

5. Використання традиційних методів у реабілітації людей після ішемічного інсульту дає можливість значно покращити у них постуральний баланс і якість життя.

6. У групі людей, яким, окрім стандартних методів реабілітації, додатково застосовували стабілоплатформу TYMO, спостерігалось поліпшення загального стану, підвищення функціональності кінцівки, зменшення больового синдрому, підвищення працездатності, якості сну, – що вказує на покращення якості життя загалом. А результати клінічних, кінезіологічних та неврологічних досліджень теж, у свою чергу, вказують на ефективність використання стабілоплатформи.

7. Впровадження стабілоплатформи TYMO (Tyromotion) при реабілітації після ішемічного інсульту довело свою ефективність та можливість її використання в комплексі нейрореабілітаційних заходів з метою підвищення результативності та довготривалості.

8. Реабілітація за допомогою роботизованих пристроїв є перспективним напрямком досліджень. Стабілоплатформа може бути використана також для профілактики захворювань різновікової когорти людей.



## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Результати стабілометрії практично здорових осіб (30–45 років) доцільно використовувати і для оцінки відхилень у людей після перенесеного ішемічного інсульту.

2. Проводити подальші дослідження із залученням більшої вибірки для підтвердження висновків ефективності після комбінованого застосування традиційних методів та роботизованої системи ТУМО зі зворотнім зв'язком.

3. Рекомендовано впровадити доступну комплексну методику (10-денний тренувальний курс) нейрореабілітаційних заходів для відновлення рухової функції у людей після перенесеного ішемічного інсульту (із застосуванням комп'ютерного реабілітаційного комплексу ТУМО). При необхідності, заняття на стабілоплатформі проводити стільки часу, скільки необхідно (коригуючи заняття), доки клінічні та кінематичні (вимірювані комп'ютерною програмою) результати не досягнуть хоча б плато.

4. Роботизовану стабілоплаторму ТУМО із зворотним зв'язком доцільно інтегрувати в практику не лише для реабілітації людей, які перенесли ішемічний інсульт, а і використовувати для профілактики неврологічних та інших захворювань у людей різних вікових груп.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андріюк Л. В., Магулка І. В. Реабілітаційні заходи в гострому та ранньому відновному періоді інсульту: (огляд літ.). *Фітотерапія*. 2014. № 3. С. 4–6.
2. Андріюк Л. В., Магулка І. В. Можливості немедикаментозної корекції порушених функцій у пацієнтів із перенесеним геморагічним інсультом у відновному періоді. *Міжнар. неврол. журн.* 2015. № 4. С. 118–119.
3. Бабов К. Д., редактор. Доказова фізична та реабілітаційна медицина: абетка для мультидисциплінарних реабілітаційних команд: практичний довідник. Одеса: «Поліграф»; 2023. 76 с.
4. Бондар Ю. В. Фізична реабілітація хворих після перенесеного ішемічного інсульту. *Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених «Родзинка – 2019»*: зб. матеріалів XXI Всеукр. наук. конф. молодих учених. 2021. С. 432–434.
5. Вавринчук Н. Т., Бакалюк Т. Г. Реабілітаційні підходи при парезі верхньої кінцівки у пацієнтів після інсульту. *Медсестринство*. 2021. № 3. С. 30–31.
6. Вовк М. І. Формування індивідуального комплексу керувальних впливів для реабілітації рухів і мовлення після інсульту / М. І. Вовк, Є. Б. Галян, О. А. Куцяк, А. Д. Лаута // *Кібернетика і обчисл. техніка*. 2018. № 3. С. 43–63. Бібліогр.: 6 назв. - укр.
7. Гаркавенко В. В. Стабілографічні показники у людини в позиціях нахилів тіла вперед і назад. *Фізіол. журн.* 2016. № 1. С. 62–67.
8. Герасимчук В. Р. Реабілітація хворих у ранньому відновному періоді ішемічного інсульту. *Галицький лікарський вісник*. 2012. Т. 19, С. 27–29. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/glv\\_2012\\_19\\_4\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/glv_2012_19_4_10).
9. Зозуля І. С. Поетапна медична реабілітація хворих на інсульт / І. С. Зозуля, А. І. Зозуля, О. П. Онопрієнко // *Лікарська справа*. 2012. № 7. С. 76–79. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/LiSp\\_2012\\_7\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/LiSp_2012_7_16).

10. Керестей В. В. Комплексна програма фізичної реабілітації осіб з гострим порушенням мозкового кровообігу у пізньому відновному періоді: автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання та спорту: 24.00.03, Національний університет фізичного виховання і спорту України. Київ, 2019. 24 с.

11. Копчак О. О. Особливості постінсультних когнітивних порушень у пацієнтів з метаболічним синдромом. *Міжнародний неврологічний журнал*. 2012. № 3 (49). С. 88–95.

12. Луц В. Клініко-неврологічні, анамнестичні та генетичні маркери виникнення ішемічного інсульту. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Ужгород, 2021.

13. Лях Ю. Є. Нейромережевий аналіз показників стабілометрії в діагностиці функціональних станів людини. *Український журнал телемедицини та медичної телематики*. 2011. Т. 9, № 2. С. 155–160. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ujtm\\_2011\\_9\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ujtm_2011_9_2_7)

14. Лях Ю. Комп'ютерна стабілометрія в оцінці функціонального стану людини. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2019. № 2. С. 66–72. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fvs\\_2019\\_2\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fvs_2019_2_13)

15. Лях Ю. Є., Ульяницька Н. Я., Якобсон О. О., Лях М. В., Мельничук В. О. Аналіз стабілометричних показників при виконанні інверсійно-декомпресійних вправ. *Медико-біологічні проблеми фізичного виховання різних груп населення, ерготерапії, інклюзивної та спеціальної освіти*: матеріали V наук.-практ. конф., 3 грудня 2019 р. Луцьк. Луцьк: ЛІРОЛ; 2019. С. 74–76.

16. Магулка І. В. Медична, соціально-трудова та професійна реабілітація хворих працездатного віку, які перенесли геморагічний інсульт: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.33, Нац. мед. акад. післядиплом. освіти ім. П. Л. Шупика. Київ, 2017. 23 с.

17. Метельська О. Застосування комп'ютерного реабілітаційного комплексу ТУМО для оцінки та корекції порушень балансу в пацієнтів після інсульту. Матеріали XXV Міжнародного медичного конгресу студентів та

молодих вчених, 12–14 квітня 2021 р. Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2021. С. 253–254.

18. Росолянка Н, Стасюк О, Ціж Л. Новітні технології у фізичній реабілітації на прикладі стабілоплатформи Tumo Therapy Plate. *Молода спортивна наука України*. Львів; 2020;3:98- 99.

19. Свиридова Н. К. Реабілітація хворого у ранньому відновному періоді ішемічного інсульту: клінічний випадок / Н. К. Свиридова, Ю. В. Пономаренко, Н. І. Інгула, І. М. Белякова, Н. Р. Руда, Х. І. Підгірна // Східно-європейський неврологічний журнал. - 2016. - № 1. - С. 6-11. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/cenj\\_2016\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/cenj_2016_1_3).

20. Фаріон-Навольська О. В. Оцінка показників постурального балансу у здорових осіб. Матеріали XXVI Міжнародного медичного конгресу студентів та молодих вчених, 13–15 квітня 2022 р. Тернопіль. Тернопіль: Укрмедкнига; 2022. С. 175.

21. Фаріон-Навольська О. В., Мисула І. Р. Ефект від застосування стабілоплатформи за оцінкою показників постурального балансу в осіб із нестабільністю шийного відділу хребта. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*. 2023. № 3. С. 173–182. <https://doi.org/10.11603/1811-2471.2023.v.i3.14088>

22. Фломін Ю. В. Вплив обсягу реабілітаційної допомоги та періоду захворювання на відновлення незалежності від сторонньої допомоги у пацієнтів з мозковим інсультом. *Ендоваскуляр. нейрорентгенохірургія*. 2020. № 2. С. 35–46.

23. Akbarzadeh Baghban A., Ahmadi Gooraji S., Kavousi A. & Mirzakhani Araghi N. Application of hurdle model with random effects for evaluating the balance improvement in stroke patients. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*. 2015. № 29. S. 244.

24. Alashram A. R., Annino G. & Padua E. Robot-assisted gait training in individuals with spinal cord injury: a systematic review for the clinical effectiveness of Lokomat. *Journal of clinical neuroscience: official journal of the Neurosurgical*

*Society of Australasia*. 2021. № 91. P. 260–269.  
<https://doi.org/10.1016/j.jocn.2021.07.019>

25. Alatawi S. F. A Comparison of Three Common Rehabilitation Interventions Used to Improve Cardiovascular Fitness after Stroke: an Overview of the Literature. *BioMed research international*. 2023. 4350851.  
<https://doi.org/10.1155/2023/4350851>

26. Amano Y., Noma T., Etoh S., Miyata R., Kawamura K. & Shimodozono M. Reaching exercise for chronic paretic upper extremity after stroke using a novel rehabilitation robot with arm-weight support and concomitant electrical stimulation and vibration: before-and-after feasibility trial. *Biomedical engineering online*. 2020. № 19(1). P. 28. <https://doi.org/10.1186/s12938-020-00774-3>

27. An M. & Shaughnessy M. The effects of exercise-based rehabilitation on balance and gait for stroke patients: a systematic review. *The Journal of neuroscience nursing: journal of the American Association of Neuroscience Nurses*. 2011. № 43(6). P. 298–307. <https://doi.org/10.1097/JNN.0b013e318234ea24>

28. Aprile I., Conte C., Cruciani A., Pecchioli C., Castelli L., Insalaco S., Germanotta M. & Iacovelli C. Efficacy of Robot-Assisted Gait Training Combined with Robotic Balance Training in Subacute Stroke Patients: a Randomized Clinical Trial. *Journal of clinical medicine*. 2022. № 11(17). 5162.  
<https://doi.org/10.3390/jcm11175162>

29. Aprile I., Guardati G., Cipollini V., Papadopoulou D., Mastrosera A., Castelli L., Monteleone S., Redolfi A., Galeri S. & Germanotta M. Robotic Rehabilitation: an Opportunity to Improve Cognitive Functions in Subjects with Stroke. An Explorative Study. *Frontiers in neurology*. 2020. № 11. 588285.  
<https://doi.org/10.3389/fneur.2020.588285>

30. Aurich-Schuler T., Gut A. & Labruyère R. The FreeD module for the Lokomat facilitates a physiological movement pattern in healthy people – a proof of concept study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2019. № 16(1). P. 26.  
<https://doi.org/10.1186/s12984-019-0496-x>

31. Bacho Z., Khin N. Y. & Ag Daud D. M. Effect of Core Exercises on Motor Function Recovery in Stroke Survivors with Very Severe Motor Impairment. *Journal of cardiovascular development and disease*. 2023. № 10(2). P. 50. <https://doi.org/10.3390/jcdd10020050>
32. Bae Y. H., Lee S. M. & Ko M. Comparison of the effects on dynamic balance and aerobic capacity between objective and subjective methods of high-intensity robot-assisted gait training in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. *Topics in stroke rehabilitation*. 2017. № 24(4). P. 309–313. <https://doi.org/10.1080/10749357.2016.1275304>
33. Bang D. H. & Shin W. S. Effects of robot-assisted gait training on spatiotemporal gait parameters and balance in patients with chronic stroke: a randomized controlled pilot trial. *NeuroRehabilitation*. 2016. № 38(4). P. 343–349. <https://doi.org/10.3233/NRE-161325>
34. Bruni M. F., Melegari C., De Cola M. C., Bramanti A., Bramanti P. & Calabrò R. S. What does best evidence tell us about robotic gait rehabilitation in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Journal of clinical neuroscience: official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*. 2018. № 48. P. 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.10.048>
35. Busk H., Skou S. T., Lyckhage L. F., Arens C. H., Asgari N. & Wienecke T. Neuromuscular Electric Stimulation in Addition to Exercise Therapy in Patients with Lower Extremity Paresis Due to Acute Ischemic Stroke: a proof-of-concept randomised controlled trial. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases: the official journal of National Stroke Association*. 2021. № 30(10). 106050. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.106050>
36. Cabanas-Valdés R., Boix-Sala L., Grau-Pellicer M., Guzmán-Bernal J. A., Caballero-Gómez F. M. & Urrútia G. The Effectiveness of Additional Core Stability Exercises in Improving Dynamic Sitting Balance, Gait and Functional Rehabilitation for Subacute Stroke Patients (CORE-Trial): Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *International journal of environmental research and public health*. 2021. № 18(12). 6615. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126615>

37. Cabanas-Valdés R., Cuchi G. U. & Bagur-Calafat C. Trunk training exercises approaches for improving trunk performance and functional sitting balance in patients with stroke: a systematic review. *NeuroRehabilitation*. 2013. № 33(4). P. 575–592. <https://doi.org/10.3233/NRE-130996>
38. Calabrò R. S., Sorrentino G., Cassio A., Mazzoli D., Andrenelli E., Bizzarini E., Campanini I., Carmignano S. M., Cerulli S., Chisari C., Colombo V., Dalise S., Fundarò C., Gazzotti V., Mazzoleni D., Mazzucchelli M., Melegari C., Merlo A., Stampacchia G., Boldrini P., Italian Consensus Conference on Robotics in Neurorehabilitation (CICERONE) Robotic-assisted gait rehabilitation following stroke: a systematic review of current guidelines and practical clinical recommendations. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2021. № 57(3). P. 460–471. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.21.06887-8>
39. Capriotti T. & Murphy T. Ischemic Stroke. *Home healthcare now*. 2016. № 34(5) P. 259–266. <https://doi.org/10.1097/NHH.0000000000000387>
40. Chang W. H. & Kim Y. H. Robot-assisted Therapy in Stroke Rehabilitation. *Journal of stroke*. 2013. № 15(3). P. 174–181. <https://doi.org/10.5853/jos.2013.15.3.174>
41. Cherni Y., Blache Y., Begon M., Ballaz L., & Dal Maso F. Effect of Robotic-Assisted Gait at Different Levels of Guidance and Body Weight Support on Lower Limb Joint Kinematics and Coordination. *Sensors (Basel, Switzerland)*. 2023. № 23(21). 8800. <https://doi.org/10.3390/s23218800>
42. Cho J. E., Yoo J. S., Kim K. E., Cho S. T., Jang W. S., Cho K. H. & Lee W. H. Systematic Review of Appropriate Robotic Intervention for Gait Function in Subacute Stroke Patients. *BioMed research international*. 2018. 4085298. <https://doi.org/10.1155/2018/4085298>
43. de la Torre J., Marin J., Marin J. J., Auria J. M. & Sanchez-Valverde M. B. Balance study in asymptomatic subjects: Determination of significant variables and reference patterns to improve clinical application. *Journal of biomechanics*. 2017. № 65. P. 161–168. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.10.013>



44. de la Torre J., Marin J., Polo M. & Marín J. J. Applying the Minimal Detectable Change of a Static and Dynamic Balance Test Using a Portable Stabilometric Platform to Individually Assess Patients with Balance Disorders. *Healthcare (Basel, Switzerland)*. 2020. № 8(4). P. 402. <https://doi.org/10.3390/healthcare8040402>
45. de Oliveira J. M. Statokinesigram normalization method. *Behavior research methods*. 2017. № 49(1). P. 310–317. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0706-4>
46. Dehem S., Gilliaux M., Stoquart G., Detrembleur C., Jacquemin G., Palumbo S., Frederick A. & Lejeune T. Effectiveness of upper-limb robotic-assisted therapy in the early rehabilitation phase after stroke: a single-blind, randomised, controlled trial. *Annals of physical and rehabilitation medicine*. 2019. № 62(5). P. 313–320. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.04.002>
47. Dobe J., Gustafsson L. & Walder K. Co-creation and stroke rehabilitation: a scoping review. *Disability and rehabilitation*. 2023. № 45(3). P. 562–574. <https://doi.org/10.1080/09638288.2022.2032411>
48. Duret C., Grosmaire A. G. & Krebs H. I. Robot-Assisted Therapy in Upper Extremity Hemiparesis: Overview of an Evidence-Based Approach. *Frontiers in neurology*. 2019. № 10. P. 412. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00412>
49. E Silva E. M. G. S., Ribeiro T. S., da Silva T. C. C., Costa M. F. P., Cavalcanti F. A. D. C. & Lindquist A. R. R. Effects of constraint-induced movement therapy for lower limbs on measurements of functional mobility and postural balance in subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Topics in stroke rehabilitation*. 2017. № 24(8). P. 555–561. <https://doi.org/10.1080/10749357.2017.1366011>
50. Elmas Bodur, B., Erdoğanoglu, Y. & Asena Sel S. Effects of robotic-assisted gait training on physical capacity, and quality of life among chronic stroke patients: a randomized controlled study. *Journal of clinical neuroscience: official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*. 2024. № 120. P. 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2024.01.010>



51. Fjaertoft H. & Indredavik B. Rehabilitering av pasienter med hjerneslag. *Tidsskrift for den Norske laegeforening: tidsskrift for praktisk medicin, ny raekke*. 2007. № 127(4). S. 442–445.
52. Franceschini M., Mazzoleni S., Goffredo M., Pournajaf S., Galafate D., Criscuolo S., Agosti M. & Posteraro F. Upper limb robot-assisted rehabilitation versus physical therapy on subacute stroke patients: a follow-up study. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2020. № 24(1). P. 194–198. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.03.016>
53. Fukuda H., Morishita T., Ogata T., Saita K., Hyakutake K., Watanabe J., Shiota E. & Inoue T. Tailor-made rehabilitation approach using multiple types of hybrid assistive limb robots for acute stroke patients: a pilot study. *Assistive technology: the official journal of RESNA*. 2016. № 28(1). P. 53–56. <https://doi.org/10.1080/10400435.2015.1080768>
54. Fundarò C., Giardini A., Maestri R., Traversoni S., Bartolo M. & Casale R. Motor and psychosocial impact of robot-assisted gait training in a real-world rehabilitation setting: a pilot study. *PLOS One*. 2018. № 13(2). e0191894. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191894>
55. Gagey P. M. & Weber B. Study of intra-subject random variations of stabilometric parameters. *Medical & biological engineering & computing*. 2010. № 48(8). P. 833–835. <https://doi.org/10.1007/s11517-010-0656-4>
56. Gilardone G., Fumagalli F. M., Monti A., Pintavalle G., Troletti I. D., Gilardone M. & Corbo M. Multidisciplinary rehabilitation of a post-stroke pediatric patient considering the ICF perspective. *Journal of pediatric rehabilitation medicine*. 2020. № 13(3). P. 255–262. <https://doi.org/10.3233/PRM-190636>
57. Grosmaire A. G., Pila O., Breuckmann P. & Duret C. Robot-assisted therapy for upper limb paresis after stroke: use of robotic algorithms in advanced practice. *NeuroRehabilitation*. 2022. № 51(4). P. 577–593. <https://doi.org/10.3233/NRE-220025>
58. Ha Y. & Park M. Effects of Stroke Rehabilitation Using Gait Robot-Assisted Training and Person-Centered Goal Setting: a Single Blinded Pilot Study.

*Healthcare* (Basel, Switzerland). 2023. № 11(4). P. 588.  
<https://doi.org/10.3390/healthcare11040588>

59. Heye A. L., Kersting C., Kneer M. & Barzel A. Suitability of accelerometry as an objective measure for upper extremity use in stroke patients. *BMC neurology*. 2022. № 22(1). P. 220. <https://doi.org/10.1186/s12883-022-02743-w>

60. Hobbs B. & Artemiadis P. A Review of Robot-Assisted Lower-Limb Stroke Therapy: unexplored Paths and Future Directions in Gait Rehabilitation. *Frontiers in neurorobotics*. 2020. № 14. P. 19.  
<https://doi.org/10.3389/fnbot.2020.00019>

61. Hollands K. L., Pelton T. A., Tyson S. F., Hollands M. A. & van Vliet, P. M. Interventions for coordination of walking following stroke: systematic review. *Gait & posture*. 2012. № 35(3). P. 349–359.  
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.10.355>

62. Hong R., Li B., Bao Y., Liu L. & Jin L. Therapeutic robots for post-stroke rehabilitation. *Medical review*. 2024. № 4(1). P. 55–67.  
<https://doi.org/10.1515/mr-2023-0054>

63. Hornby T. G., Holleran C. L., Leddy A. L., Hennessy P., Leech K. A., Connolly M., Moore J. L., Straube D., Lovell L. & Roth E. Feasibility of Focused Stepping Practice During Inpatient Rehabilitation Poststroke and Potential Contributions to Mobility Outcomes. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2015. № 29(10). P. 923–932. <https://doi.org/10.1177/1545968315572390>

64. Hornby T. G., Reisman D. S., Ward I. G., Scheets P. L., Miller A., Haddad D., Fox E. J., Fritz N. E., Hawkins K., Henderson C. E., Hendron K. L., Holleran C. L., Lynskey J. E., Walter A. & and the Locomotor CPG Appraisal Team Clinical Practice Guideline to Improve Locomotor Function Following Chronic Stroke, Incomplete Spinal Cord Injury and Brain Injury. *Journal of neurologic physical therapy: JNPT*. 2020. № 44(1). P. 49–100.  
<https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000303>

65. Katoh D., Tanikawa H., Hirano S., Mukaino M., Yamada J., Sasaki S., Ohtsuka K., Katoh M. & Saitoh E. The effect of using Gait Exercise Assist Robot

(GEAR) on gait pattern in stroke patients: a cross-sectional pilot study. *Topics in stroke rehabilitation*. 2020. № 27(2). P. 103–109.

<https://doi.org/10.1080/10749357.2019.1660080>

66. Keeling A. B., Piitz M., Semrau J. A., Hill M. D., Scott S. H. & Dukelow S. P. Robot enhanced stroke therapy optimizes rehabilitation (RESTORE): a pilot study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2021. № 18(1). P. 10.

<https://doi.org/10.1186/s12984-021-00804-8>

67. Kelley R. E. & Borazanci A. P. Stroke rehabilitation. *Neurological research*. 2009. № 31(8). P. 832–840.

<https://doi.org/10.1179/016164109X12445505689689>

68. Kerr Rowe, Clarke Chandler, Smith Ugbolue & Pomeroy. Biomechanical correlates for recovering walking speed following a stroke. The potential of tibia to vertical angle as a therapy target. *Gait & posture*. 2020. № 76. P. 162–167.

<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.12.009>

69. Khalid S., Malik A. N., Siddiqi F. A. & Rathore F. A. Overview of gait rehabilitation in stroke. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*. 2023. № 73(5). S. 1142–1145.

<https://doi.org/10.47391/JPMA.23-39>

70. Khrulev A. E., Kuryatnikova K. M., Belova A. N., Popova P. S. & Khrulev S. E. Modern Rehabilitation Technologies of Patients with Motor Disorders at an Early Rehabilitation of Stroke (Review). *Sovremennye tekhnologii v meditsine*. 2022. № 14(6). P. 64–78.

<https://doi.org/10.17691/stm2022.14.6.07>

71. Kim H. Y., Shin J. H., Yang S. P., Shin M. A. & Lee S. H. Robot-assisted gait training for balance and lower extremity function in patients with infratentorial stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2019. № 16(1). P. 99.

<https://doi.org/10.1186/s12984-019-0553-5>

72. Klamroth-Marganska V. Stroke Rehabilitation: Therapy Robots and Assistive Devices. *Advances in experimental medicine and biology*. 2018. № 1065. P. 579–587.

[https://doi.org/10.1007/978-3-319-77932-4\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77932-4_35)

73. Lee J., Jeon J., Lee D., Hong J., Yu J. & Kim J. Effect of trunk stabilization exercise on abdominal muscle thickness, balance and gait abilities of patients with hemiplegic stroke: a randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*. 2020. № 47(4). P. 435–442. <https://doi.org/10.3233/NRE-203133>
74. Li S., Wang Z., Yin X., Pang Z. & Yan X. Rehabilitation Evaluation of Upper Limb Motor Function for Stroke Patients Based on Belief Rule Base. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. 2024. № 32. P. 241–248. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2023.3346639>
75. Liu W. A narrative review of gait training after stroke and a proposal for developing a novel gait training device that provides minimal assistance. *Topics in stroke rehabilitation*. 2018. № 25(5). P. 375–383. <https://doi.org/10.1080/10749357.2018.1466970>
76. Lo K., Stephenson M. & Lockwood C. Effectiveness of robotic assisted rehabilitation for mobility and functional ability in adult stroke patients: a systematic review. *JBIS database of systematic reviews and implementation reports*. 2017. № 15(12). P. 3049–3091. <https://doi.org/10.11124/JBISRIR-2017-003456>
77. Lupo A., Cinnera A. M., Pucello A., Iosa M., Coiro P., Personeni S., Gimigliano F., Iolascon G., Paolucci S. & Morone G. Effects on balance skills and patient compliance of biofeedback training with inertial measurement units and exergaming in subacute stroke: a pilot randomized controlled trial. *Functional neurology*. 2018. № 33(3). P. 131–136.
78. Mahmood W., Ahmed Burq H. S. I., Ehsan S., Sagheer B. & Mahmood T. Effect of core stabilization exercises in addition to conventional therapy in improving trunk mobility, function, ambulation and quality of life in stroke patients: a randomized controlled trial. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*. 2022. № 14(1). P. 62. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00452-y>
79. Malik A. N., Tariq H., Afridi A. & Rathore F. A. Technological advancements in stroke rehabilitation. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*. 2022. № 72(8). S. 1672–1674. <https://doi.org/10.47391/JPMA.22-90>

80. Masiero S., Poli P., Rosati G., Zanotto D., Iosa M., Paolucci S. & Morone G. The value of robotic systems in stroke rehabilitation. *Expert review of medical devices*. 2014. № 11(2). P. 187–198. <https://doi.org/10.1586/17434440.2014.882766>
81. Mizrachi N., Treger I., & Melzer I. Effects of mechanical perturbation gait training on gait and balance function in patients with stroke: a pre-post research study. *Journal of clinical neuroscience: official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*. 2020. № 78. P. 301–306. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2020.05.019>
82. Moore J. L., Nordvik J. E., Erichsen A., Rosseland I., Bø E., Hornby T. G. & FIRST-Oslo Team. Implementation of High-Intensity Stepping Training During Inpatient Stroke Rehabilitation Improves Functional Outcomes. *Stroke*. 2020. № 51(2). P. 563–570. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.027450>
83. Mustafaoglu R., Erhan B., Yeldan I., Gunduz B. & Tarakci E. Does robot-assisted gait training improve mobility, activities of daily living and quality of life in stroke? A single-blinded, randomized controlled trial. *Acta neurologica Belgica*. 2020. № 120(2). P. 335–344. <https://doi.org/10.1007/s13760-020-01276-8>
84. Nam K. Y., Kim H. J., Kwon B. S., Park J. W., Lee H. J. & Yoo A. Robot-assisted gait training (Lokomat) improves walking function and activity in people with spinal cord injury: a systematic review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2017. № 14(1). P. 24. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0232-3>
85. Nedergård H., Arumugam A., Sandlund M., Bråndal A. & Häger C. K. Effect of robotic-assisted gait training on objective biomechanical measures of gait in persons post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2021. № 18(1). P. 64. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00857-9>
86. Ogino T., Kanata Y., Uegaki R., Yamaguchi T., Morisaki K., Nakano S., Uchiyama, Y. & Domen K. Improving abnormal gait patterns by using a gait exercise assist robot (GEAR) in chronic stroke subjects: a randomized, controlled, pilot trial. *Gait & posture*. 2020. № 82. P. 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.07.017>

87. Ogino T., Kanata Y., Uegaki R., Yamaguchi T., Morisaki K., Nakano S. & Domen K. Effects of gait exercise assist robot (GEAR) on subjects with chronic stroke: a randomized controlled pilot trial. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases: the official journal of National Stroke Association*. 2020. № 29(8). 104886. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.104886>
88. Olczak A. Importance of core stability for coordinated movement of the human body in stroke rehabilitation. *Neurological research*. 2022. № 44(1). P. 7–13. <https://doi.org/10.1080/01616412.2021.1950952>
89. Olczak A. & Truszczyńska-Baszak A. Influence of the Passive Stabilization of the Trunk and Upper Limb on Selected Parameters of the Hand Motor Coordination, Grip Strength and Muscle Tension, in Post-Stroke Patients. *Journal of clinical medicine*. 2021. № 10(11). 2402. <https://doi.org/10.3390/jcm10112402>
90. Olczak A., Truszczyńska-Baszak A. & Stępień A. The Use of Arneo® Spring Device to Assess the Effect of Trunk Stabilization Exercises on the Functional Capabilities of the Upper Limb-An Observational Study of Patients after Stroke. *Sensors (Basel, Switzerland)*. 2022. № 22(12). 4336. <https://doi.org/10.3390/s22124336>
91. Olczak A., Truszczyńska-Baszak A., Stępień A. & Bryll K. Effect of the Trunk and Upper Limb Passive Stabilization on Hand Movements and Grip Strength Following Various Types of Strokes-An Observational Cohort Study. *Brain sciences*. 2022. № 12(9). 1234. <https://doi.org/10.3390/brainsci12091234>
92. Pennycott A., Wyss D., Vallery H., Klamroth-Marganska V. & Riener R. Towards more effective robotic gait training for stroke rehabilitation: a review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2012. № 9. P. 65. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-9-65>
93. Persson C. U., Holmegaard L., Redfors P., Jern C., Blomstrand C. & Jood K. Increased muscle tone and contracture late after ischemic stroke. *Brain and behavior* 2020. № 10(2). 1509. <https://doi.org/10.1002/brb3.1509>

94. Plishkina E. A. & Beyn B. N. Clinical and stabilometric restructuring of patients stability during balance therapy from the first days of ischemic stroke. *Zhurnal nevrologii i psikhiiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2016. № 116 (8 Pt 2). P. 71–76. <https://doi.org/10.17116/jnevro20161168271-76>
95. Raghavan P. A Unified Model for Stroke Recovery and Rehabilitation: Why Now? *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2023. № 102(2S Suppl 1). P. 3–9. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002141>
96. Rosenthal O., Wing A. M., Wyatt J. L., Punt D., Brownless B., Ko-Ko C. & Miall R. C. Boosting robot-assisted rehabilitation of stroke hemiparesis by individualized selection of upper limb movements – a pilot study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2019. № 16(1). P. 42. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0513-0>
97. Sánchez-Sánchez M. L., Belda-Lois J. M., Mena-Del Horno S., Viosca-Herrero E., Igual-Camacho C. & Gisbert-Morant B. A new methodology based on functional principal component analysis to study postural stability post-stroke. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*. 2018. № 56. P. 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.05.003>
98. Sánchez-Sánchez M. L., Belda-Lois J. M., Mena-del Horno S., Viosca-Herrero E., Gisbert-Morant B., Igual-Camacho C. & Bermejo-Bosch I. Functional principal component analysis as a new methodology for the analysis of the impact of two rehabilitation protocols in functional recovery after stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2014. № 11. P. 134. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-134>
99. Scoppa F., Capra R., Gallamini M. & Shiffer R. Clinical stabilometry standardization: basic definitions-acquisition interval-sampling frequency. *Gait & posture*. 2013. № 37(2). P. 290–292. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.07.009>
100. Selves C., Stoquart G. & Lejeune T. Gait rehabilitation after stroke: review of the evidence of predictors, clinical outcomes and timing for interventions. *Acta neurologica Belgica*. 2020. № 120(4). P. 783–790. <https://doi.org/10.1007/s13760-020-01320-7>



101. Seo J. S., Yang H. S., Jung S., Kang C. S., Jang S. & Kim D. H. Effect of reducing assistance during robot-assisted gait training on step length asymmetry in patients with hemiplegic stroke: a randomized controlled pilot trial. *Medicine*. 2018. № 97(33). e11792. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011792>
102. Sheffler L. R. & Chae J. Technological advances in interventions to enhance poststroke gait. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*. 2013. № 24(2). P. 305–323. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2012.11.005>
103. Sheu J. R., Hsieh C. Y., Jayakumar T., Lin G. Y., Lee H. N., Huang S. W. & Yang C. H. HDAC6 dysfunction contributes to impaired maturation of adult neurogenesis in vivo: vital role on functional recovery after ischemic stroke. *Journal of biomedical science*. 2019. № 26(1). P. 27. <https://doi.org/10.1186/s12929-019-0521-1>
104. Shirota C., van Asseldonk E., Matjačić Z., Vallery H., Barralon P., Maggioni S., Buurke J. H. & Veneman J. F. Robot-supported assessment of balance in standing and walking. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2017. № 14(1). P. 80. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0273-7>
105. Slater L., Gilbertson N. M. & Hyngstrom A. S. Improving gait efficiency to increase movement and physical activity – the impact of abnormal gait patterns and strategies to correct. *Progress in cardiovascular diseases*. 2021. № 64. P. 83–87. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2020.12.003>
106. Suarez-Escobar M. & Rendon-Velez E. An overview of robotic/mechanical devices for post-stroke thumb rehabilitation. *Disability and rehabilitation. Assistive technology*. 2018. № 13(7). P. 683–703. <https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1425746>
107. Swinnen E., Beckwée D., Meeusen R., Baeyens J. P. & Kerckhofs E. Does robot-assisted gait rehabilitation improve balance in stroke patients? A systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*. 2014. № 21(2). P. 87–100. <https://doi.org/10.1310/tsr2102-87>
108. Takebayashi T., Takahashi K., Okita Y., Kubo H., Hachisuka K. & Domen K. Impact of the robotic-assistance level on upper extremity function in



stroke patients receiving adjunct robotic rehabilitation: sub-analysis of a randomized clinical trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2022. № 19(1). P. 25.  
<https://doi.org/10.1186/s12984-022-00986-9>

109. Talaty M. & Esquenazi A. Feasibility and outcomes of supplemental gait training by robotic and conventional means in acute stroke rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2023. № 20(1). P. 134.  
<https://doi.org/10.1186/s12984-023-01243-3>

110. Taveggia G., Borboni A., Salvi L., Mulé C., Fogliaresi S., Villafañe J. H. & Casale R. Efficacy of robot-assisted rehabilitation for the functional recovery of the upper limb in post-stroke patients: a randomized controlled study. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2016. № 52(6). P. 767–773.

111. Tedla J. S., Dixit S., Gular K. & Abohashrh M. Robotic-Assisted Gait Training Effect on Function and Gait Speed in Subacute and Chronic Stroke Population: a Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *European neurology*. 2019. № 81(3-4). P. 103–111.  
<https://doi.org/10.1159/000500747>

112. Thimabut N., Yotnuengnit P., Charoenlimprasert J., Sillapachai T., Hirano S., Saitoh E. & Piravej K. Effects of the Robot-Assisted Gait Training Device Plus Physiotherapy in Improving Ambulatory Functions in Patients With Subacute Stroke With Hemiplegia: an Assessor-Blinded, Randomized Controlled Trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2022. № 103(5). P. 843–850.  
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.01.146>

113. Trinh T., Shiner C. T., Thompson-Butel A. G. & Mc Nulty P. A. Targeted upper-limb Wii-based Movement Therapy also improves lower-limb muscle activation and functional movement in chronic stroke. *Disability and rehabilitation*. 2017. № 9(19). P. 1939–1949. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1213892>

114. Uçar D. E., Paker N. & Buğdaycı D. Lokomat: a therapeutic chance for patients with chronic hemiplegia. *NeuroRehabilitation*. 2014. № 34(3). P. 447–453.  
<https://doi.org/10.3233/NRE-141054>

115. Uivarosan D., Bungau S. G., Nistor-Cseppento C. D., Negru P. A., Bungau A. F., Sabau A. M., Tit D. M., Uivaraseanu B. & Radu A. F. Application of Robotic Recovery Techniques to Stroke Survivors-Bibliometric Analysis. *Journal of personalized medicine*. 2022. № 12(12). 2066. <https://doi.org/10.3390/jpm12122066>
116. Van Criekinge T., Heremans C., BurrIDGE J., Deutsch J. E., Hammerbeck U., Hollands K., Karthikbabu S., Mehrholz J., Moore J. L., Salbach N. M., Schröder J., Veerbeek J. M., Weerdesteyn V., Borschmann K., Churilov L., Verheyden G. & Kwakkel G. Standardized measurement of balance and mobility post-stroke: consensus-based core recommendations from the third Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2024. № 38(1). P. 41–51. <https://doi.org/10.1177/15459683231209154>
117. Van Criekinge T., Saeys W., Hallemans A., Velghe S., Viskens P. J., Vereeck L., De Hertogh W. & Truijen S. Trunk biomechanics during hemiplegic gait after stroke: a systematic review. *Gait & posture*. 2017. № 54. P. 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.03.004>
118. Van Criekinge T., Saeys W., Hallemans A., Vereeck L., De Hertogh W., Van de Walle P., Vaes N., Lafosse C. & Truijen S. Effectiveness of additional trunk exercises on gait performance: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2017. № 18(1). P. 249. <https://doi.org/10.1186/s13063-017-1989-1>
119. van Dellen F. & Labruyère R. Settings matter: a scoping review on parameters in robot-assisted gait therapy identifies the importance of reporting standards. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2022. № 19(1). P. 40. <https://doi.org/10.1186/s12984-022-01017-3>
120. Vaney C., Gattlen B., Lugon-Moulin V., Meichtry A., Hausammann R., Foinant D., Anchisi-Bellwald A. M., Palaci C. & Hilfiker R. Robotic-assisted step training (lokomat) not superior to equal intensity of over-ground rehabilitation in patients with multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2012. № 26(3). P. 212–221. <https://doi.org/10.1177/1545968311425923>

121. Warutkar V., Dadgal R. & Mangulkar U. R. Use of Robotics in Gait Rehabilitation Following Stroke: a Review. *Cureus*. 2022. № 14(11). e31075. <https://doi.org/10.7759/cureus.31075>
122. Wu L., Xu G. & Wu Q. The effect of the Lokomat® robotic-orthosis system on lower extremity rehabilitation in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in neurology*. 2023. № 14. 1260652. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1260652>
123. Wu M., Landry J. M., Kim J., Schmit B. D., Yen S. C. & Macdonald J. Robotic resistance/assistance training improves locomotor function in individuals poststroke: a randomized controlled study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2014. № 95(5). P. 799–806. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.12.021>
124. Yamamoto M., Ishikawa K., Aoki M., Mizuta K., Ito Y., Asai M., Shojaku H., Yamanaka T., Fujimoto C., Murofushi T. & Yoshida T. Japanese standard for clinical stabilometry assessment: current status and future directions. *Auris nasus larynx*. 2018. № 45(2). P. 201–206. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2017.06.006>
125. Yokota C., Yamamoto Y., Kamada M., Nakai M., Nishimura K., Ando D., Sato T., Koga M., Ihara M., Toyoda K., Fujimoto Y., Odani H., Minematsu K. & Nakajima T. Acute stroke rehabilitation for gait training with cyborg type robot Hybrid Assistive Limb: a pilot study. *Journal of the neurological sciences*. 2019. № 404. P. 11–15. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.07.012>
126. Yoon-Hee C., Kyoung K., Sang-Yong L. & Yong-Jun C. Lower limb muscle activities and gain in balancing ability following two types of stair gait intervention in adult post-chronic stroke patients: a preliminary, randomized-controlled study. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*. 2020. № 66(1). S. 17–23. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2020.3335>
127. Yoshikawa K., Mizukami M., Kawamoto H., Sano A., Koseki K., Sano K., Asakawa Y., Kohno Y., Nakai K., Gosho M. & Tsurushima H. Gait training with Hybrid Assistive Limb enhances the gait functions in subacute stroke patients: a pilot

study. *NeuroRehabilitation*. 2017. № 40(1). P. 87–97. <https://doi.org/10.3233/NRE-161393>

128. Zuccon G., Lenzo B., Bottin M., & Rosati G. Rehabilitation robotics after stroke: a bibliometric literature review. *Expert review of medical devices*. 2022. № 19(5). P. 405–421. <https://doi.org/10.1080/17434440.2022.2096438>

## ДОДАТКИ


**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
 Директор  
 КНП «Тернопільська міська комунальна  
 лікарня швидкої допомоги»  
 Я.Ф. Чайківський  
 «20» 03 2025 р.

## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. **Пропозиції для впровадження:** Застосування стабілометрії для реабілітації пацієнтів на ішемічний інсульт.
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України.
3. **Автори:** Завідувач кафедри медичної реабілітації проф. Мисула Ігор; магістрант 2-го року навчання спеціальності «Терапія та реабілітація» Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України Метельська Олеся Григорівна.
4. **Джерела інформації:**
  - 4.1. Метельська О. М., Мисула І. Р. Застосування стабілоплатформи при реабілітації пацієнтів на ішемічний інсульт / О. Метельська, І. Мисула // *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*. Тернопіль; 2024. – №3. – С. 63-67.
  - 4.1. Метельська О. Г., Мисула І. Р. Застосування стабілоплатформи під час реабілітації пацієнтів на ішемічний інсульт / О. Метельська, І. Мисула // *Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. з міжнародною участю. Перспективи розвитку медичної та фізичної реабілітації на різних рівнях надання медичної допомоги*; 2024 черв. 27-28 Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ; 2024. С. 80-82.
5. **Впроваджено в КНП «Тернопільська міська комунальна лікарня швидкої допомоги»**
6. **Термін впровадження:** з 1.01.2025 року до 1.04.2025 року
7. **Загальна кількість спостережень:** 10
8. **Ефективність впровадження відповідно до критеріїв, викладених у джерелі інформації (п. 4):**

| Пацієнти похилого віку після перенесеного ішемічного інсульту        | За даними                                                                                                                                                                          |                             |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                                      | авторів, які пропонують впровадження                                                                                                                                               | організації, яка впровадила |
| Показники рухової активності, баланс-тесту та якості життя пацієнтів | Після проведення повного реабілітаційного циклу (10 днів) з використанням стабілометрії суттєво покращилися показники баланс – теста, рухової активності та якості життя пацієнтів | Ті ж дані                   |

9. **Зауваження, пропозиції:** немає

10. **Відповідальний за впровадження:**

  
 Мисула І.Р.

«20» 03 2025 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор закладу вищої освіти  
з науково-педагогічної роботи

Тернопільського національного медичного університету  
імені І. Я. Горбачевського

Міністерства охорони здоров'я України

проф. Шульгай А. Г.



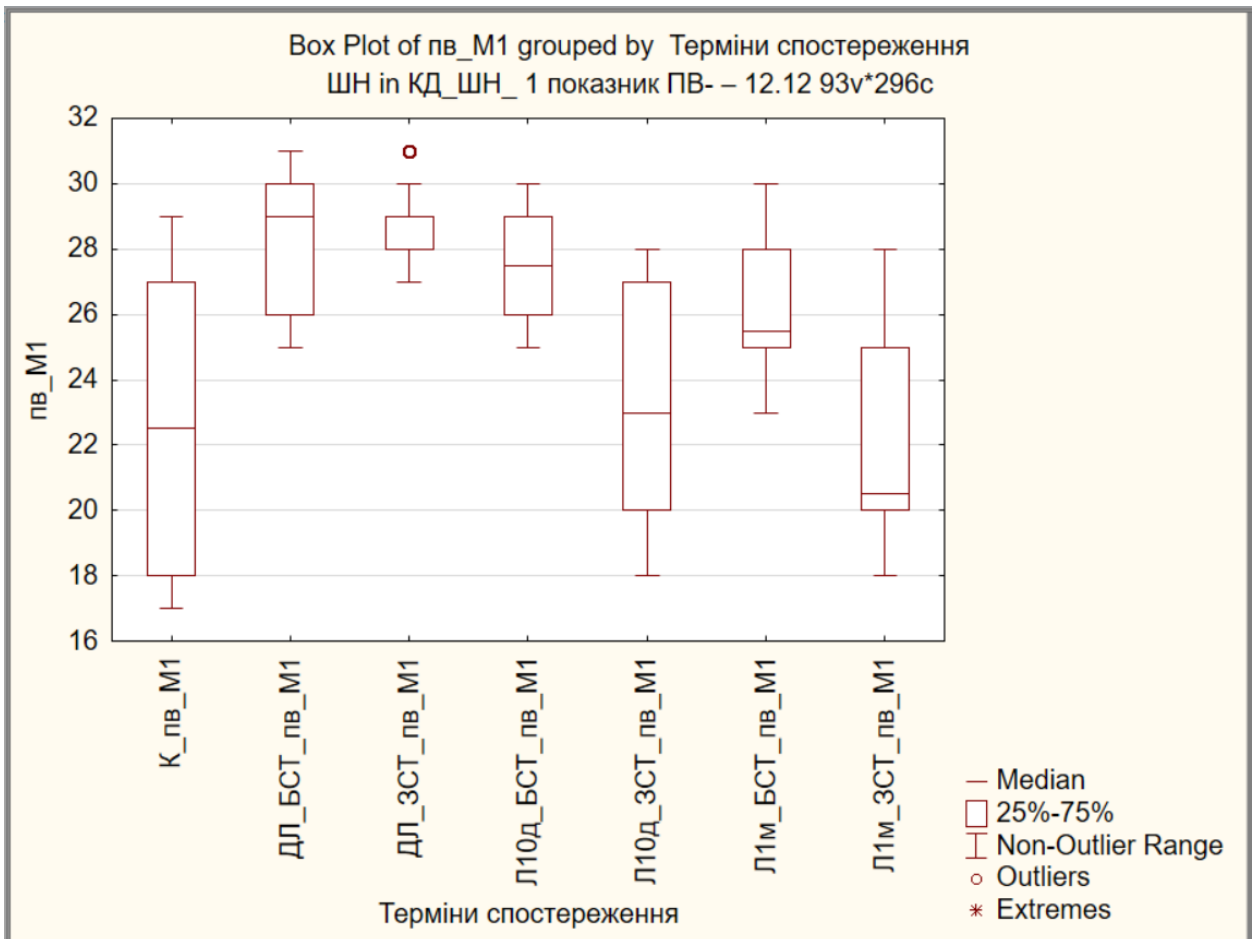
2025 р.

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. **Пропозиції для впровадження:** застосування комп'ютерного реабілітаційного комплексу ТУМО для реабілітації пацієнтів похилого віку на ішемічний інсульт.
2. **Установа-розробник:** Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України.
3. **Автори:** Завідувач кафедри медичної реабілітації проф. Мисула Ігор; магістрант 2-го року навчання спеціальності «Терапія та реабілітація» Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України Метельська Олеся Григорівна.
4. **Джерела інформації:**
  - 4.1. Метельська О. Г., Мисула І. Р. Застосування стабілоплатформи під час реабілітації пацієнтів на ішемічний інсульт / О. Метельська, І. Мисула // Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. з міжнародною участю. Перспективи розвитку медичної та фізичної реабілітації на різних рівнях надання медичної допомоги; 2024 черв. 27-28 Тернопіль. Тернопіль: ТНМУ; 2024. С. 80-82.
  - 4.2. Метельська О. М., Мисула І. Р. Застосування стабілоплатформи при реабілітації пацієнтів на ішемічний інсульт / О. Метельська, І. Мисула // *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*. Тернопіль; 2024. – №3. – С. 63-67.
5. **Базова установа, яка проводить впровадження:** кафедра медичної реабілітації Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України.
6. **Форма впровадження:** впроваджено в науковий та навчальний процес кафедри медичної реабілітації Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України для здобувачів вищої освіти спеціальностей «Терапія та реабілітація», «Медицина».
7. **Терміни впровадження:** 2025 р.
8. **Відповідальний за впровадження:**  
Завідувач кафедри медичної реабілітації  
Тернопільського національного медичного університету  
імені І. Я. Горбачевського  
Міністерства охорони здоров'я України

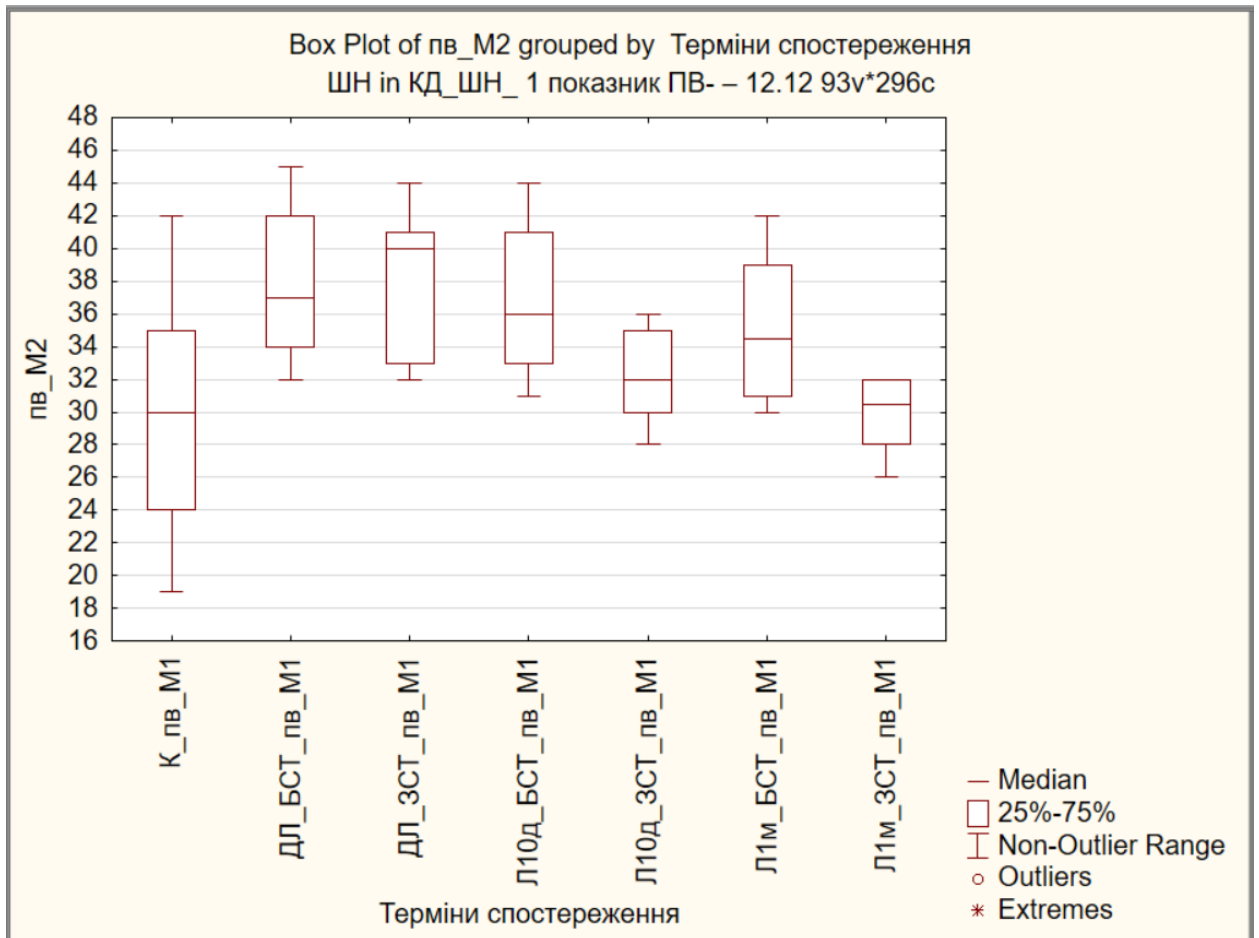
проф. І. Р. Мисула

Рисунок 5.1 – Коробкові діаграми змін пройденої відстані на твердій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні М1)



| Tukey HSD test; Variable: пв_M1 (ШН in КД_ШН_1 показник ПВ- – 12.12)<br>Marked differences are significant at p < ,05000 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                                                    | {1}<br>M=22,400 | {2}<br>M=28,200 | {3}<br>M=28,500 | {4}<br>M=27,600 | {5}<br>M=23,200 | {6}<br>M=26,000 | {7}<br>M=22,000 |
| К_пв_M1 {1}                                                                                                              |                 | 0,000794        | 0,000420        | 0,003244        | 0,996183        | 0,099698        | 0,999932        |
| ДЛ_БСТ_пв_M1 {2}                                                                                                         | 0,000794        |                 | 0,999988        | 0,999278        | 0,005213        | 0,625863        | 0,000351        |
| ДЛ_ЗСТ_пв_M1 {3}                                                                                                         | 0,000420        | 0,999988        |                 | 0,992720        | 0,002544        | 0,475726        | 0,000230        |
| Л10д_БСТ_пв_M1 {4}                                                                                                       | 0,003244        | 0,999278        | 0,992720        |                 | 0,020439        | 0,880487        | 0,001249        |
| Л10д_ЗСТ_пв_M1 {5}                                                                                                       | 0,996183        | 0,005213        | 0,002544        | 0,020439        |                 | 0,337560        | 0,967810        |
| Л1м_БСТ_пв_M1 {6}                                                                                                        | 0,099698        | 0,625863        | 0,475726        | 0,880487        | 0,337560        |                 | 0,046934        |
| Л1м_ЗСТ_пв_M1 {7}                                                                                                        | 0,999932        | 0,000351        | 0,000230        | 0,001249        | 0,967810        | 0,046934        |                 |

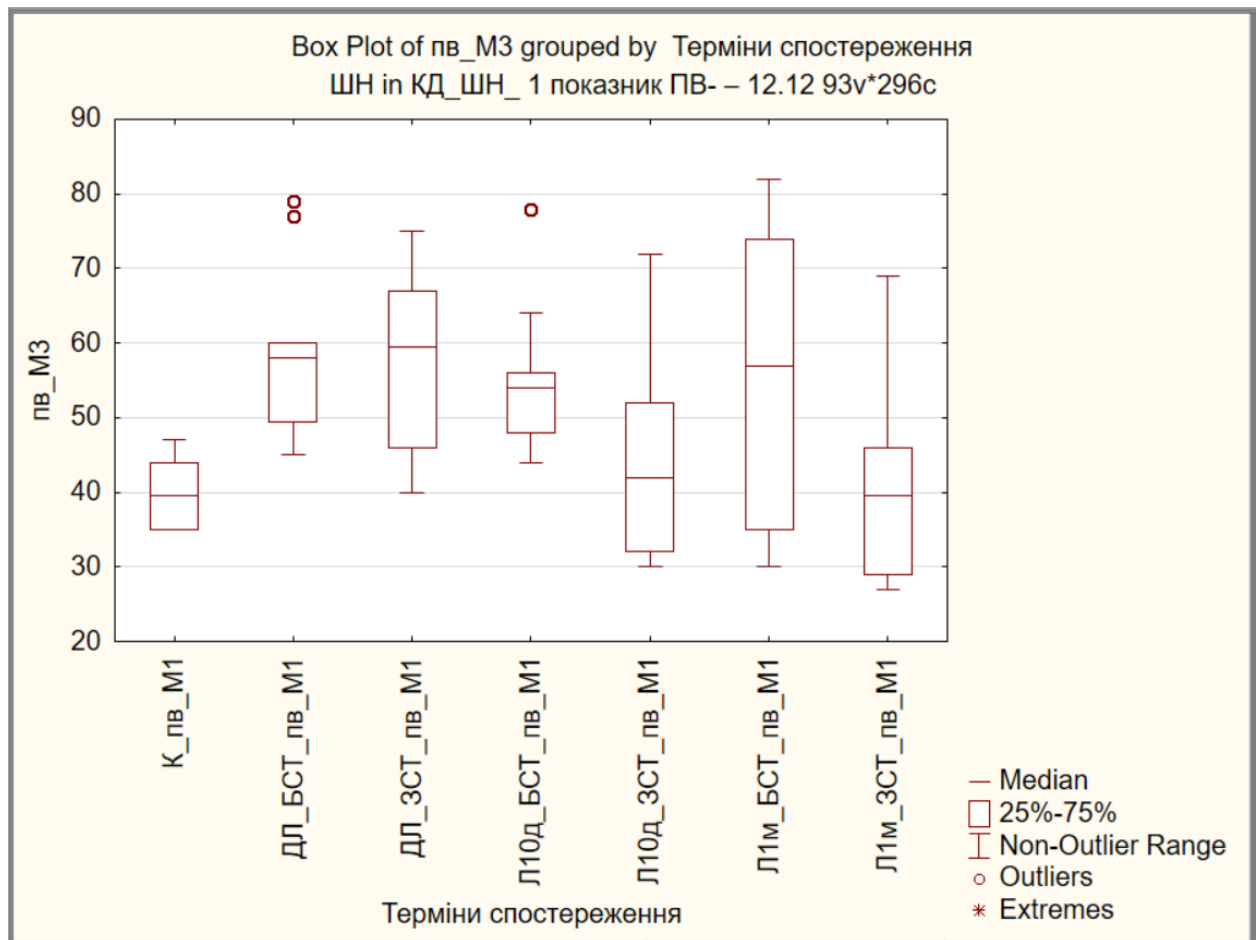
Рисунок 5.2 – Коробкові діаграми змін пройденої відстані на твердій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М2)



| Tukey HSD test; Variable: пв_М2 (ШН in КД_ШН_1 показник ПВ- – 12.12)<br>Marked differences are significant at p < ,05000 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                                                    | {1}<br>M=30,500 | {2}<br>M=38,000 | {3}<br>M=38,100 | {4}<br>M=36,900 | {5}<br>M=32,300 | {6}<br>M=35,300 | {7}<br>M=30,000 |
| К_пв_М1 {1}                                                                                                              |                 | 0,010627        | 0,009215        | 0,046411        | 0,976477        | 0,257429        | 0,999984        |
| ДЛ_БСТ_пв_М1 {2}                                                                                                         | 0,010627        |                 | 1,000000        | 0,998374        | 0,105581        | 0,850704        | 0,005128        |
| ДЛ_ЗСТ_пв_М1 {3}                                                                                                         | 0,009215        | 1,000000        |                 | 0,997306        | 0,094492        | 0,827839        | 0,004422        |
| Л10д_БСТ_пв_М1 {4}                                                                                                       | 0,046411        | 0,998374        | 0,997306        |                 | 0,305016        | 0,987164        | 0,024344        |
| Л10д_ЗСТ_пв_М1 {5}                                                                                                       | 0,976477        | 0,105581        | 0,094492        | 0,305016        |                 | 0,777321        | 0,924309        |
| Л1м_БСТ_пв_М1 {6}                                                                                                        | 0,257429        | 0,850704        | 0,827839        | 0,987164        | 0,777321        |                 | 0,160815        |
| Л1м_ЗСТ_пв_М1 {7}                                                                                                        | 0,999984        | 0,005128        | 0,004422        | 0,024344        | 0,924309        | 0,160815        |                 |

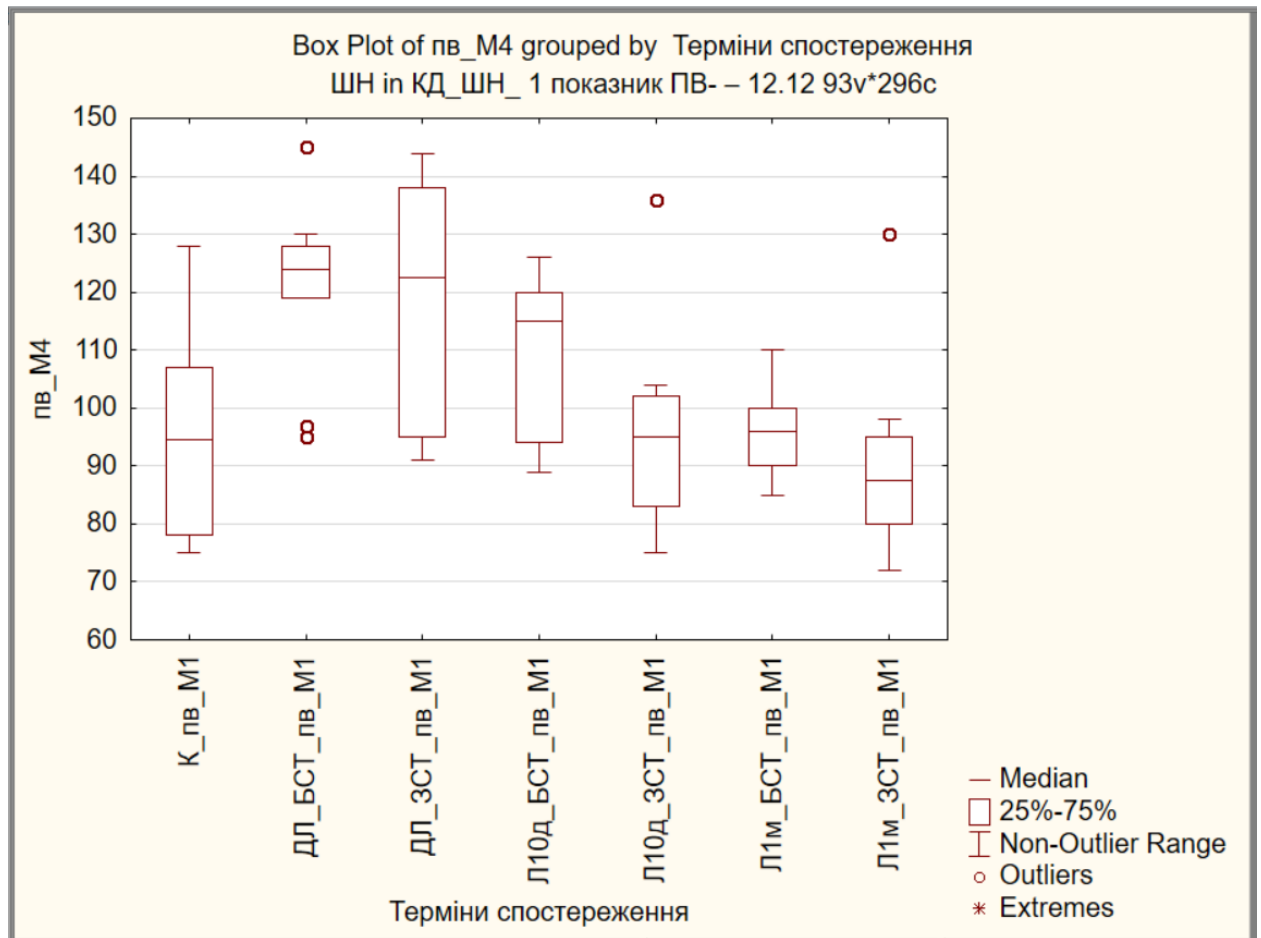


Рисунок 5.3 – Коробкові діаграми змін пройденої відстані на м'якій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні М3)



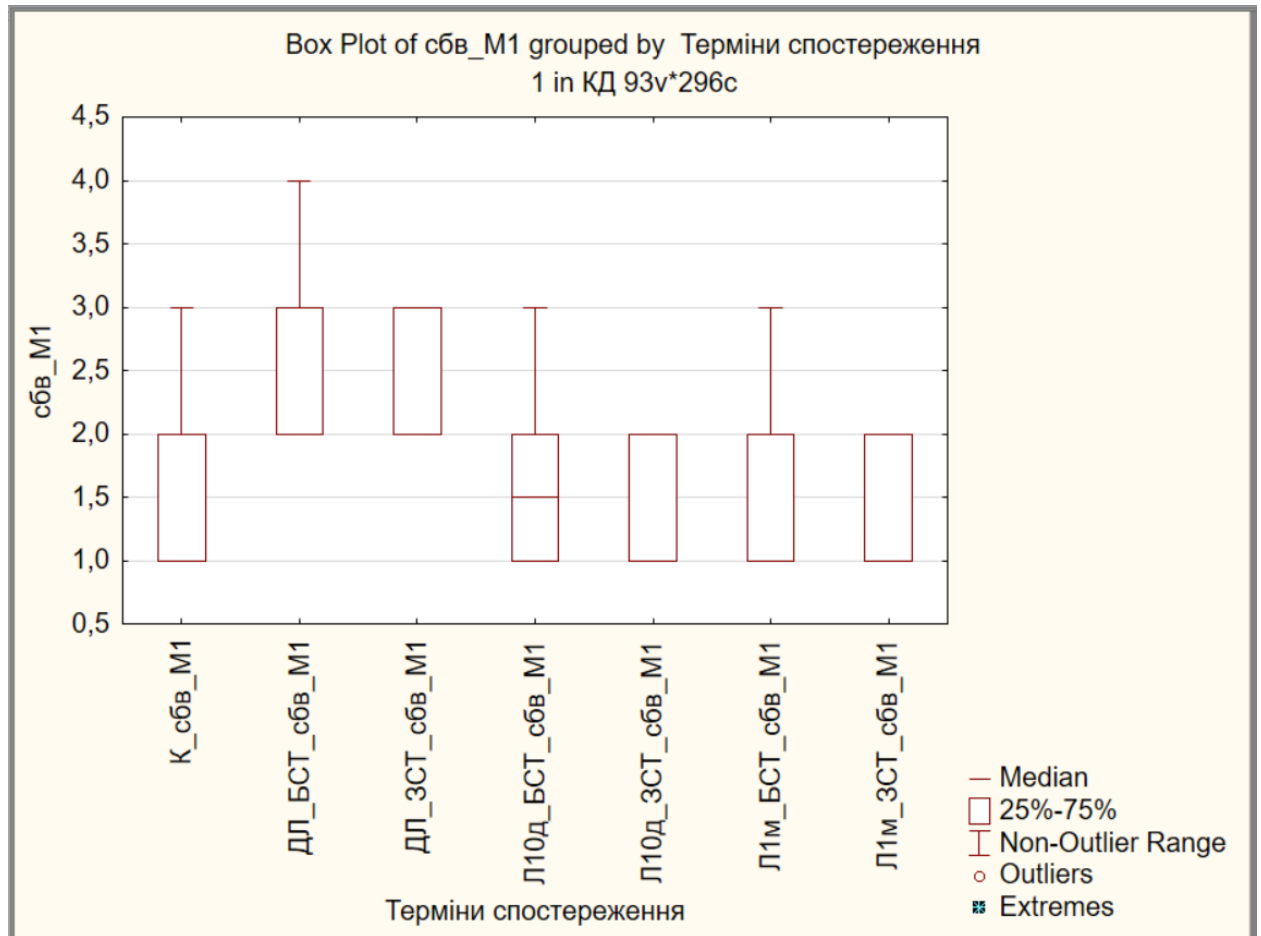
| Tukey HSD test; Variable: пв_М3 (ШН in КД_ШН_1 показник ПВ- – 12.12)<br>Marked differences are significant at p < ,05000 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                                                    | {1}<br>M=39,700 | {2}<br>M=58,500 | {3}<br>M=58,000 | {4}<br>M=54,900 | {5}<br>M=43,800 | {6}<br>M=55,300 | {7}<br>M=40,000 |
| К_пв_М1 {1}                                                                                                              |                 | 0,023368        | 0,029827        | 0,117260        | 0,990486        | 0,099808        | 1,000000        |
| ДЛ_БСТ_пв_М1 {2}                                                                                                         | 0,023368        |                 | 1,000000        | 0,995313        | 0,142432        | 0,997569        | 0,027067        |
| ДЛ_ЗСТ_пв_М1 {3}                                                                                                         | 0,029827        | 1,000000        |                 | 0,997963        | 0,171596        | 0,999091        | 0,034429        |
| Л10д_БСТ_пв_М1 {4}                                                                                                       | 0,117260        | 0,995313        | 0,997963        |                 | 0,446074        | 1,000000        | 0,131899        |
| Л10д_ЗСТ_пв_М1 {5}                                                                                                       | 0,990486        | 0,142432        | 0,171596        | 0,446074        |                 | 0,402584        | 0,993681        |
| Л1м_БСТ_пв_М1 {6}                                                                                                        | 0,099808        | 0,997569        | 0,999091        | 1,000000        | 0,402584        |                 | 0,112682        |
| Л1м_ЗСТ_пв_М1 {7}                                                                                                        | 1,000000        | 0,027067        | 0,034429        | 0,131899        | 0,993681        | 0,112682        |                 |

Рисунок 5.4 – Коробкові діаграми змін пройденої відстані на м'якій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М4)



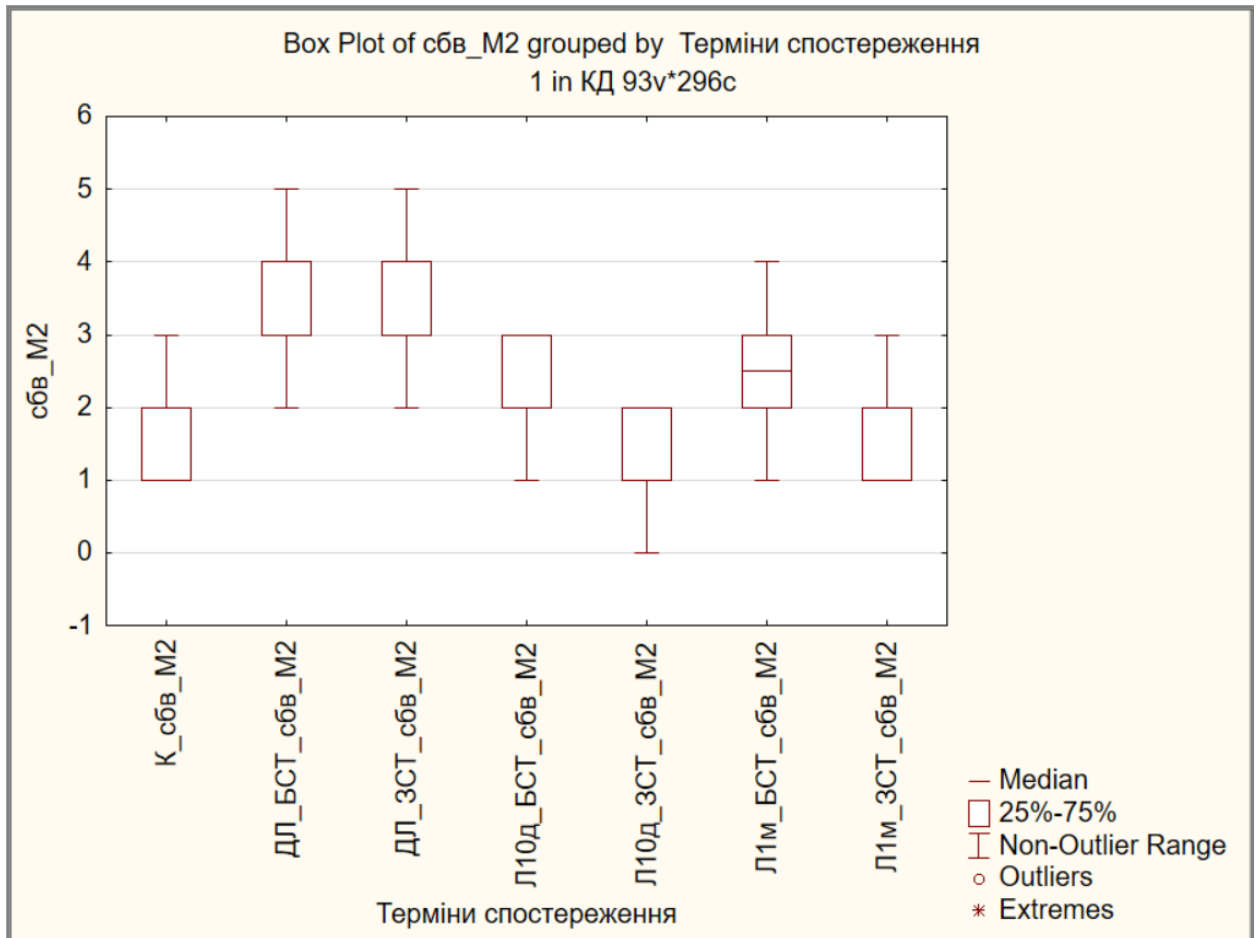
| Tukey HSD test; Variable: пв_М4 (ШН in КД_ШН_1 показник ПВ- – 12.12)<br>Marked differences are significant at $p < .05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                                                      | {1}<br>M=95,200 | {2}<br>M=120,80 | {3}<br>M=118,50 | {4}<br>M=110,10 | {5}<br>M=94,900 | {6}<br>M=96,700 | {7}<br>M=90,000 |
| К_пв_М1 {1}                                                                                                                |                 | 0,012797        | 0,031363        | 0,388248        | 1,000000        | 0,999993        | 0,990959        |
| ДЛ_БСТ_пв_М1 {2}                                                                                                           | 0,012797        |                 | 0,999917        | 0,755418        | 0,011306        | 0,023135        | 0,001405        |
| ДЛ_ЗСТ_пв_М1 {3}                                                                                                           | 0,031363        | 0,999917        |                 | 0,905618        | 0,028014        | 0,054079        | 0,003785        |
| Л10д_БСТ_пв_М1 {4}                                                                                                         | 0,388248        | 0,755418        | 0,905618        |                 | 0,364075        | 0,518112        | 0,095931        |
| Л10д_ЗСТ_пв_М1 {5}                                                                                                         | 1,000000        | 0,011306        | 0,028014        | 0,364075        |                 | 0,999980        | 0,993439        |
| Л1м_БСТ_пв_М1 {6}                                                                                                          | 0,999993        | 0,023135        | 0,054079        | 0,518112        | 0,999980        |                 | 0,966852        |
| Л1м_ЗСТ_пв_М1 {7}                                                                                                          | 0,990959        | 0,001405        | 0,003785        | 0,095931        | 0,993439        | 0,966852        |                 |

Рисунок 6.1 – Коробкові діаграми змін середньо-бокового відхилення на твердій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні М1)



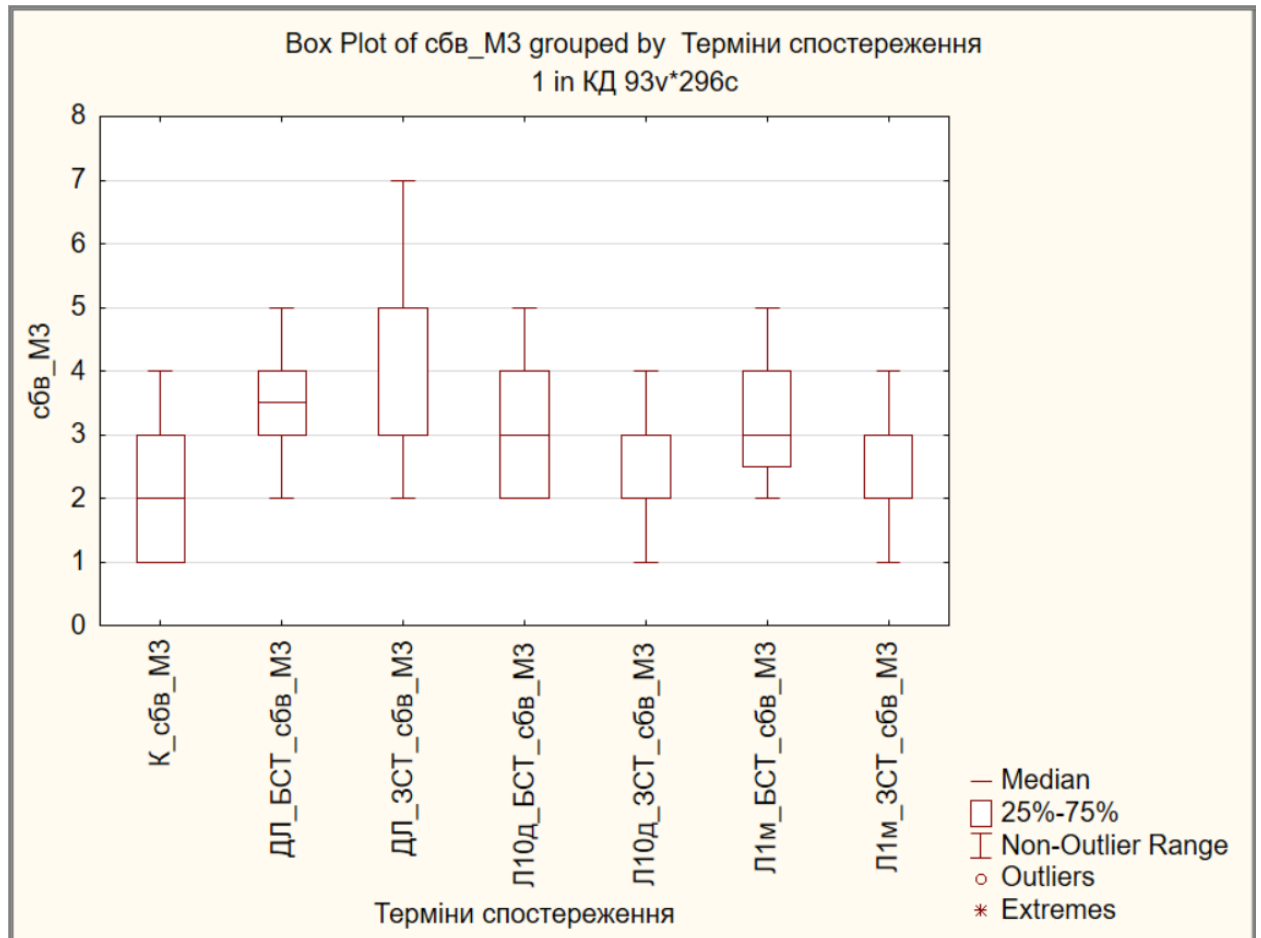
| Tukey HSD test; Variable: сбв_М1 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                            | {1}<br>M=1,5000 | {2}<br>M=2,6071 | {3}<br>M=2,6071 | {4}<br>M=1,5357 | {5}<br>M=1,3214 | {6}<br>M=1,8929 | {7}<br>M=1,3571 |
| К сбв М1 {1}                                                                                     |                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,999997        | 0,970143        | 0,404695        | 0,990580        |
| ДЛ БСТ сбв М1 {2}                                                                                | 0,000026        |                 | 1,000000        | 0,000026        | 0,000026        | 0,004640        | 0,000026        |
| ДЛ ЗСТ сбв М1 {3}                                                                                | 0,000026        | 1,000000        |                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,004640        | 0,000026        |
| Л10д БСТ сбв М1 {4}                                                                              | 0,999997        | 0,000026        | 0,000026        |                 | 0,928535        | 0,526055        | 0,970143        |
| Л10д ЗСТ сбв М1 {5}                                                                              | 0,970143        | 0,000026        | 0,000026        | 0,928535        |                 | 0,052474        | 0,999997        |
| Л1м БСТ сбв М1 {6}                                                                               | 0,404695        | 0,004640        | 0,004640        | 0,526055        | 0,052474        |                 | 0,086645        |
| 1м ЗСТ сбв М1 {7}                                                                                | 0,990580        | 0,000026        | 0,000026        | 0,970143        | 0,999997        | 0,086645        |                 |

Рисунок 6.2 – Коробкові діаграми змін середньо-бокового відхилення на твердій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М2)



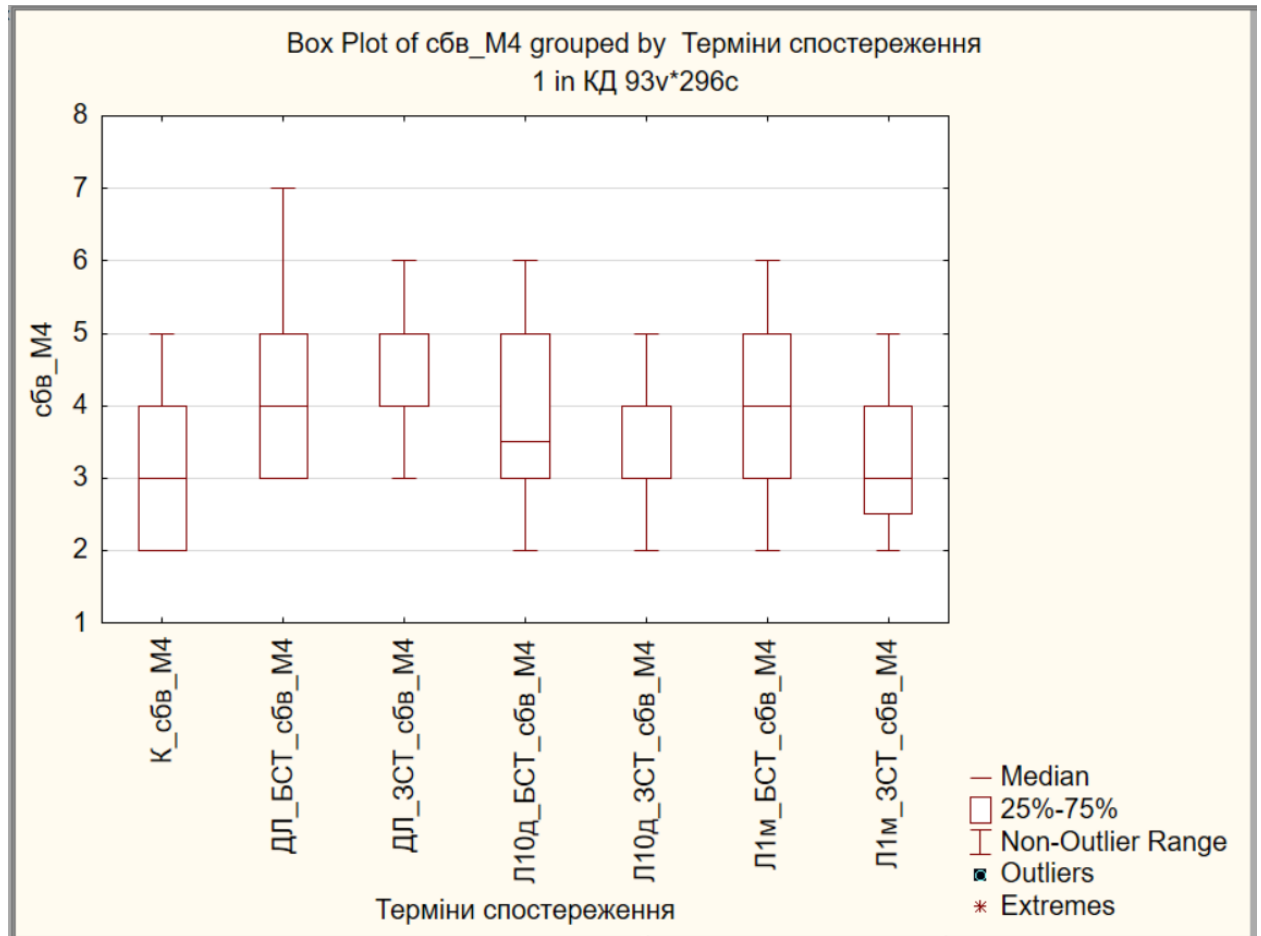
| Tukey HSD test; Variable: сбв_M2 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                            | {1}<br>M=1,3571 | {2}<br>M=3,1429 | {3}<br>M=3,2500 | {4}<br>M=2,3571 | {5}<br>M=1,2857 | {6}<br>M=2,5000 | {7}<br>M=1,6429 |
| К_сбв_M2 {1}                                                                                     |                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,000026        | 0,999688        | 0,000026        | 0,684252        |
| ДЛ_БСТ_сбв_M2 {2}                                                                                | 0,000026        |                 | 0,996864        | 0,000244        | 0,000026        | 0,006031        | 0,000026        |
| ДЛ_ЗСТ_сбв_M2 {3}                                                                                | 0,000026        | 0,996864        |                 | 0,000037        | 0,000026        | 0,000563        | 0,000026        |
| Л10д_БСТ_сбв_M2 {4}                                                                              | 0,000026        | 0,000244        | 0,000037        |                 | 0,000026        | 0,985185        | 0,001285        |
| Л10д_ЗСТ_сбв_M2 {5}                                                                              | 0,999688        | 0,000026        | 0,000026        | 0,000026        |                 | 0,000026        | 0,416846        |
| Л1м_БСТ_сбв_M2 {6}                                                                               | 0,000026        | 0,006031        | 0,000563        | 0,985185        | 0,000026        |                 | 0,000057        |
| 1м_ЗСТ_сбв_M2 {7}                                                                                | 0,684252        | 0,000026        | 0,000026        | 0,001285        | 0,416846        | 0,000057        |                 |

Рисунок 6.3 – Коробкові діаграми змін середньо-бокового відхилення на м'якій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні МЗ)



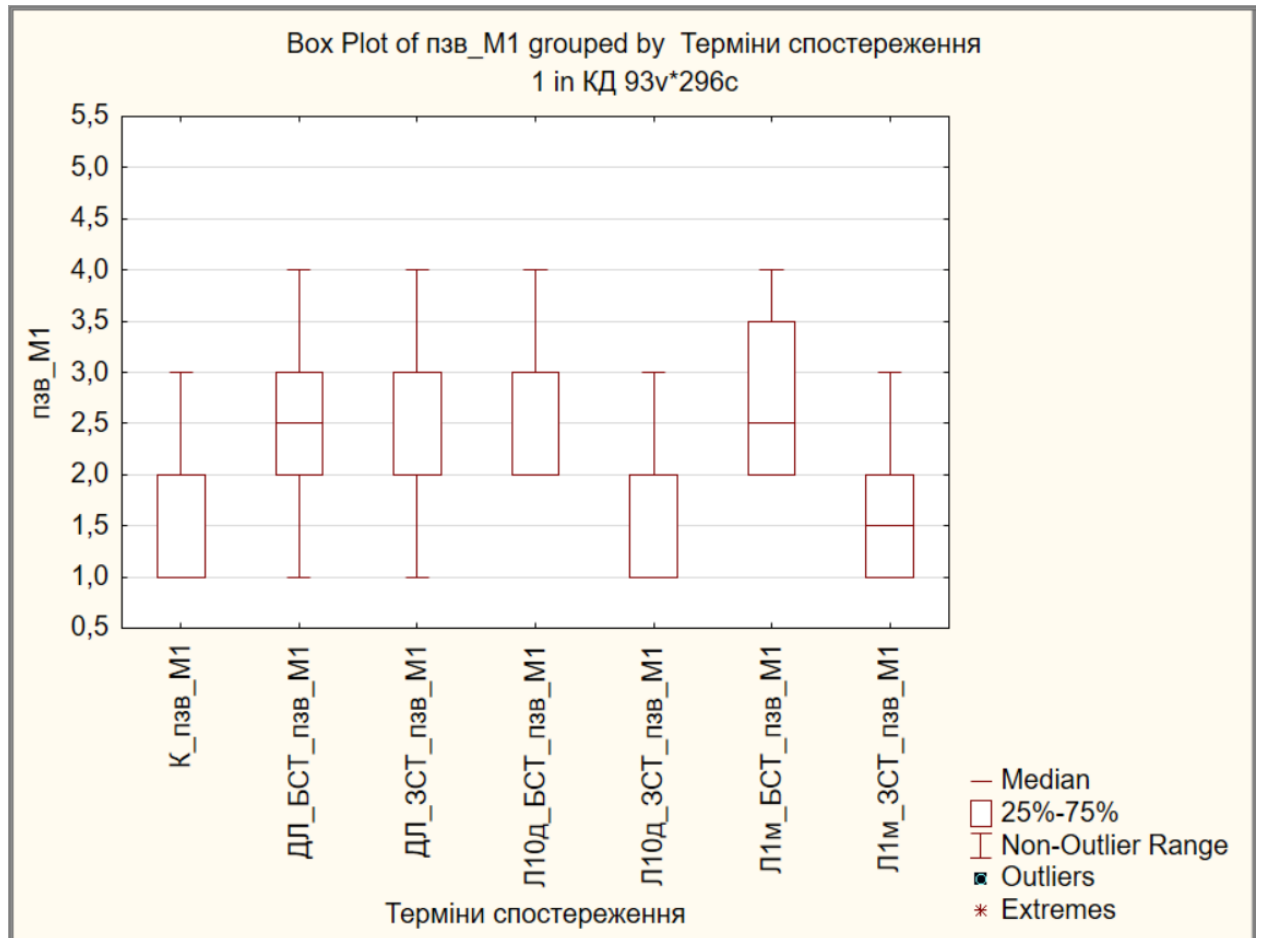
| Tukey HSD test; Variable: сбв_МЗ (1 in КД)         |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Терміни спостереження                              | {1}<br>M=2,1071 | {2}<br>M=3,4643 | {3}<br>M=3,8214 | {4}<br>M=3,2500 | {5}<br>M=2,1429 | {6}<br>M=3,1786 | {7}<br>M=2,1429 |
| К сбв_МЗ {1}                                       |                 | 0,000030        | 0,000026        | 0,000281        | 0,999999        | 0,000878        | 0,999999        |
| ДЛ БСТ сбв_МЗ {2}                                  | 0,000030        |                 | 0,822105        | 0,983304        | 0,000034        | 0,931413        | 0,000034        |
| ДЛ ЗСТ сбв_МЗ {3}                                  | 0,000026        | 0,822105        |                 | 0,306881        | 0,000026        | 0,177426        | 0,000026        |
| Л10д БСТ сбв_МЗ {4}                                | 0,000281        | 0,983304        | 0,306881        |                 | 0,000497        | 0,999967        | 0,000497        |
| Л10д ЗСТ сбв_МЗ {5}                                | 0,999999        | 0,000034        | 0,000026        | 0,000497        |                 | 0,001531        | 1,000000        |
| Л1м БСТ сбв_МЗ {6}                                 | 0,000878        | 0,931413        | 0,177426        | 0,999967        | 0,001531        |                 | 0,001531        |
| Л1м ЗСТ сбв_МЗ {7}                                 | 0,999999        | 0,000034        | 0,000026        | 0,000497        | 1,000000        | 0,001531        |                 |

Рисунок 6.4 – Коробкові діаграми змін середньо-бокового відхилення на м'якій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М4)



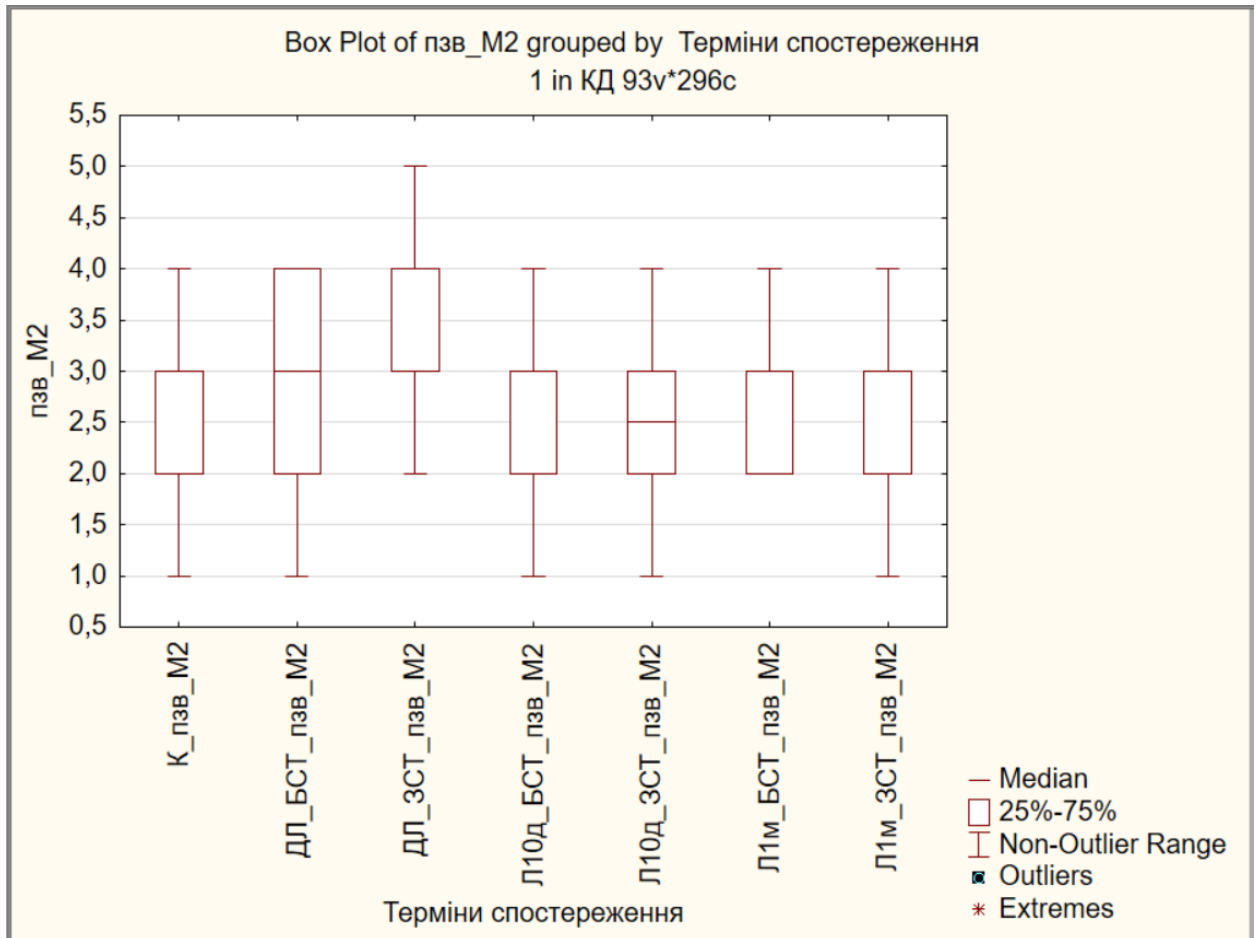
| Tukey HSD test; Variable: сбв_М4 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                            | {1}<br>M=3,2857 | {2}<br>M=4,2500 | {3}<br>M=4,1429 | {4}<br>M=3,7857 | {5}<br>M=3,4286 | {6}<br>M=3,8214 | {7}<br>M=3,3571 |
| К сбв_М4 {1}                                                                                     |                 | 0,028663        | 0,078487        | 0,666064        | 0,999255        | 0,588185        | 0,999987        |
| ДЛ_БСТ сбв_М4 {2}                                                                                | 0,028663        |                 | 0,999859        | 0,739608        | 0,105996        | 0,805931        | 0,057089        |
| ДЛ_ЗСТ сбв_М4 {3}                                                                                | 0,078487        | 0,999859        |                 | 0,908740        | 0,233534        | 0,943586        | 0,140559        |
| Л10д_БСТ сбв_М4 {4}                                                                              | 0,666064        | 0,739608        | 0,908740        |                 | 0,908740        | 1,000000        | 0,805931        |
| Л10д_ЗСТ сбв_М4 {5}                                                                              | 0,999255        | 0,105996        | 0,233534        | 0,908740        |                 | 0,862761        | 0,999987        |
| Л1м_БСТ сбв_М4 {6}                                                                               | 0,588185        | 0,805931        | 0,943586        | 1,000000        | 0,862761        |                 | 0,739608        |
| Л1м_ЗСТ сбв_М4 {7}                                                                               | 0,999987        | 0,057089        | 0,140559        | 0,805931        | 0,999987        | 0,739608        |                 |

Рисунок 7.1 – Коробкові діаграми змін передньо-заднього відхилення на твердій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні М1)



| Tukey HSD test; Variable: пзв_М1 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                            | {1}<br>M=1,6071 | {2}<br>M=2,6071 | {3}<br>M=2,6071 | {4}<br>M=2,6071 | {5}<br>M=1,7857 | {6}<br>M=2,7500 | {7}<br>M=1,6071 |
| К_пзв_М1 {1}                                                                                     |                 | 0,000051        | 0,000051        | 0,000051        | 0,977933        | 0,000026        | 1,000000        |
| ДЛ_БСТ_пзв_М1 {2}                                                                                | 0,000051        |                 | 1,000000        | 1,000000        | 0,001417        | 0,993176        | 0,000051        |
| ДЛ_ЗСТ_пзв_М1 {3}                                                                                | 0,000051        | 1,000000        |                 | 1,000000        | 0,001417        | 0,993176        | 0,000051        |
| Л10д_БСТ_пзв_М1 {4}                                                                              | 0,000051        | 1,000000        | 1,000000        |                 | 0,001417        | 0,993176        | 0,000051        |
| Л10д_ЗСТ_пзв_М1 {5}                                                                              | 0,977933        | 0,001417        | 0,001417        | 0,001417        |                 | 0,000086        | 0,977933        |
| Л1м_БСТ_пзв_М1 {6}                                                                               | 0,000026        | 0,993176        | 0,993176        | 0,993176        | 0,000086        |                 | 0,000026        |
| Л1м_ЗСТ_пзв_М1 {7}                                                                               | 1,000000        | 0,000051        | 0,000051        | 0,000051        | 0,977933        | 0,000026        |                 |

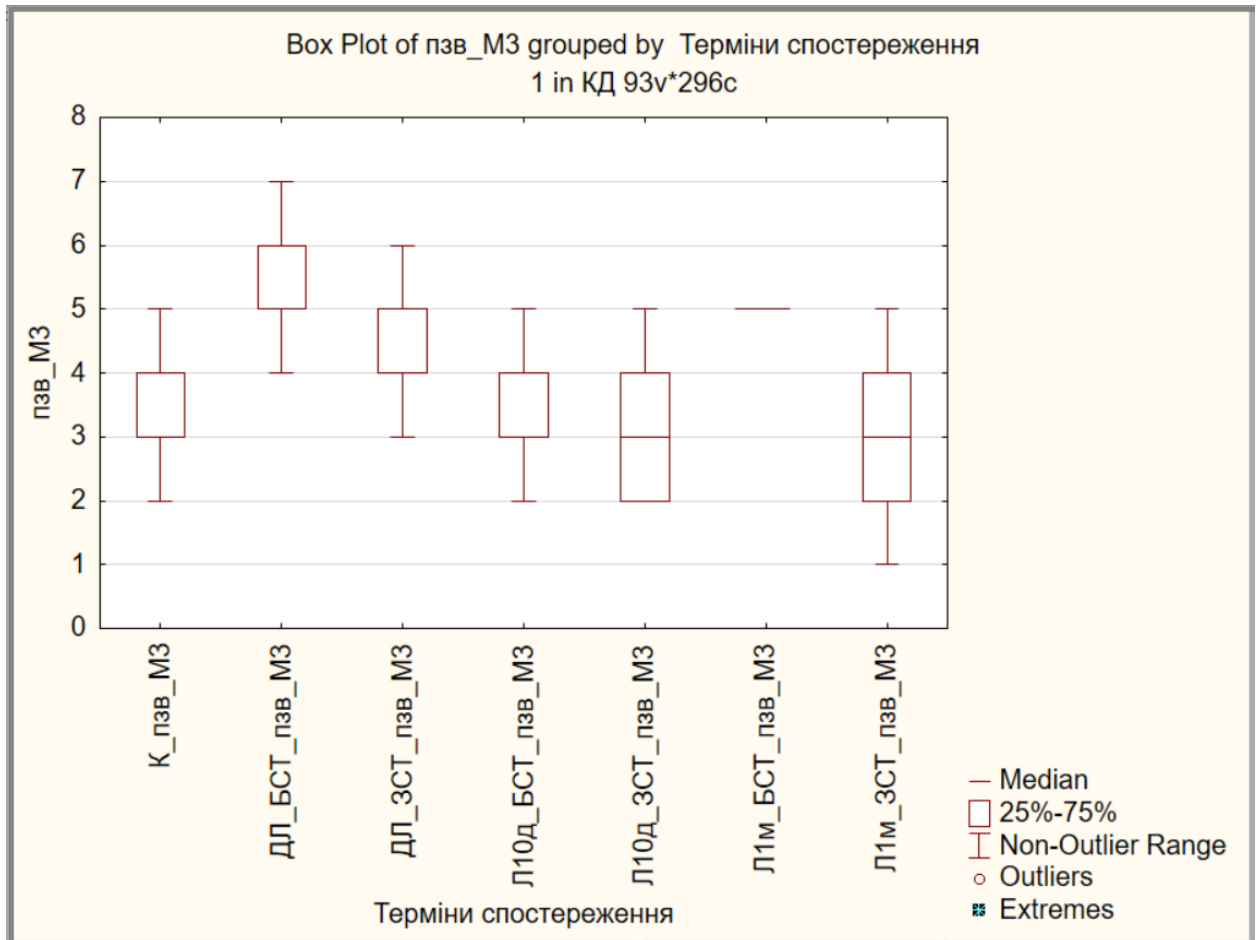
Рисунок 7.2 – Коробкові діаграми змін передньо-заднього відхилення на твердій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М2)



|                       | Tukey HSD test; Variable: пзв_М2 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at p < ,05000 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження | {1}<br>M=2,6786                                                                                | {2}<br>M=2,8929 | {3}<br>M=3,4643 | {4}<br>M=2,6786 | {5}<br>M=2,4643 | {6}<br>M=2,8929 | {7}<br>M=2,4643 |
| К пзв М2 {1}          |                                                                                                | 0,977666        | 0,025530        | 1,000000        | 0,977666        | 0,977666        | 0,977666        |
| ДЛ БСТ пзв М2 {2}     | 0,977666                                                                                       |                 | 0,240862        | 0,977666        | 0,596025        | 1,000000        | 0,596025        |
| ДЛ ЗСТ пзв М2 {3}     | 0,025530                                                                                       | 0,240862        |                 | 0,025530        | 0,001078        | 0,240862        | 0,001078        |
| Л10д БСТ пзв М2 {4}   | 1,000000                                                                                       | 0,977666        | 0,025530        |                 | 0,977666        | 0,977666        | 0,977666        |
| Л10д ЗСТ пзв М2 {5}   | 0,977666                                                                                       | 0,596025        | 0,001078        | 0,977666        |                 | 0,596025        | 1,000000        |
| Л1м БСТ пзв М2 {6}    | 0,977666                                                                                       | 1,000000        | 0,240862        | 0,977666        | 0,596025        |                 | 0,596025        |
| Л1м ЗСТ пзв М2 {7}    | 0,977666                                                                                       | 0,596025        | 0,001078        | 0,977666        | 1,000000        | 0,596025        |                 |

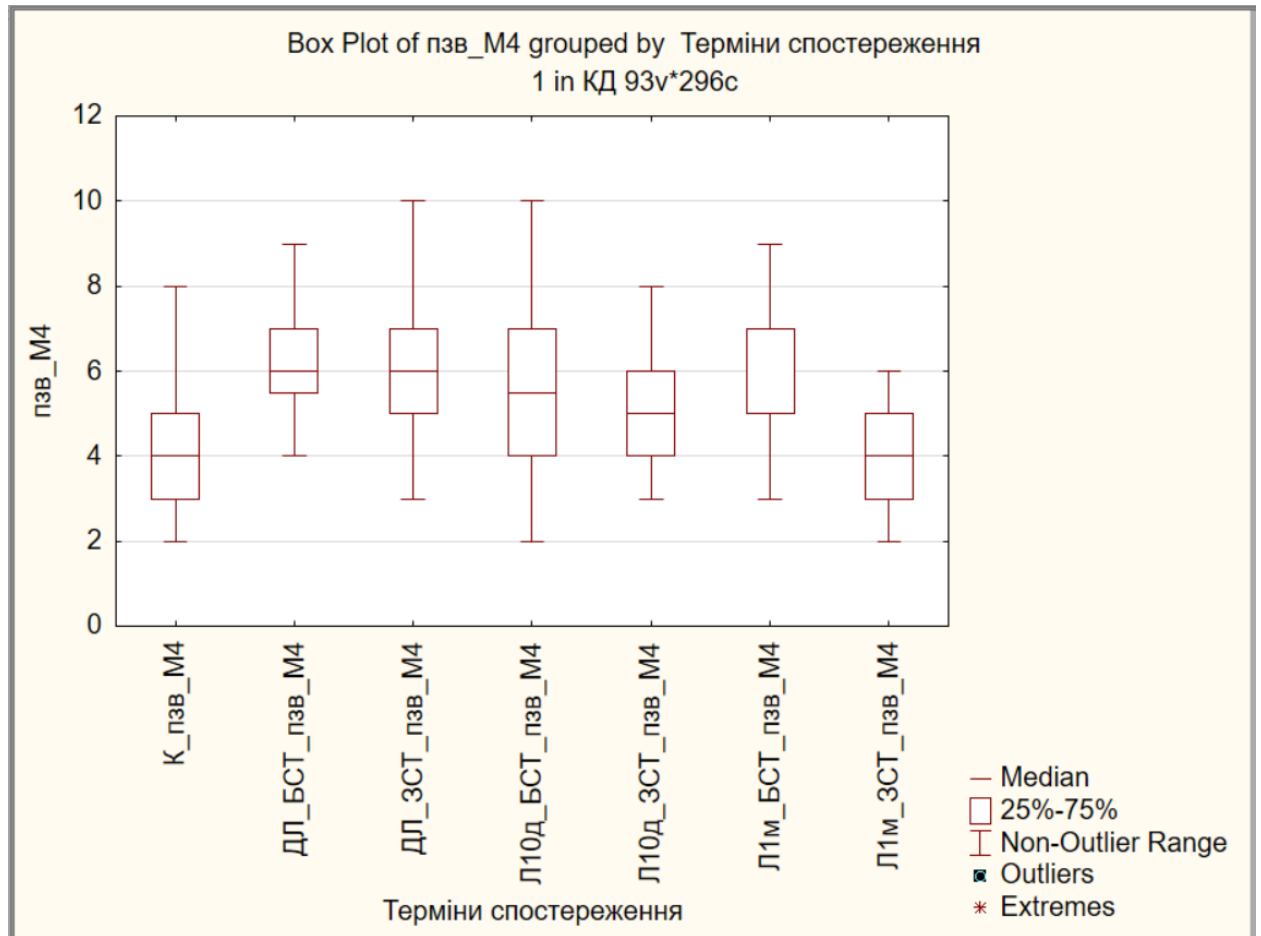


Рисунок 7.3 – Коробкові діаграми змін передньо-заднього відхилення на м'якій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні МЗ)



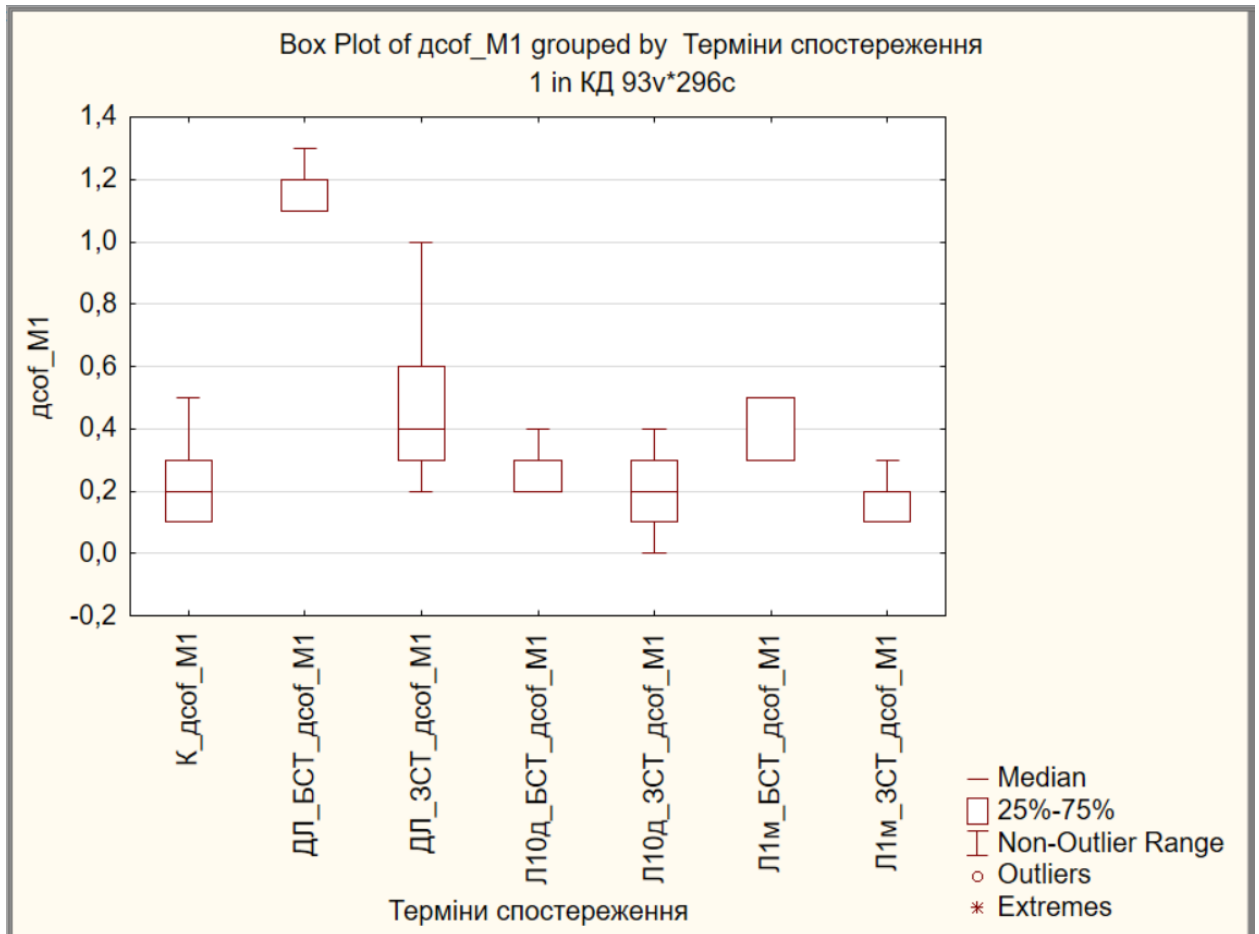
| Tukey HSD test; Variable: пзв_МЗ (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                            | {1}<br>M=3,2143 | {2}<br>M=5,3214 | {3}<br>M=4,7500 | {4}<br>M=3,2857 | {5}<br>M=3,2143 | {6}<br>M=4,9643 | {7}<br>M=2,9643 |
| К_пзв_МЗ {1}                                                                                     |                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,999978        | 1,000000        | 0,000026        | 0,974675        |
| ДЛ_БСТ_пзв_МЗ {2}                                                                                | 0,000026        |                 | 0,397819        | 0,000026        | 0,000026        | 0,867321        | 0,000026        |
| ДЛ_ЗСТ_пзв_МЗ {3}                                                                                | 0,000026        | 0,397819        |                 | 0,000029        | 0,000026        | 0,988587        | 0,000026        |
| Л10д_БСТ_пзв_МЗ {4}                                                                              | 0,999978        | 0,000026        | 0,000029        |                 | 0,999978        | 0,000026        | 0,915840        |
| Л10д_ЗСТ_пзв_МЗ {5}                                                                              | 1,000000        | 0,000026        | 0,000026        | 0,999978        |                 | 0,000026        | 0,974675        |
| Л1м_БСТ_пзв_МЗ {6}                                                                               | 0,000026        | 0,867321        | 0,988587        | 0,000026        | 0,000026        |                 | 0,000026        |
| Л1м_ЗСТ_пзв_МЗ {7}                                                                               | 0,974675        | 0,000026        | 0,000026        | 0,915840        | 0,974675        | 0,000026        |                 |

Рисунок 7.4 – Коробкові діаграми змін передньо-заднього на м'якій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М4)



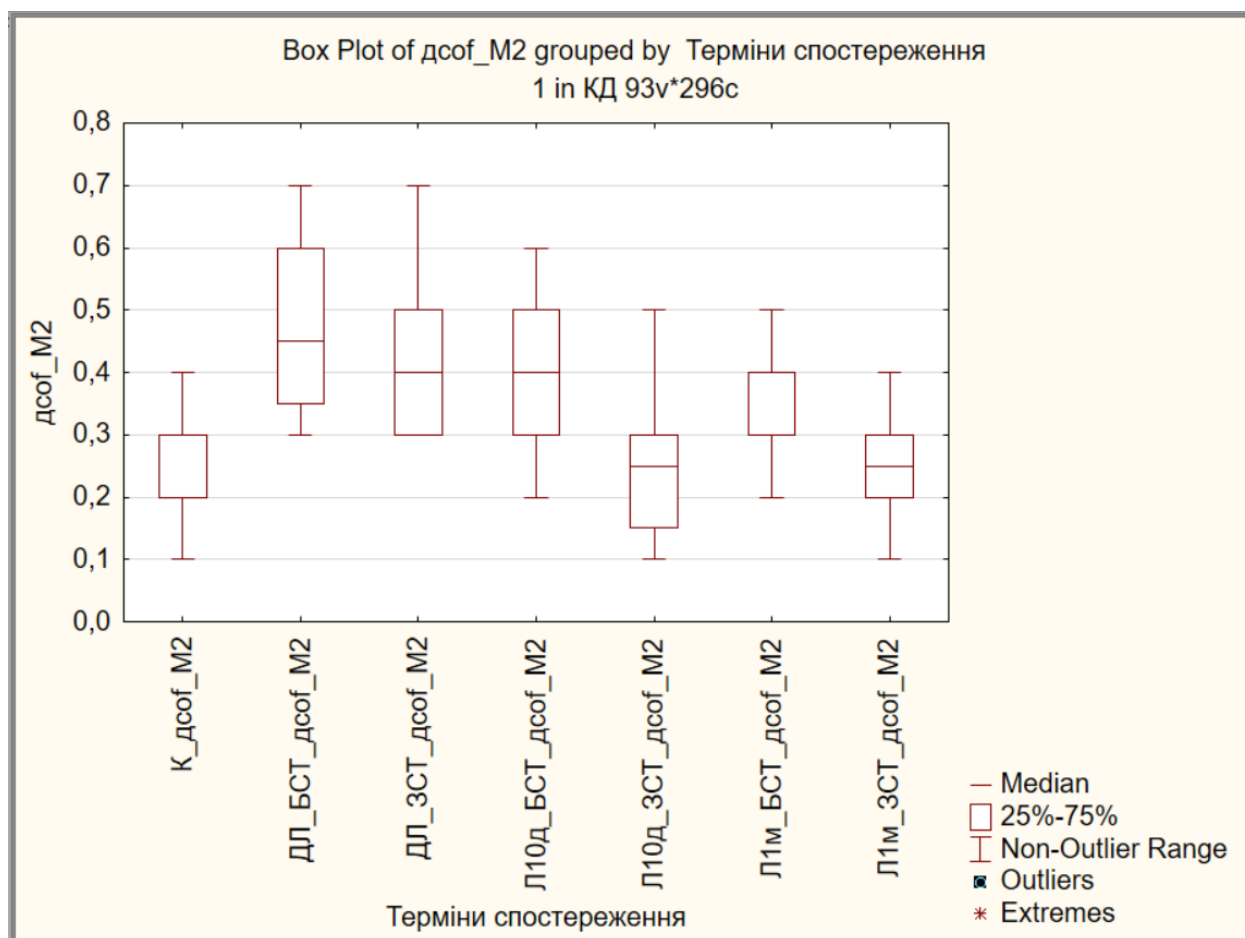
|                       |          | Tukey HSD test; Variable: пзв_М4 (1 in КД)       |          |          |          |          |          |  |
|-----------------------|----------|--------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
|                       |          | Marked differences are significant at p < ,05000 |          |          |          |          |          |  |
| Терміни спостереження | {1}      | {2}                                              | {3}      | {4}      | {5}      | {6}      | {7}      |  |
|                       | M=4,4286 | M=6,5357                                         | M=6,1071 | M=5,4286 | M=5,0714 | M=6,2500 | M=4,2143 |  |
| К_пзв_М4 {1}          |          | 0,000097                                         | 0,004303 | 0,298053 | 0,796110 | 0,001258 | 0,999198 |  |
| ДЛ_БСТ_пзв_М4 {2}     | 0,000097 |                                                  | 0,965951 | 0,185872 | 0,022245 | 0,995955 | 0,000032 |  |
| ДЛ_ЗСТ_пзв_М4 {3}     | 0,004303 | 0,965951                                         |          | 0,751313 | 0,256926 | 0,999924 | 0,000658 |  |
| Л10д_БСТ_пзв_М4 {4}   | 0,298053 | 0,185872                                         | 0,751313 |          | 0,986550 | 0,545931 | 0,107148 |  |
| Л10д_ЗСТ_пзв_М4 {5}   | 0,796110 | 0,022245                                         | 0,256926 | 0,986550 |          | 0,129846 | 0,492696 |  |
| Л1м_БСТ_пзв_М4 {6}    | 0,001258 | 0,995955                                         | 0,999924 | 0,545931 | 0,129846 |          | 0,000178 |  |
| Л1м_ЗСТ_пзв_М4 {7}    | 0,999198 | 0,000032                                         | 0,000658 | 0,107148 | 0,492696 | 0,000178 |          |  |

Рисунок 8.1 – Коробкові діаграми змін ділянки статокінезіограми (ділянки COF) на твердій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні М1)



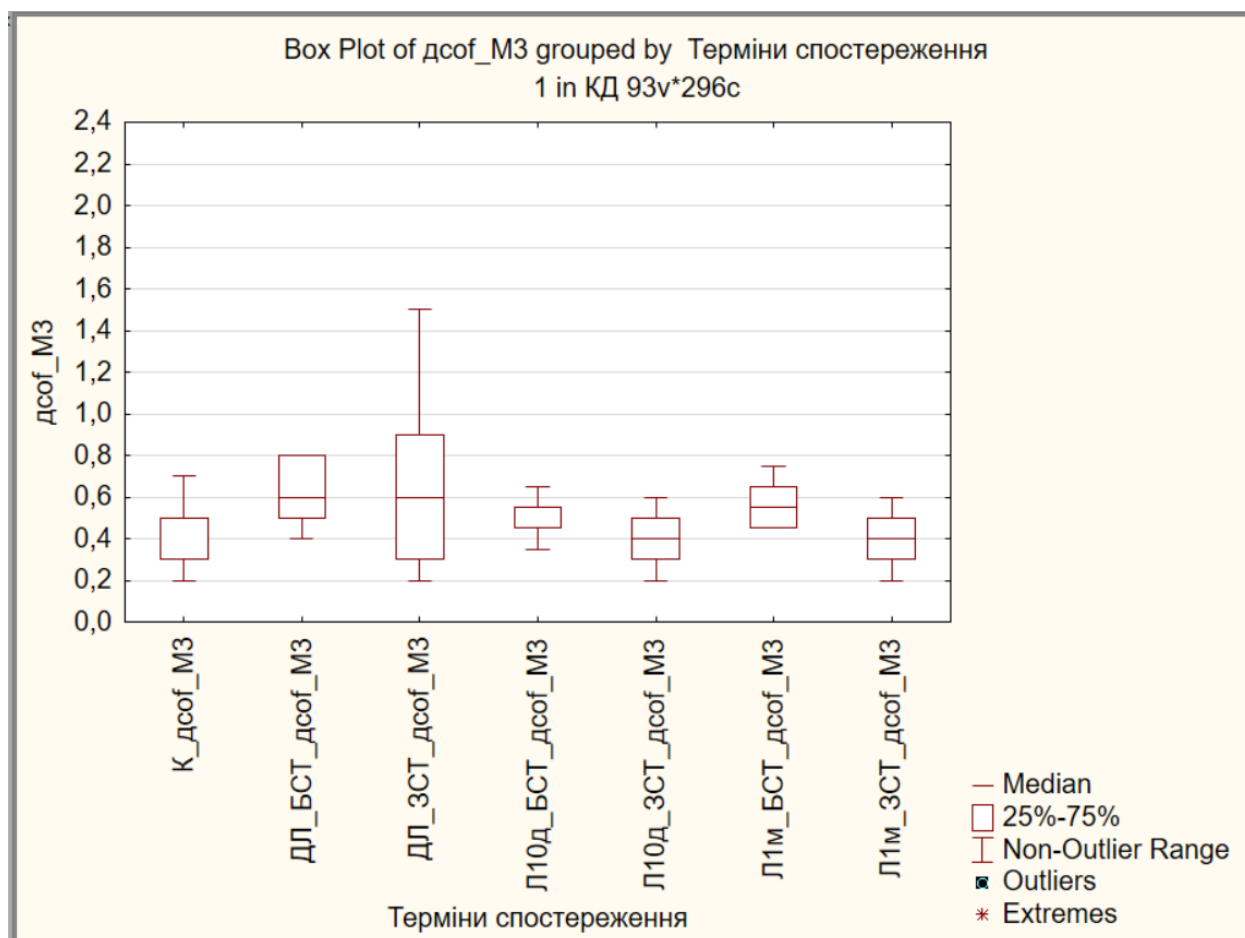
| Tukey HSD test; Variable: дcof_M1 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                             | {1}<br>M=,19286 | {2}<br>M=1,1893 | {3}<br>M=,50000 | {4}<br>M=,26786 | {5}<br>M=,19643 | {6}<br>M=,39286 | {7}<br>M=,16786 |
| К_дcof_M1 {1}                                                                                     |                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,228367        | 1,000000        | 0,000026        | 0,987120        |
| ДЛ_БСТ_дcof_M1 {2}                                                                                | 0,000026        |                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,000026        | 0,000026        | 0,000026        |
| ДЛ_ЗСТ_дcof_M1 {3}                                                                                | 0,000026        | 0,000026        |                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,015100        | 0,000026        |
| Л10д_БСТ_дcof_M1 {4}                                                                              | 0,228367        | 0,000026        | 0,000026        |                 | 0,283798        | 0,001962        | 0,030875        |
| Л10д_ЗСТ_дcof_M1 {5}                                                                              | 1,000000        | 0,000026        | 0,000026        | 0,283798        |                 | 0,000026        | 0,974377        |
| Л1м_БСТ_дcof_M1 {6}                                                                               | 0,000026        | 0,000026        | 0,015100        | 0,001962        | 0,000026        |                 | 0,000026        |
| Л1м_ЗСТ_дcof_M1 {7}                                                                               | 0,987120        | 0,000026        | 0,000026        | 0,030875        | 0,974377        | 0,000026        |                 |

Рисунок 8.2 – Коробкові діаграми змін ділянки статокінезіограми (ділянки COF) на твердій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М2)



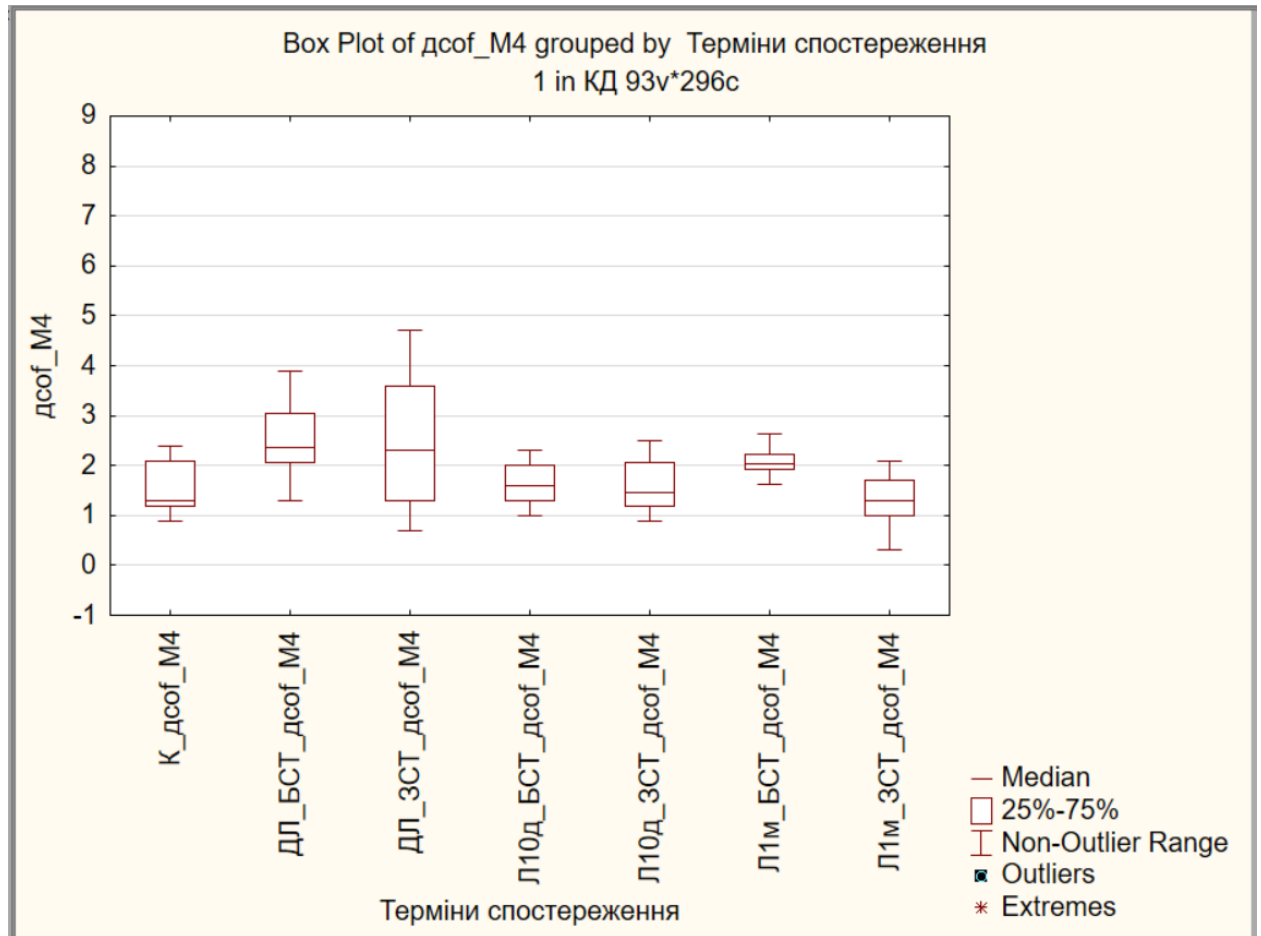
| Tukey HSD test; Variable: дcof_M2 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                             | {1}<br>M=,24286 | {2}<br>M=,45714 | {3}<br>M=,46429 | {4}<br>M=,37500 | {5}<br>M=,24643 | {6}<br>M=,37500 | {7}<br>M=,25714 |
| К_дcof_M2 {1}                                                                                     |                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,000924        | 1,000000        | 0,000924        | 0,999450        |
| ДЛ_БСТ_дcof_M2 {2}                                                                                | 0,000026        |                 | 0,999991        | 0,147804        | 0,000026        | 0,147804        | 0,000026        |
| ДЛ_ЗСТ_дcof_M2 {3}                                                                                | 0,000026        | 0,999991        |                 | 0,085753        | 0,000026        | 0,085753        | 0,000026        |
| Л10д_БСТ_дcof_M2 {4}                                                                              | 0,000924        | 0,147804        | 0,085753        |                 | 0,001448        | 1,000000        | 0,005215        |
| Л10д_ЗСТ_дcof_M2 {5}                                                                              | 1,000000        | 0,000026        | 0,000026        | 0,001448        |                 | 0,001448        | 0,999897        |
| Л1м_БСТ_дcof_M2 {6}                                                                               | 0,000924        | 0,147804        | 0,085753        | 1,000000        | 0,001448        |                 | 0,005215        |
| Л1м_ЗСТ_дcof_M2 {7}                                                                               | 0,999450        | 0,000026        | 0,000026        | 0,005215        | 0,999897        | 0,005215        |                 |

Рисунок 8.3 – Коробкові діаграми змін ділянки статокінезіограми (ділянки COF) на м'якій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні МЗ)



| Tukey HSD test; Variable: дcof_M3 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                             | {1}<br>M=,44643 | {2}<br>M=,63929 | {3}<br>M=,78571 | {4}<br>M=,47500 | {5}<br>M=,39286 | {6}<br>M=,56071 | {7}<br>M=,41071 |
| К_дcof_M3 {1}                                                                                     |                 | 0,035414        | 0,000027        | 0,999344        | 0,979371        | 0,536853        | 0,997675        |
| ДЛ_БСТ_дcof_M3 {2}                                                                                | 0,035414        |                 | 0,230833        | 0,122528        | 0,001748        | 0,874899        | 0,005221        |
| ДЛ_ЗСТ_дcof_M3 {3}                                                                                | 0,000027        | 0,230833        |                 | 0,000040        | 0,000026        | 0,006446        | 0,000026        |
| Л10д_БСТ_дcof_M3 {4}                                                                              | 0,999344        | 0,122528        | 0,000040        |                 | 0,849683        | 0,821913        | 0,949209        |
| Л10д_ЗСТ_дcof_M3 {5}                                                                              | 0,979371        | 0,001748        | 0,000026        | 0,849683        |                 | 0,106505        | 0,999958        |
| Л1м_БСТ_дcof_M3 {6}                                                                               | 0,536853        | 0,874899        | 0,006446        | 0,821913        | 0,106505        |                 | 0,205238        |
| Л1м_ЗСТ_дcof_M3 {7}                                                                               | 0,997675        | 0,005221        | 0,000026        | 0,949209        | 0,999958        | 0,205238        |                 |

Рисунок 8.4 – Коробкові діаграми змін ділянки статокінезіограми (ділянки COF) на м'якій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М4)



| Tukey HSD test; Variable: дcof_M4 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                             | {1}<br>M=1,4929 | {2}<br>M=2,4679 | {3}<br>M=2,7143 | {4}<br>M=1,5607 | {5}<br>M=1,5750 | {6}<br>M=2,1729 | {7}<br>M=1,3607 |
| К_дcof_M4 {1}                                                                                     |                 | 0,000072        | 0,000026        | 0,999901        | 0,999698        | 0,017602        | 0,995533        |
| ДЛ_БСТ_дcof_M4 {2}                                                                                | 0,000072        |                 | 0,897891        | 0,000253        | 0,000337        | 0,788135        | 0,000027        |
| ДЛ_ЗСТ_дcof_M4 {3}                                                                                | 0,000026        | 0,897891        |                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,120933        | 0,000026        |
| Л10д_БСТ_дcof_M4 {4}                                                                              | 0,999901        | 0,000253        | 0,000026        |                 | 1,000000        | 0,048616        | 0,961130        |
| Л10д_ЗСТ_дcof_M4 {5}                                                                              | 0,999698        | 0,000337        | 0,000026        | 1,000000        |                 | 0,059171        | 0,945875        |
| Л1м_БСТ_дcof_M4 {6}                                                                               | 0,017602        | 0,788135        | 0,120933        | 0,048616        | 0,059171        |                 | 0,001692        |
| Л1м_ЗСТ_дcof_M4 {7}                                                                               | 0,995533        | 0,000027        | 0,000026        | 0,961130        | 0,945875        | 0,001692        |                 |

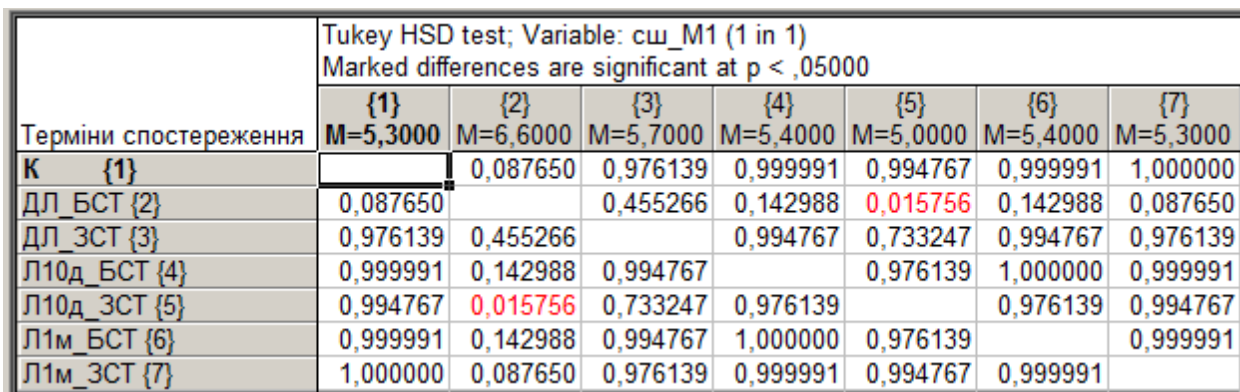
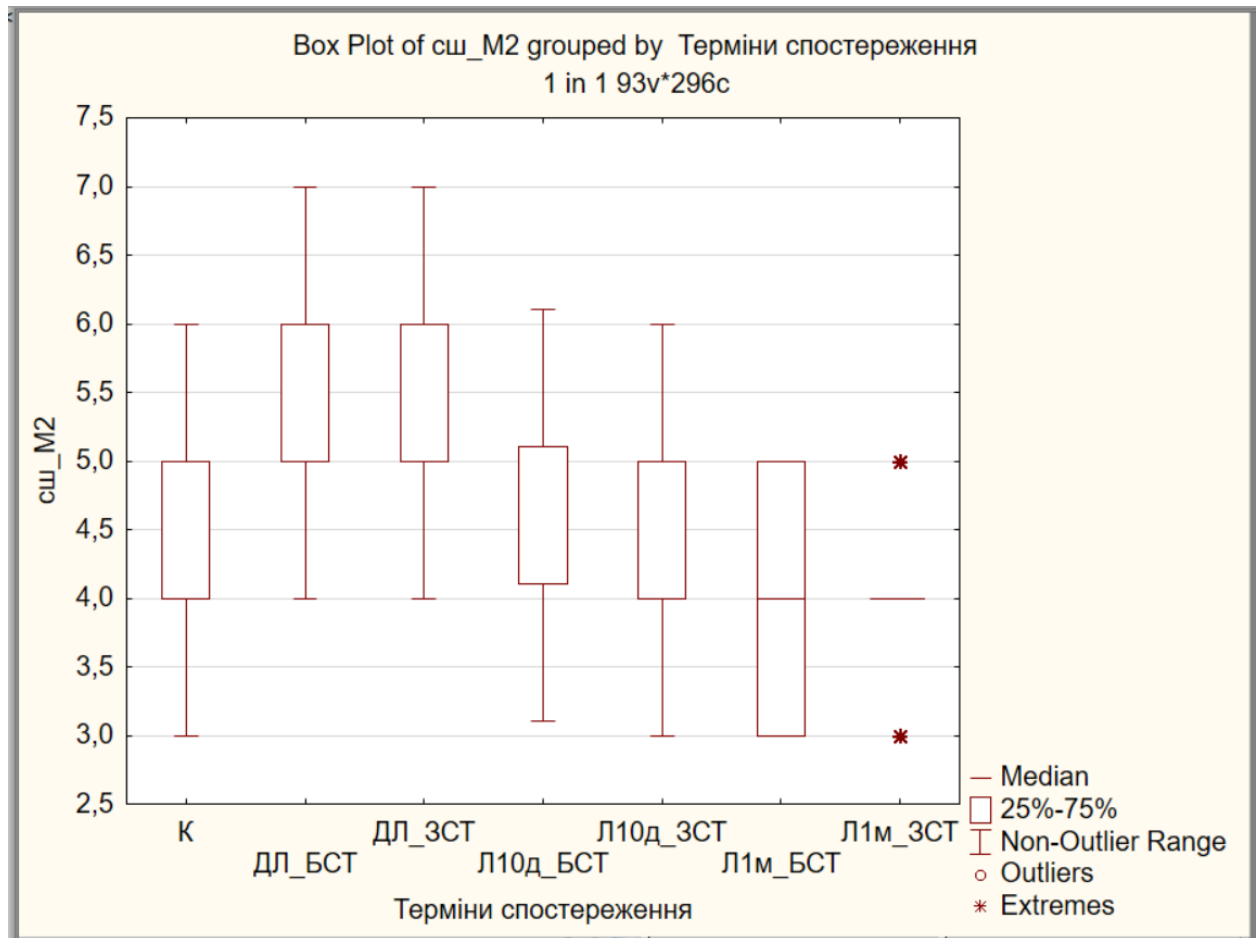


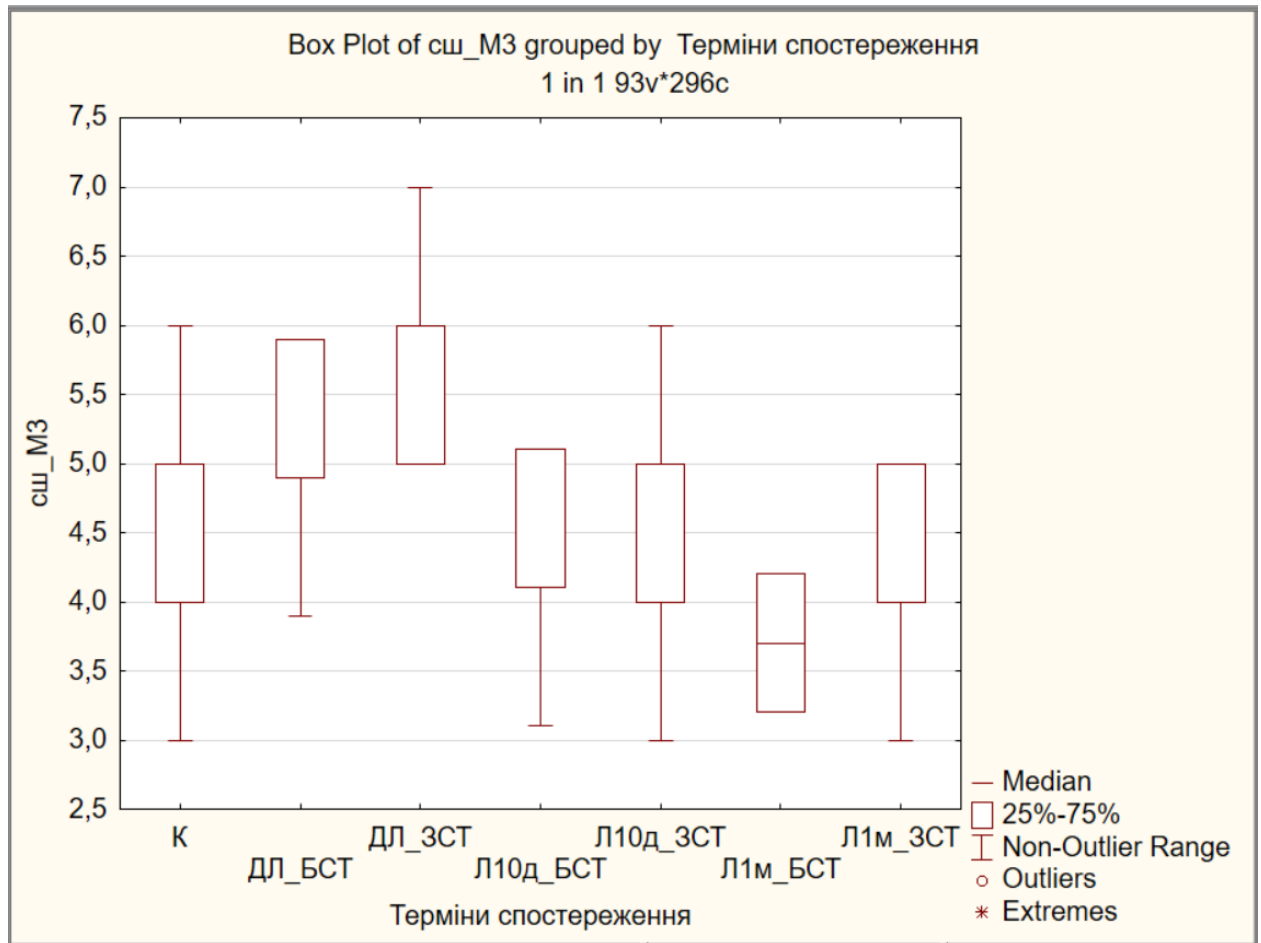
Рисунок 9.2 – Коробкові діаграми змін середньої швидкості переміщення на твердій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М2)



|                       |  | Tukey HSD test; Variable: cш_M2 (1 in 1)<br>Marked differences are significant at p < ,05000 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження |  | {1}<br>M=4,3000                                                                              | {2}<br>M=5,4000 | {3}<br>M=5,4000 | {4}<br>M=4,6000 | {5}<br>M=4,6000 | {6}<br>M=4,0000 | {7}<br>M=4,0000 |
| К {1}                 |  |                                                                                              | 0,063779        | 0,063779        | 0,983736        | 0,983736        | 0,983736        | 0,983736        |
| ДЛ_БСТ {2}            |  | 0,063779                                                                                     |                 | 1,000000        | 0,339831        | 0,339831        | 0,006742        | 0,006742        |
| ДЛ_ЗСТ {3}            |  | 0,063779                                                                                     | 1,000000        |                 | 0,339831        | 0,339831        | 0,006742        | 0,006742        |
| Л10д_БСТ {4}          |  | 0,983736                                                                                     | 0,339831        | 0,339831        |                 | 1,000000        | 0,677112        | 0,677112        |
| Л10д_ЗСТ {5}          |  | 0,983736                                                                                     | 0,339831        | 0,339831        | 1,000000        |                 | 0,677112        | 0,677112        |
| Л1м_БСТ {6}           |  | 0,983736                                                                                     | 0,006742        | 0,006742        | 0,677112        | 0,677112        |                 | 1,000000        |
| Л1м_ЗСТ {7}           |  | 0,983736                                                                                     | 0,006742        | 0,006742        | 0,677112        | 0,677112        | 1,000000        |                 |

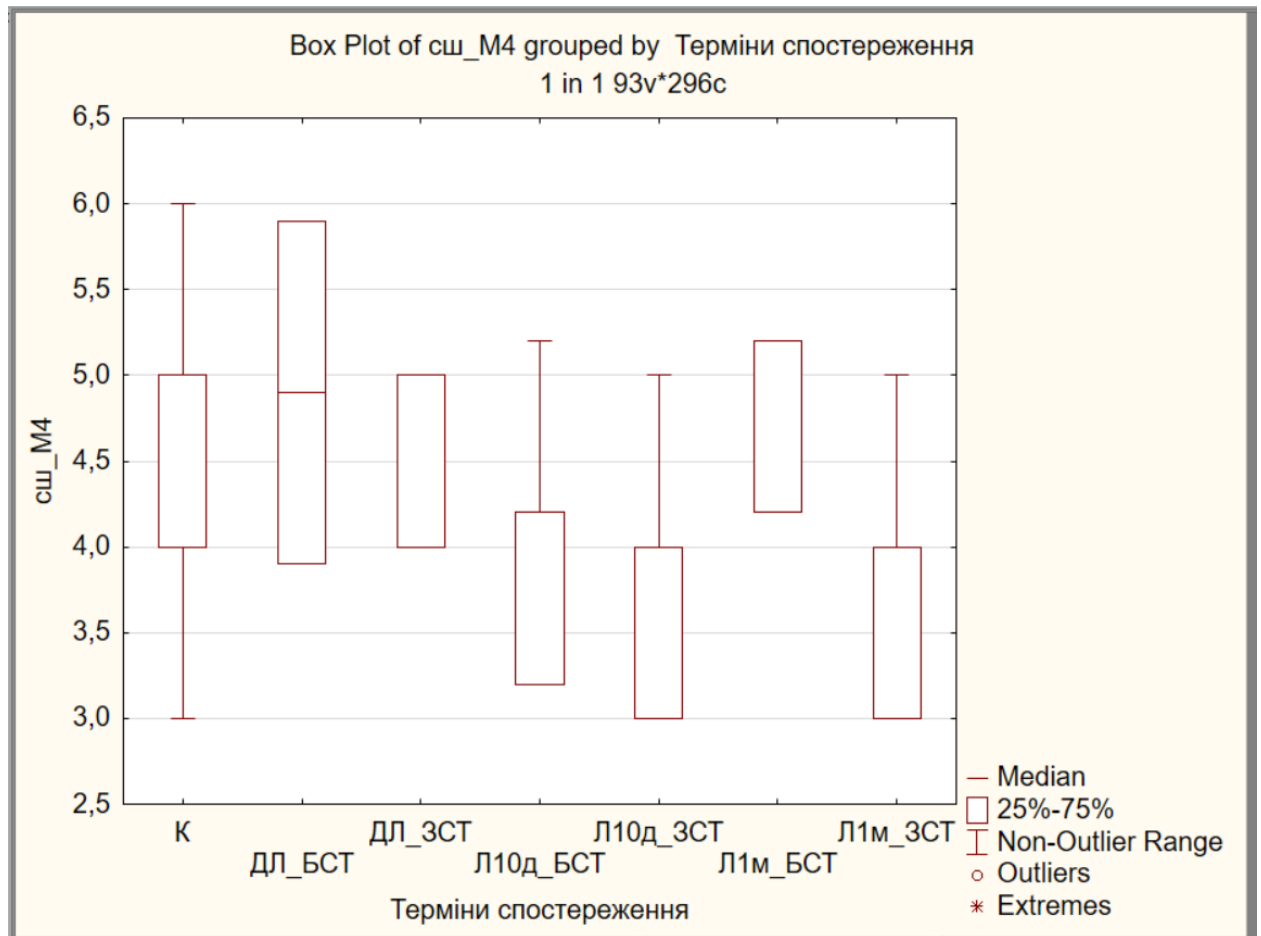


Рисунок 9.3 – Коробкові діаграми змін середньої швидкості переміщення на м'якій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні МЗ)



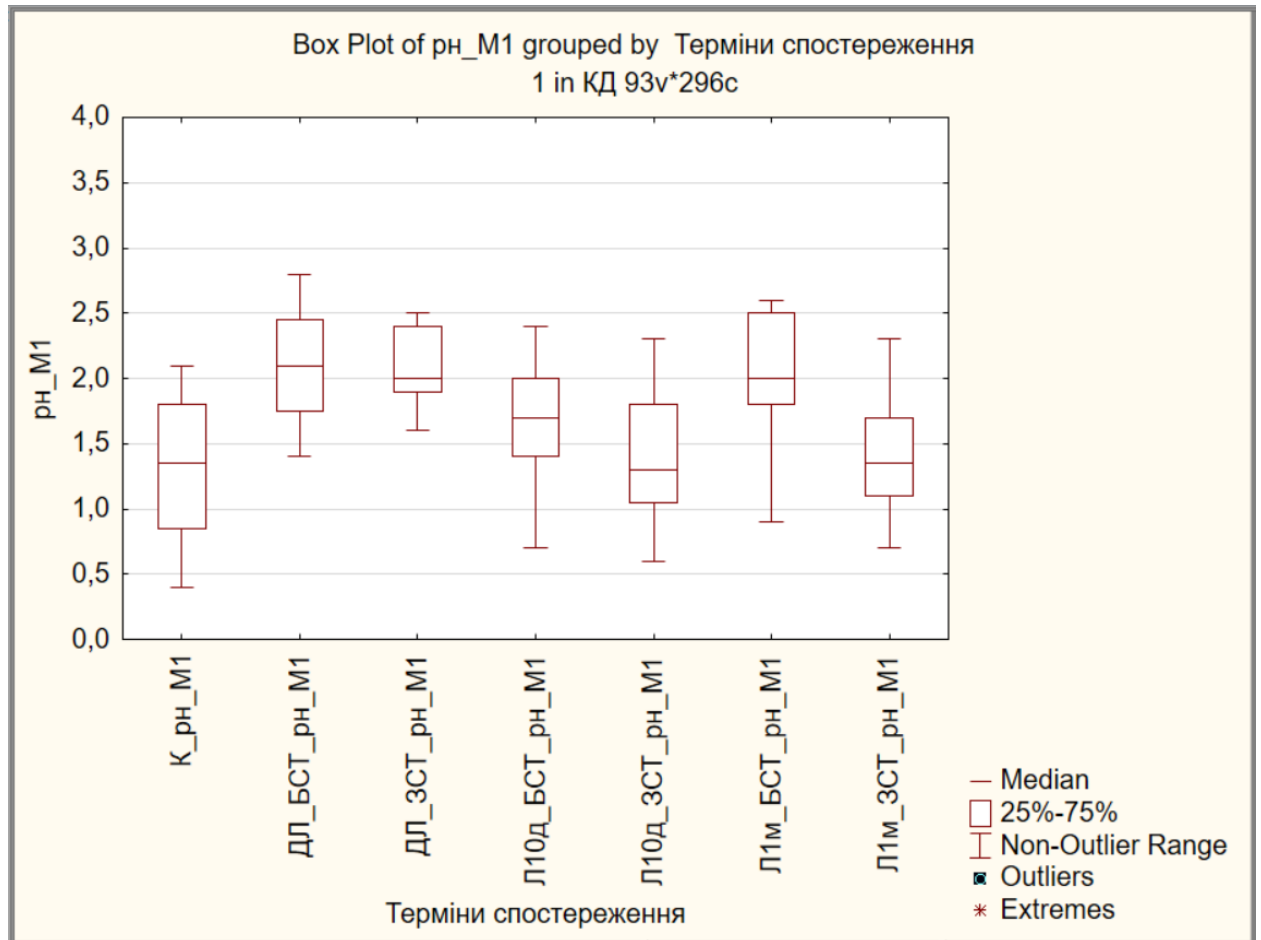
| Tukey HSD test; Variable: $cш\_M3$ (1 in 1)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                             | {1}<br>M=4,3000 | {2}<br>M=5,4000 | {3}<br>M=5,8000 | {4}<br>M=4,4000 | {5}<br>M=4,6000 | {6}<br>M=3,7000 | {7}<br>M=4,1000 |
| К {1}                                                                                             |                 | 0,022518        | 0,000585        | 0,999936        | 0,969393        | 0,537644        | 0,996393        |
| ДЛ_БСТ {2}                                                                                        | 0,022518        |                 | 0,885507        | 0,050882        | 0,203107        | 0,000175        | 0,003681        |
| ДЛ_ЗСТ {3}                                                                                        | 0,000585        | 0,885507        |                 | 0,001428        | 0,009336        | 0,000131        | 0,000175        |
| Л10д_БСТ {4}                                                                                      | 0,999936        | 0,050882        | 0,001428        |                 | 0,996393        | 0,349802        | 0,969393        |
| Л10д_ЗСТ {5}                                                                                      | 0,969393        | 0,203107        | 0,009336        | 0,996393        |                 | 0,106378        | 0,732137        |
| Л1м_БСТ {6}                                                                                       | 0,537644        | 0,000175        | 0,000131        | 0,349802        | 0,106378        |                 | 0,885507        |
| Л1м_ЗСТ {7}                                                                                       | 0,996393        | 0,003681        | 0,000175        | 0,969393        | 0,732137        | 0,885507        |                 |

Рисунок 9.4 – Коробкові діаграми змін середньої швидкості переміщення на м'якій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М4)



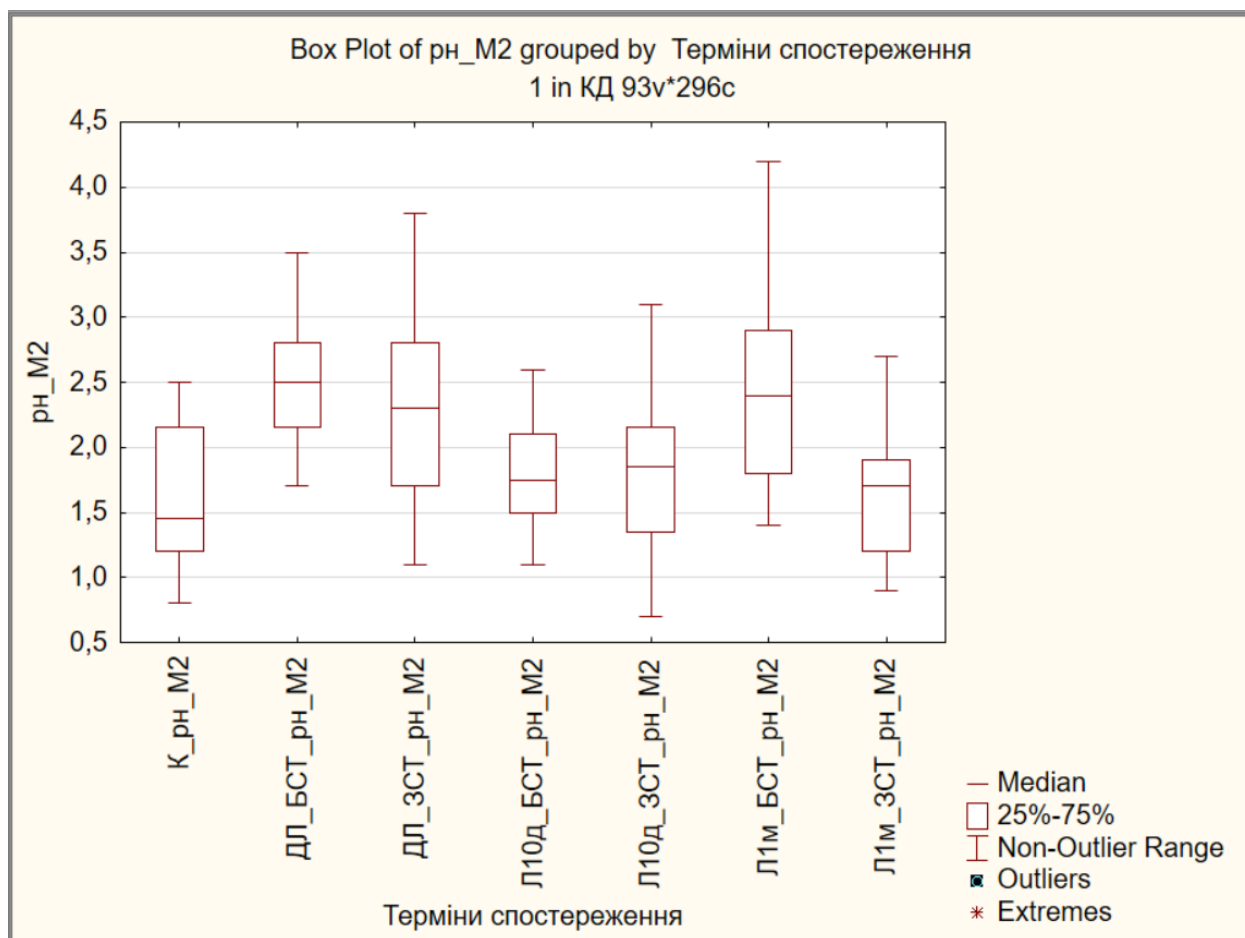
|                       |  | Tukey HSD test; Variable: $cш\_M4$ (1 in 1)        |          |          |          |          |          |          |
|-----------------------|--|----------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                       |  | Marked differences are significant at $p < ,05000$ |          |          |          |          |          |          |
| Терміни спостереження |  | {1}                                                | {2}      | {3}      | {4}      | {5}      | {6}      | {7}      |
|                       |  | M=4,3000                                           | M=4,9000 | M=4,7000 | M=3,6000 | M=3,5000 | M=4,5000 | M=3,5000 |
| К {1}                 |  |                                                    | 0,453659 | 0,848219 | 0,270087 | 0,141945 | 0,994723 | 0,141945 |
| ДЛ_БСТ {2}            |  | 0,453659                                           |          | 0,994723 | 0,001524 | 0,000584 | 0,848219 | 0,000584 |
| ДЛ_ЗСТ {3}            |  | 0,848219                                           | 0,994723 |          | 0,011312 | 0,004206 | 0,994723 | 0,004206 |
| Л10д_БСТ {4}          |  | 0,270087                                           | 0,001524 | 0,011312 |          | 0,999905 | 0,066830 | 0,999905 |
| Л10д_ЗСТ {5}          |  | 0,141945                                           | 0,000584 | 0,004206 | 0,999905 |          | 0,028611 | 1,000000 |
| Л1м_БСТ {6}           |  | 0,994723                                           | 0,848219 | 0,994723 | 0,066830 | 0,028611 |          | 0,028611 |
| Л1м_ЗСТ {7}           |  | 0,141945                                           | 0,000584 | 0,004206 | 0,999905 | 1,000000 | 0,028611 |          |

Рисунок 10.1 – Коробкові діаграми змін розподілу навантаження на твердій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні М1)



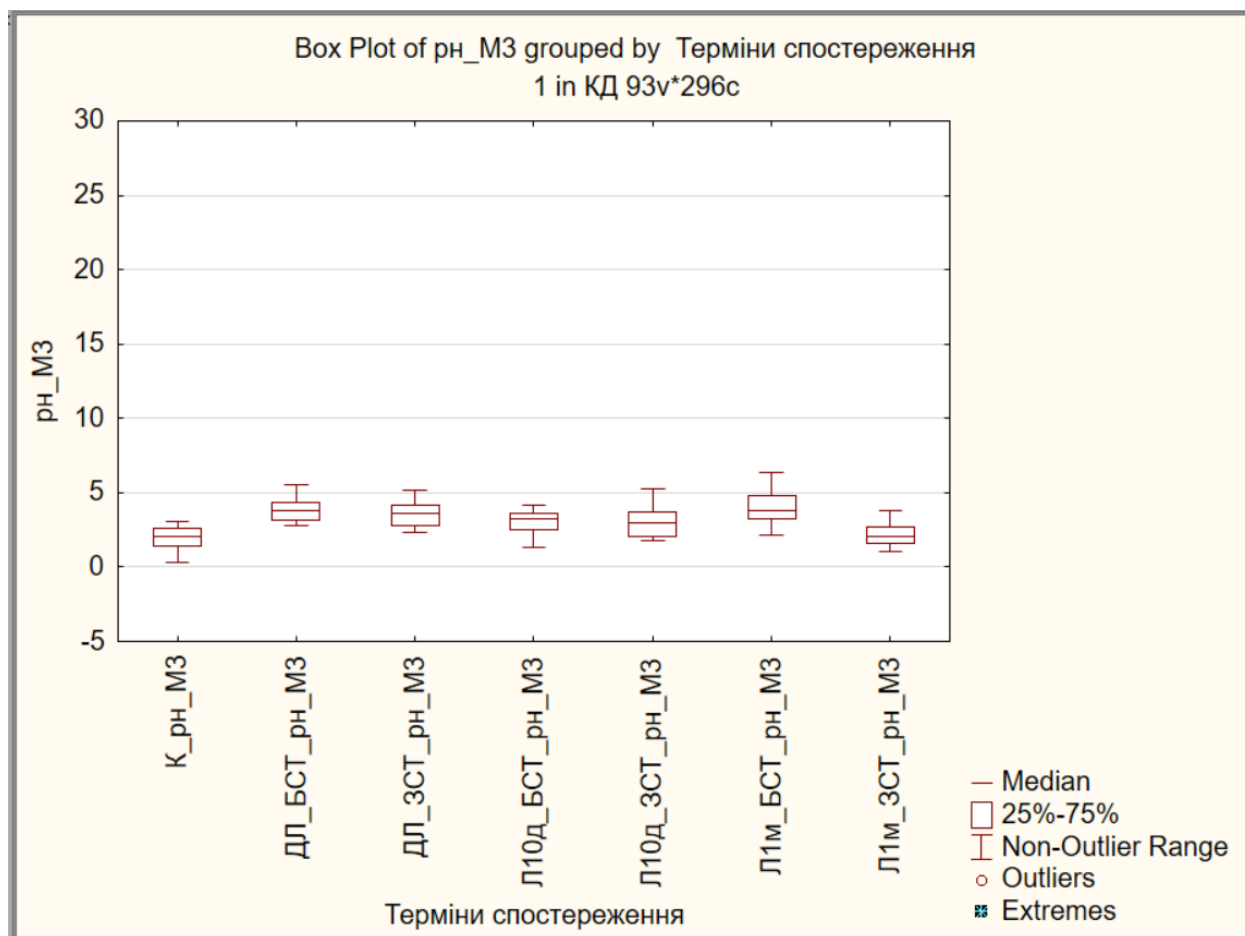
| Терміни спостереження | Tukey HSD test; Variable: рн_M1 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < .05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                       | {1}<br>M=1,3964                                                                                 | {2}<br>M=2,1000 | {3}<br>M=2,2321 | {4}<br>M=1,6643 | {5}<br>M=1,3964 | {6}<br>M=1,8821 | {7}<br>M=1,4036 |
| К_рн_M1 {1}           |                                                                                                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,325744        | 1,000000        | 0,001936        | 1,000000        |
| ДЛ_БСТ_рн_M1 {2}      | 0,000026                                                                                        |                 | 0,939991        | 0,008759        | 0,000026        | 0,585432        | 0,000026        |
| ДЛ_ЗСТ_рн_M1 {3}      | 0,000026                                                                                        | 0,939991        |                 | 0,000130        | 0,000026        | 0,074811        | 0,000026        |
| Л10д_БСТ_рн_M1 {4}    | 0,325744                                                                                        | 0,008759        | 0,000130        |                 | 0,325744        | 0,585432        | 0,359450        |
| Л10д_ЗСТ_рн_M1 {5}    | 1,000000                                                                                        | 0,000026        | 0,000026        | 0,325744        |                 | 0,001936        | 1,000000        |
| Л1м_БСТ_рн_M1 {6}     | 0,001936                                                                                        | 0,585432        | 0,074811        | 0,585432        | 0,001936        |                 | 0,002427        |
| Л1м_ЗСТ_рн_M1 {7}     | 1,000000                                                                                        | 0,000026        | 0,000026        | 0,359450        | 1,000000        | 0,002427        |                 |

Рисунок 10.2 – Коробкові діаграми змін розподілу навантаження на твердій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М2)



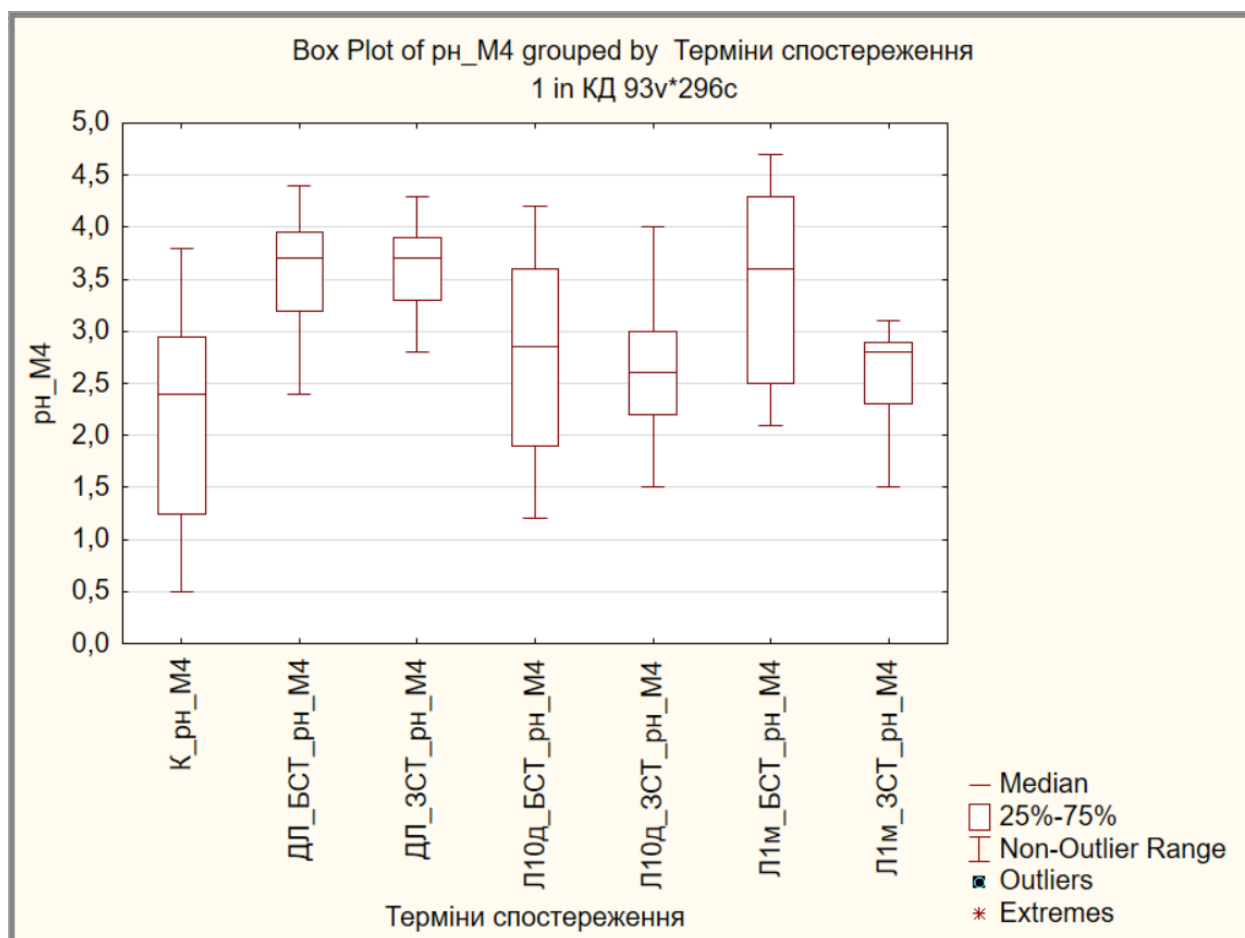
| Tukey HSD test; Variable: рн_M2 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                           | {1}<br>M=1,7214 | {2}<br>M=2,5500 | {3}<br>M=2,3679 | {4}<br>M=1,9786 | {5}<br>M=1,7607 | {6}<br>M=2,3143 | {7}<br>M=1,7500 |
| К_рн_M2 {1}                                                                                     |                 | 0,000038        | 0,002092        | 0,720556        | 0,999986        | 0,007067        | 0,999998        |
| ДЛ_БСТ_рн_M2 {2}                                                                                | 0,000038        |                 | 0,931038        | 0,011114        | 0,000069        | 0,795809        | 0,000057        |
| ДЛ_ЗСТ_рн_M2 {3}                                                                                | 0,002092        | 0,931038        |                 | 0,228908        | 0,005157        | 0,999913        | 0,004056        |
| Л10д_БСТ_рн_M2 {4}                                                                              | 0,720556        | 0,011114        | 0,228908        |                 | 0,850065        | 0,407830        | 0,818532        |
| Л10д_ЗСТ_рн_M2 {5}                                                                              | 0,999986        | 0,000069        | 0,005157        | 0,850065        |                 | 0,015980        | 1,000000        |
| Л11м_БСТ_рн_M2 {6}                                                                              | 0,007067        | 0,795809        | 0,999913        | 0,407830        | 0,015980        |                 | 0,012872        |
| Л11м_ЗСТ_рн_M2 {7}                                                                              | 0,999998        | 0,000057        | 0,004056        | 0,818532        | 1,000000        | 0,012872        |                 |

Рисунок 10.3 – Коробкові діаграми змін розподілу навантаження на м'якій поверхні з відкритими очима (у функціональному положенні МЗ)



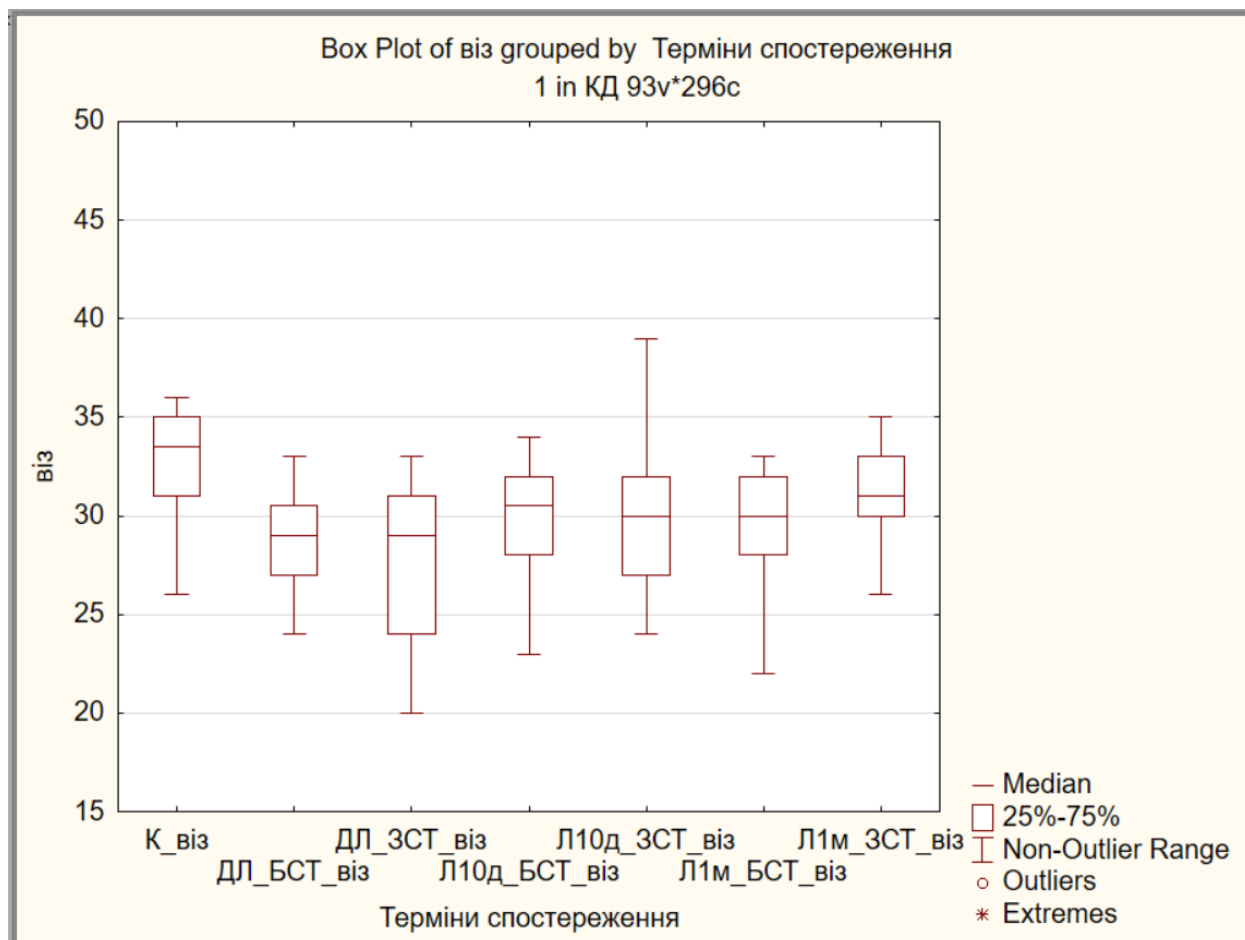
| Tukey HSD test; Variable: рн_МЗ (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                           | {1}<br>M=2,0536 | {2}<br>M=3,7929 | {3}<br>M=3,9429 | {4}<br>M=3,0536 | {5}<br>M=3,8464 | {6}<br>M=3,8000 | {7}<br>M=2,1321 |
| К_рн_МЗ {1}                                                                                     |                 | 0,019290        | 0,007361        | 0,498215        | 0,013818        | 0,018464        | 0,999999        |
| ДЛ_БСТ_рн_МЗ {2}                                                                                | 0,019290        |                 | 0,999960        | 0,810176        | 1,000000        | 1,000000        | 0,030784        |
| ДЛ_ЗСТ_рн_МЗ {3}                                                                                | 0,007361        | 0,999960        |                 | 0,639000        | 0,999997        | 0,999970        | 0,012331        |
| Л10д_БСТ_рн_МЗ {4}                                                                              | 0,498215        | 0,810176        | 0,639000        |                 | 0,753837        | 0,803055        | 0,598401        |
| Л10д_ЗСТ_рн_МЗ {5}                                                                              | 0,013818        | 1,000000        | 0,999997        | 0,753837        |                 | 1,000000        | 0,022448        |
| Л1м_БСТ_рн_МЗ {6}                                                                               | 0,018464        | 1,000000        | 0,999970        | 0,803055        | 1,000000        |                 | 0,029536        |
| Л1м_ЗСТ_рн_МЗ {7}                                                                               | 0,999999        | 0,030784        | 0,012331        | 0,598401        | 0,022448        | 0,029536        |                 |

Рисунок 10.4 – Коробкові діаграми змін розподілу навантаження на м'якій поверхні з закритими очима (у функціональному положенні М4)



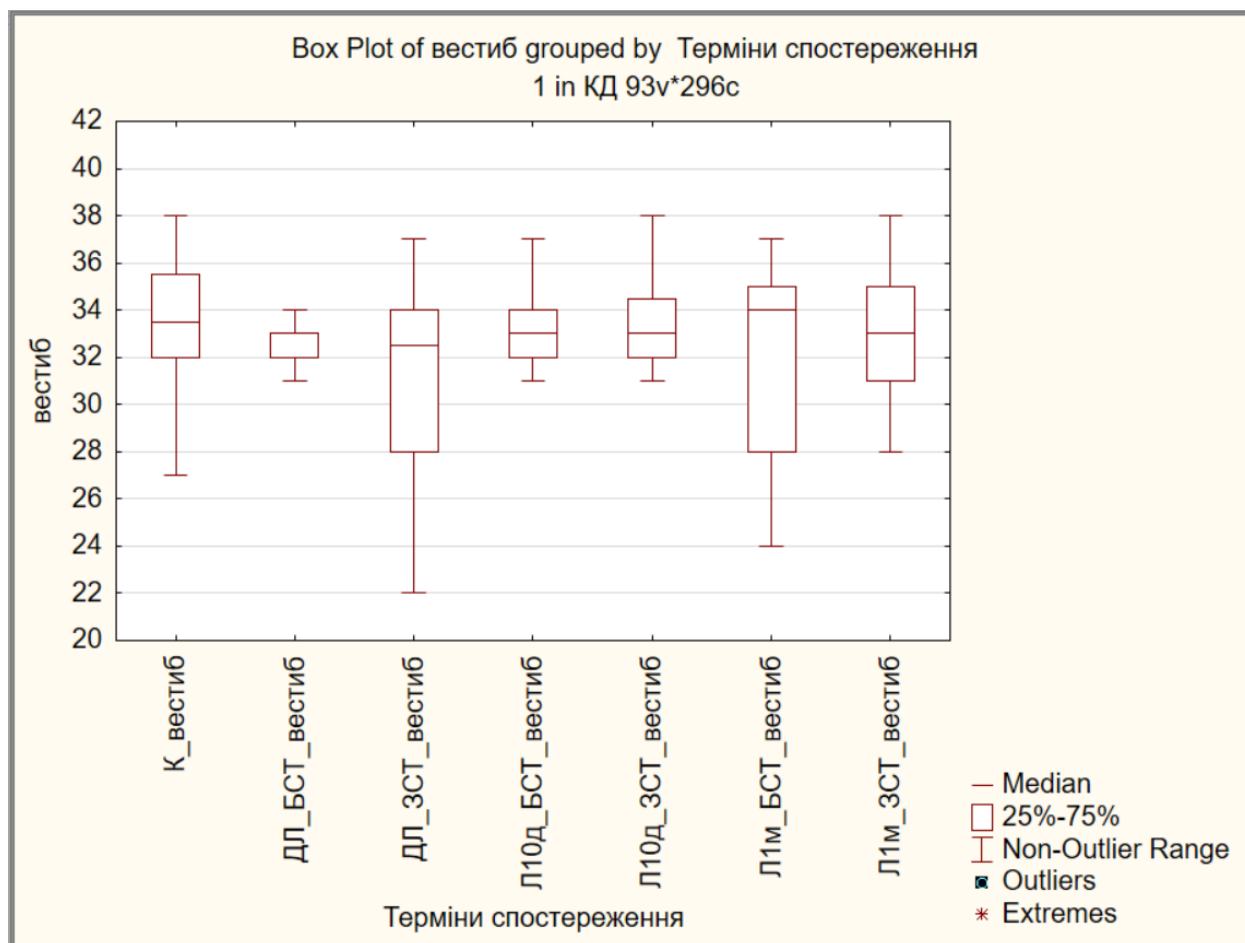
| Tukey HSD test; Variable: рн_M4 (1 in КД)<br>Marked differences are significant at $p < ,05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження                                                                           | {1}<br>M=2,3429 | {2}<br>M=3,5750 | {3}<br>M=3,5750 | {4}<br>M=2,9000 | {5}<br>M=2,5000 | {6}<br>M=3,3821 | {7}<br>M=2,5500 |
| К_рн_M4 {1}                                                                                     |                 | 0,000026        | 0,000026        | 0,090999        | 0,987772        | 0,000032        | 0,950819        |
| ДЛ_БСТ_рн_M4 {2}                                                                                | 0,000026        |                 | 1,000000        | 0,016428        | 0,000028        | 0,965213        | 0,000035        |
| ДЛ_ЗСТ_рн_M4 {3}                                                                                | 0,000026        | 1,000000        |                 | 0,016428        | 0,000028        | 0,965213        | 0,000035        |
| Л10д_БСТ_рн_M4 {4}                                                                              | 0,090999        | 0,016428        | 0,016428        |                 | 0,440694        | 0,214881        | 0,606129        |
| Л10д_ЗСТ_рн_M4 {5}                                                                              | 0,987772        | 0,000028        | 0,000028        | 0,440694        |                 | 0,000327        | 0,999982        |
| Л1м_БСТ_рн_M4 {6}                                                                               | 0,000032        | 0,965213        | 0,965213        | 0,214881        | 0,000327        |                 | 0,000911        |
| Л1м_ЗСТ_рн_M4 {7}                                                                               | 0,950819        | 0,000035        | 0,000035        | 0,606129        | 0,999982        | 0,000911        |                 |

Рисунок 11.1 – Коробкові діаграми змін візуального компонента системи зворотної реакції



|                       | Tukey HSD test; Variable: віз (1 in КД)<br>Marked differences are significant at p < ,05000 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Терміни спостереження | {1}<br>M=33,036                                                                             | {2}<br>M=28,714 | {3}<br>M=29,000 | {4}<br>M=30,143 | {5}<br>M=30,071 | {6}<br>M=29,143 | {7}<br>M=30,714 |
| К_віз {1}             |                                                                                             | 0,000052        | 0,000155        | 0,021274        | 0,016385        | 0,000298        | 0,128800        |
| ДЛ_БСТ_віз {2}        | 0,000052                                                                                    |                 | 0,999916        | 0,686232        | 0,736321        | 0,999118        | 0,278364        |
| ДЛ_ЗСТ_віз {3}        | 0,000155                                                                                    | 0,999916        |                 | 0,863450        | 0,896126        | 0,999999        | 0,471612        |
| Л10д_БСТ_віз {4}      | 0,021274                                                                                    | 0,686232        | 0,863450        |                 | 1,000000        | 0,923516        | 0,995569        |
| Л10д_ЗСТ_віз {5}      | 0,016385                                                                                    | 0,736321        | 0,896126        | 1,000000        |                 | 0,945720        | 0,991602        |
| Л1м_БСТ_віз {6}       | 0,000298                                                                                    | 0,999118        | 0,999999        | 0,923516        | 0,945720        |                 | 0,579759        |
| Л1м_ЗСТ_віз {7}       | 0,128800                                                                                    | 0,278364        | 0,471612        | 0,995569        | 0,991602        | 0,579759        |                 |

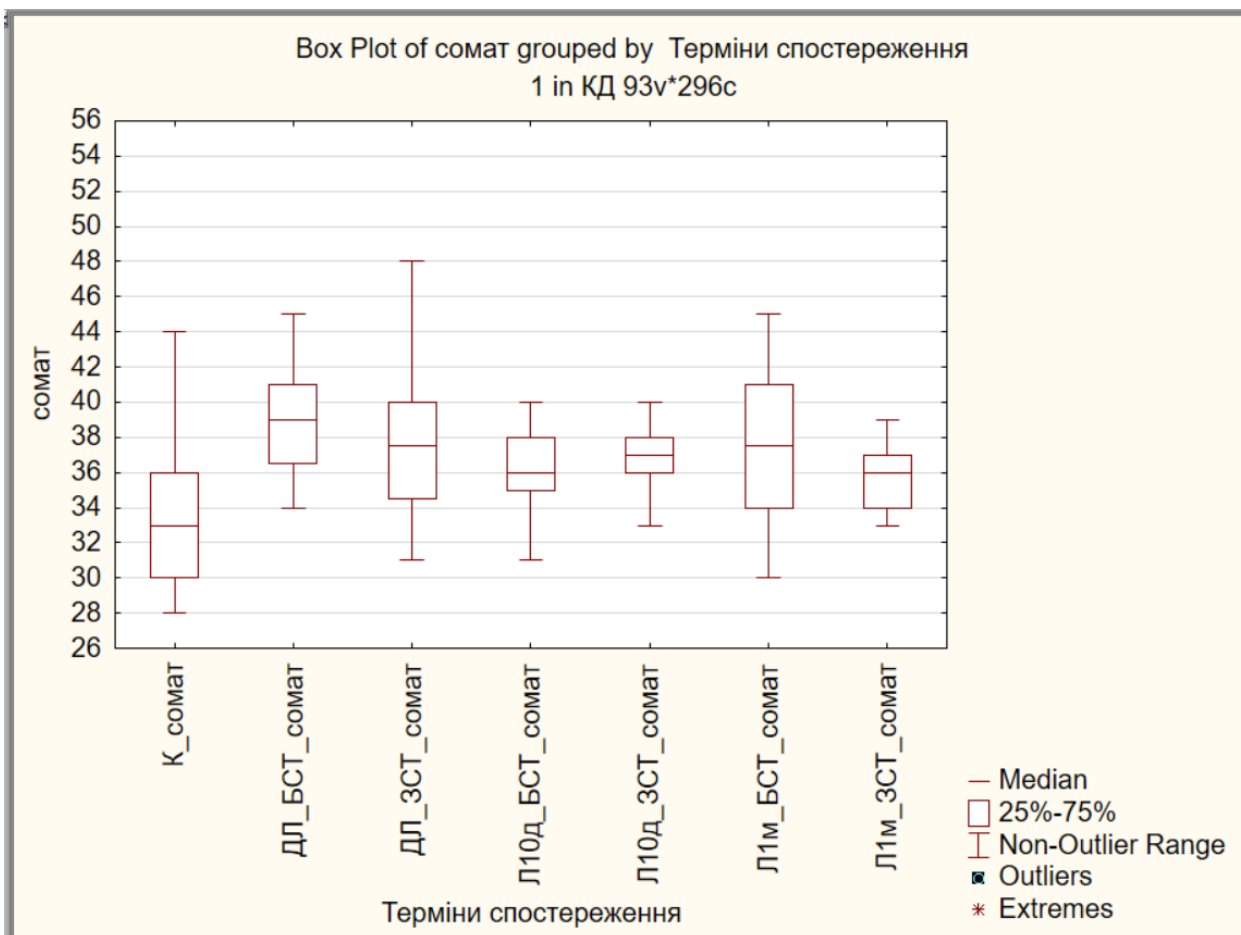
Рисунок 11.2 – Коробкові діаграми змін вестибулярного компонента системи зворотної реакції



| Tukey HSD test; Variable: вестиб (1 in КД)         |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Marked differences are significant at $p < .05000$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| Терміни спостереження                              | {1}<br>M=33,786 | {2}<br>M=32,500 | {3}<br>M=32,143 | {4}<br>M=32,714 | {5}<br>M=32,893 | {6}<br>M=32,143 | {7}<br>M=33,071 |
| К_вестиб {1}                                       |                 | 0,850684        | 0,639304        | 0,932386        | 0,971890        | 0,639304        | 0,991169        |
| ДЛ_БСТ_вестиб {2}                                  | 0,850684        |                 | 0,999823        | 0,999991        | 0,999693        | 0,999823        | 0,997396        |
| ДЛ_ЗСТ_вестиб {3}                                  | 0,639304        | 0,999823        |                 | 0,997396        | 0,988553        | 1,000000        | 0,965844        |
| Л10д_БСТ_вестиб {4}                                | 0,932386        | 0,999991        | 0,997396        |                 | 0,999997        | 0,997396        | 0,999823        |
| Л10д_ЗСТ_вестиб {5}                                | 0,971890        | 0,999693        | 0,988553        | 0,999997        |                 | 0,988553        | 0,999997        |
| Л1м_БСТ_вестиб {6}                                 | 0,639304        | 0,999823        | 1,000000        | 0,997396        | 0,988553        |                 | 0,965844        |
| Л1м_ЗСТ_вестиб {7}                                 | 0,991169        | 0,997396        | 0,965844        | 0,999823        | 0,999997        | 0,965844        |                 |



Рисунок 11.3 – Коробкові діаграми змін соматосенсорного компонента системи зворотної реакції



| Tukey HSD test; Variable: сомат (1 in КД)          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Marked differences are significant at $p < ,05000$ |          |          |          |          |          |          |          |
| Терміни спостереження                              | {1}      | {2}      | {3}      | {4}      | {5}      | {6}      | {7}      |
|                                                    | M=33,143 | M=38,607 | M=38,857 | M=36,643 | M=37,107 | M=37,179 | M=36,286 |
| К_сомат {1}                                        |          | 0,000047 | 0,000032 | 0,030488 | 0,007683 | 0,006094 | 0,076304 |
| ДЛ_БСТ_сомат {2}                                   | 0,000047 |          | 0,999990 | 0,583695 | 0,835759 | 0,865303 | 0,373445 |
| ДЛ_ЗСТ_сомат {3}                                   | 0,000032 | 0,999990 |          | 0,433843 | 0,709863 | 0,748920 | 0,249729 |
| Л10д_БСТ_сомат {4}                                 | 0,030488 | 0,583695 | 0,433843 |          | 0,999620 | 0,999135 | 0,999918 |
| Л10д_ЗСТ_сомат {5}                                 | 0,007683 | 0,835759 | 0,709863 | 0,999620 |          | 1,000000 | 0,990719 |
| Л1м_БСТ_сомат {6}                                  | 0,006094 | 0,865303 | 0,748920 | 0,999135 | 1,000000 |          | 0,985583 |
| Л1м_ЗСТ_сомат {7}                                  | 0,076304 | 0,373445 | 0,249729 | 0,999918 | 0,990719 | 0,985583 |          |