

Національна академія медичних наук України  
Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора  
М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України»

**ФІЩЕНКО Олександр Володимирович**

УДК 616.728.2-089.2:612.766-089.22

**ВПЛИВ ДОВЖИНИ ВАЖЕЛЯ ДІЇ СИЛ АБДУКТОРІВ СТЕГНА  
НА ФУНКЦІЮ ХОДЬБИ ХВОРИХ НА КОКСАРТРОЗ  
ПІСЛЯ ЕНДОПРОТЕЗУВАННЯ**

14.01.21 – травматологія та ортопедія

Автореферат

Дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата медичних наук



Харків – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І. Пирогова МОЗ України.

Науковий керівник: доктор медичних наук  
ГОРЧИНСЬКИЙ Віктор Петрович  
Державна установа «Інститут травматології та ортопедії Національної академії медичних наук України», провідний науковий співробітник відділу травматології та ортопедії дорослих

Офіційні опоненти: доктор медичних наук, професор  
ТАНЬКУТ Володимир Олексійович  
Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», завідувач науково-організаційного відділу

доктор медичних наук, професор  
ГОЛОВАХА Максим Леонідович  
Запорізький державний медичний університет МОЗ України, завідувач кафедри травматології та ортопедії

Захист відбудеться « 4 » липня 2019 р. об 11.30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.607.01 Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

Автореферат розісланий « 3 » червня 2019 р.

В. о. вченого секретаря  
спеціалізованої вченої ради  
доктор медичних наук професор



О.А.Тяжелов

**Актуальність теми.** Патологія кістково-суглобового апарату людини є однією з найбільш значущих проблем суспільства, яка впливає на якість життя, працездатність і стан здоров'я кожної людини. Серед населення України на патологію кульшового суглоба (коксартроз) припадає від 3 до 5 %, а первинна інвалідність від нього становить 10,7 %. Серед інвалідів близько 25 % становлять люди віком до 39 років; 58 % – від 40 до 60 років і лише 18 % – особи похилого віку.

Одним із найбільш перспективних і таких, що швидко розвиваються, методів лікування артрозу є ендопротезування суглобів, застосування якого призводить до повнішого відновлення працездатності хворих; підвищення якості їхнього життя; запобігання стійкої втрати працездатності.

Лікування та реабілітація хворих із важкою придбаною й уродженою патологією кульшових суглобів є актуальною соціальною й економічною проблемою. Захворювання кульшового суглоба, особливо з деструкцією головки стегнової кістки або кульшової западини, часто супроводжуються розвитком згинально-привідних контрактур, які негативно впливають на результат подальшого ендопротезування. Тривале існування контрактури кульшового суглоба призводить до структурно-функціональних змін м'язів, зокрема, зменшення довжини й ослаблення сили. Контрактільні зміни м'язів до операції є однією з причин, за якими важко підібрати компоненти ендопротеза, оскільки врахувати еластичність м'яза до операції неможливо. Це призводить до того, що довжина важеля дії абдукторів стегна після ендопротезування не завжди відповідає довжині важеля абдукторів із протилежного боку та часто буває меншою. Ці зміни м'язів ускладнюють відновлення рухів після ендопротезування.

Останніми роками опубліковано низку робіт, в основному закордонних авторів, де розглянуто вплив несиметричності довжини важеля абдукторів стегна на функцію м'язів і, як наслідок, на функціональність ходьби хворих після ендопротезування. Проте автори не дійшли єдиної думки щодо критичної різниці довжини плеча дії абдукторів стегна. Деякі вважають її величину рівною 10 мм, інші наводять докази, що різниця в 6 мм вже є критичною для якості роботи м'язів нижньої кінцівки. Не до кінця розкриті питання впливу зниження сили м'язів-абдукторів на особливості ходьби хворих у ближні та віддалені періоди спостереження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри травматології та ортопедії Вінницького національного медичного університету ім. М.І.Пирогова МОЗ України («Комплексна діагностика змін структурно-функціонального стану опорно-рухового апарату у хворих з травмами та дегенеративно-дистрофічними захворюваннями», держреєстрація № 0109U001775. Автор провів патентно-інформаційний пошук, проаналізував наукову літературу, зібрав матеріал дослідження, сформував групи пацієнтів, розробив програму досліджень і брав участь в інструментальному обстеженні

пацієнтів. Згідно з договором про наукову співпрацю між Вінницьким національним медичним університетом ім. М.І.Пирогова МОЗ України та Державною установою «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка Національної академії медичних наук України» автор взяв участь у розробленні концептуальних і математичних моделей).

**Мета дослідження:** покращити результати лікування хворих після ендопротезування кульшового суглоба на підставі нових даних про вплив зменшення довжини важеля абдукторів стегна на функцію ходьби.

**Завдання дослідження:**

1. Проаналізувати рентгенометричні дослідження зміни довжини важеля дії абдукторів стегна за архівними даними.
2. Провести графоаналітичне моделювання впливу зменшення важеля дії абдукторів стегна на підтримку рівноваги таза за умов одноопорного стояння.
3. Провести моделювання й аналіз зміни сили м'язів на динамічній моделі ходьби за умов зменшення довжини важеля абдукторів стегна.
4. Провести аналіз біомеханічних параметрів ходьби за даними системи GaitRite у хворих зі збереженим і зменшеним важелем дії абдукторів стегна.
5. Розробити спеціальний реабілітаційний комплекс для відновлення симетричності ходьби хворих зі зменшеною довжиною важеля дії абдукторів стегна після ендопротезування кульшового суглоба.

*Об'єкт дослідження:* біомеханічні особливості ходьби хворих на коксартроз зі зменшеним важелем дії абдукторів стегна до та після ендопротезування кульшового суглоба.

*Предмет дослідження:* параметри ходьби за даними системи GaitRite (часові та просторові параметри кроку, інтегральний показник функції ходьби).

*Методи дослідження:* рентгенометричні (аналіз рентгенограм пацієнтів до та після ендопротезування кульшового суглоба з метою визначення довжини важеля дії абдукторів стегна та збереження його симетричності з контралатеральним суглобом), графоаналітичне моделювання (математична модель для дослідження впливу зменшення довжини важеля дії абдукторів стегна на рівновагу таза під час одноопорного стояння), моделювання динаміки ходьби (моделювання ходьби людини в системі OpenSim, де було змодельоване зменшення довжини важеля дії абдукторів стегна (10 та 20 мм) та досліджено вплив цих змін на біомеханіку ходьби), біомеханічні дослідження ходьби за допомогою комплексу GaitRite (обстеження пацієнтів до ендопротезування, через 1 рік та у віддаленому періоді 5-7 років після ендопротезування; контроль біомеханічних параметрів хворих до та після проходження спеціального курсу реабілітації для відновлення симетричності ходьби), статистичне дослідження.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Отримані нові знання про вплив зменшення довжини важеля дії абдукторів стегна після ендопротезування кульшового суглоба на підтримку рівноваги таза в разі одноопорного стояння та біомеханіку ходьби. Вивчені особливості динаміки змін біомеханічних параметрів

ходьби у хворих зі збереженою та зменшеною довжиною важеля дії абдукторів стегна в процесі спостереження – до операції, через рік та у віддаленому періоді через 5-7 років після ендопротезування.

**Практичне значення отриманих результатів.** Доведена необхідність збереження довжини важеля дії сил абдукторів стегна при ендопротезуванні кульшового суглоба, як важливого фактора відновлення симетричності ходьби пацієнтів після оперативного втручання. Розроблено новий спосіб відновлення симетричності ходи людини (патент № 126691 UA) та спеціальний реабілітаційний комплекс лікувальної фізичної культури з відновлення симетричності ходьби, які дозволяють ефективно відновлювати симетричність ходьби у хворих зі зменшеною величиною важеля дії сил абдукторів стегна після ендопротезування.

Результати досліджень впроваджено в клінічну діяльність Вінницької міської клінічної лікарні швидкої медичної допомоги та Вінницького обласного госпіталю ветеранів війни.

**Особистий внесок здобувача.** Автором самостійно проаналізовано наукову літературу та патентну інформацію, розроблено програму досліджень, зібрано матеріал дослідження, сформовано групи пацієнтів. Він брав участь у розробленні концептуальних і математичних моделей, інструментальному обстеженні хворих. Особисто автором виконано статистичний аналіз результатів дослідження. Спільно з науковим керівником проведено аналіз та узагальнення результатів дослідження, сформульовані висновки та практичні рекомендації, забезпечено їхнє впровадження в медичну практику та відображення в опублікованих працях.

Наукові дослідження виконані у Вінницькому державному медичному університеті ім. М. І. Пирогова МОЗ України: рентгенометричні дослідження – на клінічній базі кафедри травматології та ортопедії Вінницькій обласній лікарні за консультативної допомоги д.мед.н. проф. Страфуна С. С.; дослідження параметрів ходьби хворих – на кафедрі нервових хвороб за допомогою доцента, к.мед.н. Московко Г. С.; математичне та динамічне моделювання проводили в лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» за консультативної допомоги д.мед.н., проф. Тяжелова О. А., наукових співробітників Карпінського М. Ю., Карпінської О. Д. Участь співавторів відображено в спільних наукових публікаціях.

**Апробація матеріалів дисертації:** Результати дослідження повідомлені на Всеукраїнській конференції з міжнародною участю «Особливості надання медичної допомоги в умовах гібридної війни» (Святогірськ, 2016); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні концепції лікування ортопедичної патології та наслідків травм опорно-рухової системи» (Дніпро, 2017); науково-практичної конференції, присвяченій 110-й річниці заснування ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України» «Сучасні питання тотального ендопротезування кульшового та колінного суглобів» (Харків, 2017); III Всеукраїнській науково-практичній конференції

«Актуальні питання лікування патології суглобів та ендопротезування» (Запоріжжя-Приморськ, 2018); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні дослідження в ортопедії та травматології» IV наукові читання, присвячені пам'яті академіка О.О. Коржа (Харків, 2018).

**Публікації.** Результати дисертаційного дослідження опубліковані в 12 наукових працях, у тому числі 6 статей у наукових фахових виданнях, 1 патент України, 5 робіт в матеріалах наукових конференцій.

**Структура та обсяг дисертації:** Дисертація складається з анотації, вступу, аналітичного огляду літератури, опису матеріалу та методів, 5 розділів власних досліджень, висновків, списку використаної літератури з 136 джерел, з яких 86 латиницею, додатків. Обсяг роботи становить 185 сторінок машинописного тексту, містить 51 таблицю та 55 рисунків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**Матеріал і методи.** Рентгенометричні дослідження проведені по оглядовим рентгенограмам таза у 42 хворих на коксартроз у віці від 29 до 76 років після одностороннього ендопротезування, виконаного на базі Вінницької обласної лікарні. На рентгенограмах вимірювали відстань від центрів обертання головок ендопротеза та контралатеральної стегнової кістки до великих вертлюгів відповідних кісток.

Для визначення впливу довжини важеля дії сил абдукторів стегна (ДВДСАС) на підтримку рівноваги таза за умов одноопорного стояння проведено математичне моделювання силової взаємодії м'язів, задіяних у цьому процесі. Для розрахунків величини тяглових зусиль м'язів, які беруть участь у стабілізації таза та величини важеля прикладання цих зусиль взяті дані S.L. Delp.

Аналіз роботи м'язів під час ходьби у хворих зі зменшеним важелем дії сил абдукторів стегна проводили у програмі OpenSim. В якості базової моделі для аналізу роботи м'язів у пацієнтів зі зменшеною ДВДСАС була взята модель gait2394. Для створення моделі для аналізу ходьби змінено геометричні складові, де нормальну головку стегнової кістки замінено ендопротезом із заданими параметрами. Проаналізовано роботу м'язів на прооперованій кінцівці за умов трьох варіантів зменшення довжини плеча дії абдукторів стегна та в разі нормальної (початкової) довжини. Вкорочення довжини плеча дії абдукторів стегна становили 10 і 20 мм.

Параметри ходьби досліджено у 46 хворих на коксартроз, яких поділили на дві групи. До I групи увійшло 26 пацієнтів, в яких рентгенометрично після ендопротезування кульшового суглоба ДВДСАС не змінилася, або різниця не перевищувала 10 мм у бік зменшення, до II групи віднесено 20 осіб, в яких після ендопротезування рентгенометрично виявлено зменшення ДВДСАС більше ніж на 10 мм. Обстеження проводили до операції ендопротезування, через 1 рік після неї та у віддаленому періоді від 5 до 7 років. Обстеження проводили за допомогою

системи GaitRite. Оцінювали просторові (описують геометрію кроків), часові (тривалість інтервалів ходьби) та інтегральні показники якості ходьби (FAP).

Для оцінювання ефективності реабілітаційних заходів із відновлення симетричності ходьби проводили порівняння результатів обстеження на пристрої GaitRite двох груп хворих. У I групу увійшли 10 пацієнтів, які погодилися на проходження курсу реабілітації, інші (17) із різних причин відмовились – II група. Хворі II групи, які не проходили реабілітацію, були обстежені на контрольному огляді через 3 міс.

Отримані дані були оброблені статистично. Визначали середнє (M), стандартне відхилення (SD), мінімальне та максимальне значення параметрів. Проводили порівняння для парних даних за допомогою парного Т-тесту, порівняння між групами – Т-тесту для незалежних вибірок, аналіз номінальних даних – критерію  $\chi^2$  Пірсона. Розрахунки проводили в пакеті IBM SPSS Statistic 20.0.

Аналіз зміни довжини важеля дії сил абдукторів стегна в пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба. Проведене клініко-статистичне дослідження лікування хворих на коксартроз, показало, що в процесі ендопротезування в пацієнтів (47 %) відбувається зміна ДВДСАС порівняно з контрлатеральним неоперованим суглобом, причому здебільшого (31 %) досліджуваний показник зменшується. Наслідки цього явища будуть вивчені нами у подальших дослідженнях.

**Математичне моделювання роботи м'язів, які забезпечують горизонтальну рівновагу таза.** Для визначення впливу довжини важеля дії сил абдукторів стегна на підтримку рівноваги таза за умов одноопорного стояння проведено математичне моделювання силової взаємодії м'язів, задіяних у цьому процесі. Сумісно із співробітниками лабораторії біомеханіки ДУ «ІХС ім. проф. М.І.Ситенка НАМН» побудовано схему відповідних м'язових зусиль.

Моделювали вплив зменшення довжини важеля дії сил абдукторів стегна (5, 10, 15 і 20 мм) на горизонтальну стабілізацію таза за умов одноопорного стояння. Як показали дослідження, зменшення ДВДСАС на 5 мм принципово не впливало на підтримку функції рівноваги таза. Але у випадку, коли маса тіла пацієнта перевищувала 120 кг, м'язи змушені розвивати зусилля понад 50 % своєї потужності. При цьому зменшення ДВДСАС на 10 мм призводить до наближення силових зусиль м'язів до максимально можливих показників. Зменшення ДВДСАС на 15 мм виявилось критичним для пацієнтів із вагою тіла понад 120 кг, яким для підтримки рівноваги під час одноопорного стояння необхідно розвивати м'язові зусилля більші за максимально можливі. Тому, скоріше за все, такі пацієнти не зможуть переміщатися без додаткової опори, а в разі зменшення ДВДСАС на 20 мм у них максимальної сили м'язів не вистачить для забезпечення рівноваги таза і, як наслідок, рухи без додаткової опори будуть неможливими.

Встановлено, що після ендопротезування діапазону сил м'язів, які підтримують рівновагу таза, достатньо в разі одноопорного стояння за умов

нормальної довжиною важеля абдукторів стегна. У разі зниження їхньої максимальної сили на 25 % зменшення ДВДСАС на 5 мм не призводить до виходу м'язових зусиль, необхідних для підтримки рівноваги таза, за межі діапазону їхньої потужності, але для хворих із масою 120 кг цей показник наближається до межі можливого. Зменшення ДВДСАС на 10 мм є критичним для пацієнтів із вагою 120 кг. Зусиль, які спроможні розвивати м'язи, що стабілізують таз, не вистачає для підтримки його рівноваги під час одноопорного стояння. Зменшення на 15 мм призводить до проблем підтримки рівноваги таза в пацієнтів із масою тіла понад 120 кг. Зменшення ДВДСАС на 20 мм призводить до того, що навіть легкі пацієнти (маса тіла 70 кг) можуть утримувати рівновагу таза під час одноопорного стояння на межі силовій можливості м'язів.

У разі зниження сили м'язів на 50 % і симетричної довжини важеля абдукторів стегна вистачає лише пацієнтам із масою тіла близько 70 кг, важчі особи матимуть певні проблеми під час стояння та ходьби. За умов зменшення важелів дії абдукторів стегна на 10 мм лише пацієнти з невисокою масою тіла спроможні ефективно підтримувати рівновагу таза, а за зменшення на 15 мм і більше лише пацієнти з масою тіла 70 кг здатні забезпечити ефективну підтримку рівноваги таза під час одноопорного стояння на межі своїх можливостей.

**Моделювання ходьби у хворих на коксартроз зі зменшеною довжиною важеля дії сил абдукторів стегна після ендопротезування.** Моделювали ходьбу в програмі OpenSim, яка дозволяє проводити широкий спектр досліджень, включаючи аналіз динаміки ходьби, моделювання хірургічних процедур, аналіз навантажень, анімацію руху людини і тварин тощо. Програмне забезпечення виконує аналіз зворотної динаміки і моделювання динамічної динаміці. В якості базової моделі для аналізу роботи м'язів у пацієнтів зі зменшеною ДВДСАС була взята модель gait2394, яка має 76 м'язів нижніх кінцівок і тулуба. Немасштабована версія моделі – це об'єкт зі зростом 1,8 м і масою 75,16 кг. Для аналізу ходьби проведено зміну геометричних складових, а саме форми стегнової кістки, де нормальну головку замінено протезом із заданими параметрами.

Проаналізовано роботу м'язів на прооперованій кінцівці за трьох варіантів зменшення довжини плеча дії абдукторів стегна (10 та 20 мм) та при нормальній (початкової) довжини. Модель імітує лише зменшення довжини плеча дії абдукторів стегна, і не враховує наявність больових синдромів, які можуть спотворювати ходьбу.

Проведено моделювання відносного подовження м'язів під час ходьби, в результаті якого доведено, що короткі м'язи (*m. piriformis*, *m. gluteus maximus*, *m. gluteus medius*, *m. gluteus minimus*) більше змінюють свої властивості, ніж довгі м'язи (*m. rectus femoris*, *m. iliacus psoas major*, *m. sartorius*, *m. tensor fasciae latae*). Як показав аналіз зміни подовження м'язів, найбільше зменшення ДВДСАС впливає на *m. piriformis* – короткий м'яз, який бере участь в абдукції стегна та додатковій ротації, функції, які найбільш страждають після хірургічних втручань на стегні. Зміна подовження цього м'яза сягає 22 % у разі вкорочення ДВДСАС на



10 мм і 44 % при вкороченні на 20 мм, причому на всіх фазах ходьби. Інші м'язи значно менше змінюють функцію подовження. Наприклад, *m. gluteus minimus* зменшує подовження на 5 і 9 % відповідно за умов зменшенні на 10 і 20 мм. Зміни у подовженні під час ходьби *m. gluteus medius* становлять близько 5,5 % і 10 % за тих самих умов. Найбільша зміна у функції подовження припадає на фазу повної опори на стопу та переكات з опори на п'ятку на опору на плесна пальців, коли основна вага тіла сконцентрована у зоні плеснових кісток і пальців. Помітно незначне зміщення початку періоду розтягання м'яза та видалення зони реагування м'яза в останні секунди перед відривання пальців стопи. Час максимальної різниці (7 % та 11 %) подовження *m. gluteus maximus* за різних ДВДСАС припадає на зону повної опори та переносу ваги на зону плеснових кісток.

Вивчено змінення величини активної сили, яку витрачають м'язи під час ходьби за різних ДВДСАС. Доведено, що у функцію ходьби залучені всі м'язи стегна: як ті, що безпосередньо мають з'єднання з великим вертелом стегнової кістки, так і віддалені від нього, і на перший погляд їхнє функціонування не залежить від зміни довжини плеча дії абдукторів стегна. Незважаючи на те, що під час ходьби деякі м'язи подовжуються практично однаково не залежно від ДВДСАС, сила, яку вони повинні розвивати для здійснення кроку, сильно змінюється, тобто м'язи не можуть розвинути необхідну силу. Серед м'язів, які розвивають максимальні зусилля - *m. gluteus medius* (до 844 Н) та *m. gluteus minimus* (до 540 Н). Зі зменшенням ДВДСАС вони втрачають спроможність розвивати повний обсяг зусилля під час опори на стопу до 40 % до необхідного (у разі зменшення ДВДСАС на 20 мм). Більш за все страждають від зменшення важеля дії сил абдукторів *m. Sartorius* та *m. tensor fasciae latae*. Сила м'язів може падати до 20 % від необхідного.

**Клінічні дослідження параметрів ходьби хворих на коксартроз за даними системи GAITRITE.** Клінічні дослідження параметрів ходьби проведені у 46 хворих на коксартроз, яких поділили на 2 групи: I група (26 хворих), у яких рентгенометрично після ендопротезування кульшового суглоба довжина важеля дії сил абдукторів стегна не змінилася, II (20) – ендопротезування рентгенометрично виявлено зменшення ДВДСАС більше ніж на 10 мм. Обстеження проводили до ендопротезування, через 1 рік після нього та у віддаленому періоді від 5 до 7 років за допомогою системи GaitRite. Референтну норму взято з дослідження кафедри нервових хвороб Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова. Проаналізовано параметри ходьби за даними системи GaitRite.

**Довжина кроку (Step length) або короткий крок.** Після ендопротезування в пацієнтів обох груп спостерігали вирівнювання довжини короткого кроку без статистично значущої різниці ( $p = 0,246$ ), У віддаленому (5-7 років) періоді ми спостерігали зменшення довжини кротких кроків у хворих обох груп і різниця була статистично значущою ( $p = 0,002$ ).

**Довжина довгого кроку (Stride Length).** Через рік після ендопротезування

в пацієнтів спостерігали значне збільшення довжини довгого кроку для обох кінцівок. У хворих I групи довжина кроків була більшою, ніж в осіб II групи, особливо це помітно для довжини довгого кроку здорової кінцівки (для I групи  $(130,58 \pm 11,42)$  см, для II –  $(121,50 \pm 10,11)$  см), різниця статистично значуща ( $p = 0,007$ ). У віддаленому періоді спостереження відмічено часткову втрату довжини довгого кроку, причому для обох кінцівок. Але у хворих I групи довжина довгого кроку здорової кінцівки ( $(89,33 \pm 11,14)$  см) була статистично значущо ( $p = 0,040$ ) більшою, порівняно з II групою ( $(80,76 \pm 16,29)$  см). Зменшилася довжина довгого кроку і хворої кінцівки, особливо у хворих II групи, але різниця не досягла статистичної різниці ( $p = 0,590$ ). Отже, у хворих I групи, не зважаючи на значне ( $p = 0,001$ ) зменшення довжини довгого кроку обох кінцівок, різниця між кінцівками становила лише  $(-2,4 \pm 18,7)$  см ( $p = 0,516$ ), а у хворих II за тих самих умов спостерігалася значне ( $p = 0,001$ ) зменшення ( $(-7,4 \pm 29,7)$  см) довжини довгого кроку здорової кінцівки порівняно з ураженою і з показниками хворих I групи ( $p = 0,040$ ).

**Тривалість одного циклу кроку (Gait Cycle Time).** Через 1 рік після ендопротезування встановлено вирівнювання тривалості кроків у хворих I групи (здорова кінцівка  $(1,37 \pm 0,44)$  с, уражена –  $(1,35 \pm 0,47)$  с) ( $p = 0,913$ ). У пацієнтів II групи середні значення тривалості циклу кроків кінцівок помітно відрізнялися – (здорова –  $(1,28 \pm 0,15)$  с, уражена –  $(1,42 \pm 0,44)$  с), але не досягали статистичної різниці ( $p = 0,229$ ). У віддаленому післяопераційному періоді визначено зростання розбіжності у тривалості одного циклу кроку для здорової та прооперованої кінцівок в обох групах спостереження. І хоча різниця не досягала значущого рівня ( $p = 0,456$  і  $p = 0,058$  у I та II групах відповідно), для хворих II групи вона була помітнішою (для здорової кінцівки  $(1,27 \pm 0,37)$  с і  $(1,51 \pm 0,55)$  с – для ураженої). У пацієнтів I групи параметри були такими:  $(1,52 \pm 0,42)$  с – для здорової кінцівки,  $(1,42 \pm 0,53)$  с – після ендопротезування.

**Одиночна опора (Single Support (SS)).** Через 1 рік після ендопротезування параметр у пацієнтів обох груп продовжував бути різним для оперованої та конралатеральної кінцівок і статистично значущо відрізнявся ( $p < 0,01$ ) в обох групах. У період спостереження 5 і більше років після операції ендопротезування відбулося вирівнювання тривалості одиночної опори, особливо у людей I групи, в яких зменшилася тривалість опори на здорову кінцівку та збільшився час опори на прооперовану. Різниця між кінцівками стає статистично близькою ( $p = 0,591$ ). У пацієнтів II групи теж спостерігали вирівнювання тривалості опори на кінцівки ( $p = 0,112$ ), але переважно завдяки збільшенню часу опору.

**Ширина опори (H-H Base Support), см.** За даними проведеного статистичного аналізу визначено, що до ендопротезування в більшості пацієнтів ширина опори здорової кінцівки була в межах норми ( $p > 0,05$ ), а середні значення ширини опори для ураженої кінцівки була значущо ( $p = 0,001$ ) меншою за показники норми. Через 1 рік після операції ендопротезування виявлено, що для здорової кінцівки ширина опори залишилася практично без змін (13–14 см) в обох

групах хворих ( $p = 0,802$ ), для кінцівки з ендопротезом відмічали збільшення ширини опори в середньому до 9 см, хоча різниця у ширині опори протилежних кінцівок в обох групах статистично була різною ( $p = 0,001$ ). Різниці між групами не виявлено. Через 5 років після ендопротезування у хворих I групи відмічено збереження ширини опори здорової кінцівки, та незначне збільшення ширини опори прооперованої до  $(10,2 \pm 5,8)$  см. Водночас у пацієнтів II групи зафіксовано зменшення ширини опори для обох кінцівок. В обох групах виявлено статистично значущу різницю ширини опори між здоровою й оперованою кінцівками, між групами різниці не визначено.

**Величини кута розвороту стопи під час ходьби (Toe In/Toe Out).** Це важливий показник для оцінювання ходьби пацієнтів і до, і після ендопротезування. Відомо, що нормальний кут розвороту стопи дорівнює від  $7^\circ$  до  $15^\circ$ . У разі дегенеративних захворювань кульшового суглоба, внаслідок того, що хворий через больовий синдром починає винаходити зручніший спосіб установа кінцівки, кут розвороту стопи іноді збільшується до  $45^\circ$ . Таке положення стопи за умов тривалого перебігу захворювання спричинює зміни біомеханічних навантажень на м'язи кульшового суглоба та нижніх кінцівок, змінюючи не лише їхню силу, а й напрямок дії. Виконання операції ендопротезування не завжди призводить до зміни роботи м'язів, що у віддаленому періоді стає причиною негативних наслідків, зокрема, вивихів ендопротезів, розвитку захворювання колінних і надп'яtkово-гомiлкових суглобів.

Через 1 рік після ендопротезування спостерігали помітне збільшення кута розвороту стопи оперованої кінцівки – в I групі до  $11,3^\circ \pm 4,4^\circ$ , у II групі до  $10,8^\circ \pm 4,1^\circ$ . Але різниця між розворотами стоп здорової та ураженої кінцівок залишилася статистично значущо різною в обох групах. На 5-й рік спостереження у хворих I групи спостерігали вирівнювання кута розвороту стоп, який становив у середньому  $9,3^\circ \pm 1,6^\circ$  для здорової та  $9,6^\circ \pm 4,3^\circ$  для ураженої кінцівки. На цей період спостереження різниця стала статистично незначущою ( $p = 0,732$ ). У пацієнтів II групи відбулося збільшення кута розвороту стопи оперованої кінцівки в середньому до  $12,9^\circ \pm 6,2^\circ$ , і різниця між кутами розвороту стоп залишилася статистично значущою ( $p = 0,019$ ). Кут розвороту стопи кінцівки з ендопротезом у пацієнтів I групи був статистично значущо ( $p = 0,032$ ) меншим, ніж у II групі.

**Середня нормалізована швидкість (Mean Normalized Velocity).** До лікування нормалізована швидкість хворих у середньому була  $(0,6 \pm 0,4)$  м/с. Пацієнти обох груп пересувалися однаково ( $p = 0,619$ ). Через рік після ендопротезування у всіх обстежених виявлено значне збільшення нормалізованої швидкості в середньому до  $(2,0 \pm 0,2)$  м/с. Між групами не було значущої різниці ( $p = 0,737$ ). Через 5 років спостерігали значне зменшення швидкості пересування до  $(1,2 \pm 0,2)$  м/с однаково в обох групах ( $p = 0,857$ ). Причому в обох групах зниження нормалізованої швидкості на 5-й рік спостереження після ендопротезування було статистично значущим ( $p = 0,001$ ).

**Аналіз якості ходьби (FAP).** До ендопротезування 70 % пацієнтів

користувалися додатковими засобами опори — паличкою, милицями. Через 1 рік після ендопротезування понад 60 % осіб пересувалися без додаткової опори. Паличкою користувалися 9 (34,6 %) пацієнтів I групи та 5 (25,0 %) – II. У віддаленому періоді спостереження відмічено у II групі зменшення кількості осіб, які не користувалися додатковою опорою, до 8 (40 %), і, відповідно, збільшення кількості хворих до 10 (50 %), які стали користуватися під час пересування паличкою. У I групі кількість хворих, які під час ходьби не використовували додаткові пристрої, залишилася без змін, хоча 1 пацієнт став користуватися милицями. Статистичний аналіз не виявив значущої різниці між групами впродовж спостереження ані до ендопротезування, ані після нього. Не зважаючи на додаткову опору під час пересування, якість ходьби пацієнтів значно покращилася після ендопротезування.

За результатами аналізу доведено, що до початку лікування не було суттєвої різниці в оцінці ходьби хворих ( $p = 0,570$ ), а через рік на контрольному огляді визначено, що якість ходьби хворих I групи ( $(79,7 \pm 3,6)$  балів) статистично значущо ( $t = 2,333$ ;  $p = 0,024$ ) краща, ніж у хворих II групи —  $(76,2 \pm 6,5)$  балів. У віддаленому періоді спостерігали зменшення середнього балу FAP в обох групах хворих, але FAP I групи ( $79,3 \pm 4,6$ ) був статистично значущо більшим ( $p = 0,014$ ), ніж бал FAP II групи –  $(75,9 \pm 4,4)$ . Але, не зважаючи на те, що у II групі виявлено помітне зменшення якості ходьби, ця зміна не досягла значущого рівня ( $p = 0,697$ ).

За результатами проведеного статистичного дослідження параметрів ходьби хворих на коксартроз упродовж спостереження від першого звернення до періоду 5-7 років після ендопротезування виявлено деякі закономірності для пацієнтів у яких рентгенологічно після ендопротезування визначено зменшення довжини важеля дії сил абдукторів стегна (II група) та у хворих, у яких ДВДСАС залишилася без зміни (I група). До ендопротезування групи за параметрами ходьби були однаковими, тобто в пацієнтів діагностували зменшення тривалості опори на хвору кінцівку і, відповідно, зменшення довжини кроків обох кінцівок. Хворі збільшували тривалість опори на здорову кінцівку, але довжина кроку хворої кінцівки при цьому майже не збільшувалася, відмічали асиметрію навантаження стоп кінцівок і параметрів кроків, що у свою чергу накопичувало підстави для розвитку та подальшого зростання кульгавості. Ендопротезування приводило до відновлення параметрів ходьби, хоча їхня нормалізація не досягала середньостатистичної референтної норми, але виявляли значне покращення симетрії ходьби. Через 1 рік після ендопротезування, на момент, коли пацієнти вже повністю відновилися після хірургічного втручання та освоїли ендопротез, спостерігалось покращення параметрів ходьби. У віддаленому періоді, через 5-7 років, у пацієнтів визначено погіршення параметрів ходьби, у деяких із них погіршення показників сягало значень до ендопротезування. Особливо це було помітно у хворих II групи.

**Реабілітація хворих після ендопротезування кульшового суглоба.** Симетричність ходьби людини є одним із важливих показників функціонального

стану опорно-рухового, переважно суглобово-м'язового апарата, і характеризує однаковість за визначеними показниками рухів нижніх її кінцівок. У людини зі здоровими нижніми кінцівками параметри ходьби (величина кроку, швидкість руху, період опори на підошву кінцівок під час ходьби тощо) є однаковими для обох кінцівок, або відрізняється незначно. Травма або захворювання різних фрагментів кінцівки та хірургічне втручання різко змінюють параметри симетричності ходьби, невідновлення якої може призвести до негативних наслідків – кульгавості та сильних больових відчуттів. Зменшення величини важелів дії абдукторів стегна може бути причиною асиметричності ходьби або кульгавості після ендопротезування.

Нами розроблено спосіб і спеціальний курс лікувальної фізичної культури для відновлення симетричності ходьби людини після ендопротезування кульшового суглоба.

Для оцінювання ефективності реабілітаційних заходів із відновлення симетричності ходьби порівнювали результати обстеження на пристрої GaitRite двох груп хворих. До I групи увійшли 10 пацієнтів, які погодились на проходження курсу реабілітації, інші по різних причинах відмовились – II група (17 осіб). Хворі II групи, які не проходили реабілітацію, обстежені на наступному контрольному огляді через 3 міс.

Після проведення реабілітаційних заходів у хворих значно покращилась симетричність у тривалості кроку, не зважаючи на те, що тривалість кроку прооперованою кінцівкою практично не змінилась ( $p = 0,932$ ), зменшилась тривалість кроку контралатеральною кінцівкою ( $p = 0,027$ ), що у підсумку привело до збільшення швидкості ходьби. Асиметрія тривалості кроків у пацієнтів, які не проходили реабілітацію, теж зменшилась, але значно менше. Інтегральний показник ходьби FAP у багатьох хворих наблизився до нормальних значень (Norma FAP = 90–100 балів). Хоча повного відновлення не наступило, покращення якості ходьби було значущим, що підтверджено статистично (рис. 1).

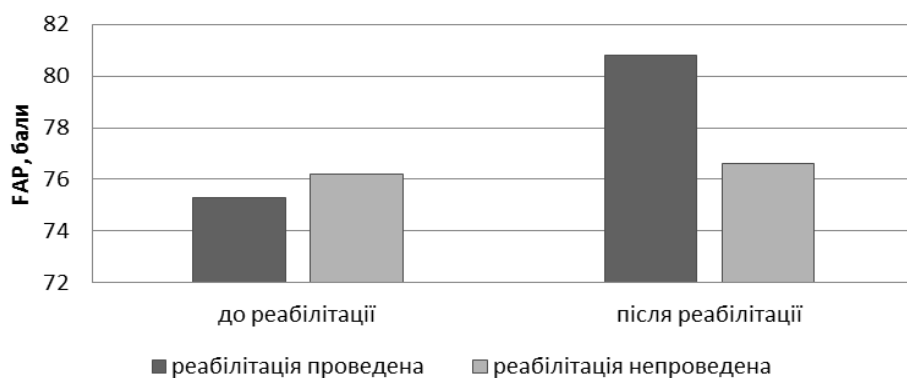


Рис. 1. Діаграма результатів оцінки функціонального стану ходьби пацієнтів до та після проведення реабілітаційних заходів.

## ВИСНОВКИ

1. За результатами проведеного рентгенометричного дослідження лікування хворих на коксартроз доведено, що внаслідок ендопротезування у 47 % спостерігається зміна довжини дії плеча абдукторів стегна порівняно з контралатеральним неоперованим суглобом, причому у 30 % із них, важіль дії сил абдукторів стегна зменшується.

2. Результати проведеного графоаналітичного моделювання зміни величини важеля дії сил абдукторів стегна дозволяють стверджувати, що його збереження є важливим елементом підтримки горизонтальної рівноваги таза під час одноопорного стояння. Зменшення величини важеля дії сил абдукторів стегна більше ніж на 10 мм призводить до порушення підтримки рівноваги таза під час одноопорного стояння, особливо в пацієнтів із масою понад 120 кг.

3. Проведене динамічне моделювання показало, що у функцію ходьби залучені всі м'язи стегна – як ті, що безпосередньо мають з'єднання з великим вертлюгом стегна, так і ті, що віддалені від нього. Серед м'язів, які розвивають максимальні зусилля - *m. gluteus medius* (до 844 Н) та *m. gluteus minimus* (до 540 Н). При зменшенні довжини важеля абдукторів стегна вони втрачають спроможність розвивати повний обсяг зусилля під час опори на стопу до 40 % від необхідного (за зменшення ДВДСАС на 20 мм). Більш за все негативний вплив зменшеного важеля дії абдукторів стегна впливає на *m. sartorius* та *m. tensor fasciae latae*, їхня сила може знижуватися до 20 % від необхідного.

4. Аналіз біомеханічних параметрів ходьби за даними системи GaitRite у хворих зі збереженим і зменшеним важелем дії абдукторів стегна показав, що порушення функції ходьби спостерігається протягом 12 міс. і більше. Статистично значущо ( $p < 0,01$ ) меншою була нормалізована швидкість пересування у порівнянні з референтною нормою. Визначено асиметрію параметрів кроків прооперованої та контралатеральної кінцівок. Через 1 рік після ендопротезування кульшового суглоба в пацієнтів із відновленим важелем абдукторів стегна нормалізація параметрів ходьби була більш вираженою, що підтверджувалося зменшенням різниці параметрів кроків ( $p > 0,05$ ), ніж у хворих зі зменшеним важелем абдукторів стегна.

5. У хворих зі зменшеним важелем абдукторів стегна відмічено значущо менша (на  $(6,4 \pm 3,1)$  мм,  $p = 0,045$ ) довжина короткого та довгого (на  $(2,2 \pm 2,5)$  мм,  $p = 0,369$ ) кроків хворою кінцівкою. Тривалість кроку ураженої кінцівки більша (на  $(0,3 \pm 0,1)$  с,  $p = 0,570$ ) порівняно зі хворими з симетричним важелем абдукторів стегна.

6. У віддаленому періоді, через 5-7 років, спостерігали погіршення параметрів ходьби, яке було помітнішим у пацієнтів зі зменшеним важелем абдукторів стегна, у деяких сягаючи рівня до ендопротезування. У групі осіб зі зменшеним важелем абдукторів стегна більше хворих (12 (60 %) у порівнянні з I групою – 10 (38,5 %)) користувалися додатковими засобами опори (тростиною або милицями). Інтегральний показник якості ходьби FAP у хворих зі зменшеним

важелем абдукторів на всіх етапах спостереження був значущо ( $p < 0,05$ ) меншим, ніж у пацієнтів із симетричним важелем абдукторів.

7. Розроблений ефективний спосіб відновлення симетричності ходьби пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба (патент № 126691 UA) і спеціальний комплекс лікувально-фізичної культури для відновлення симетричності ходьби, який складається зі статичних і динамічних вправ, дає змогу значно покращити симетричність ходьби, збільшити швидкість пересування, та симетричність довжини кроків прооперованої та контралатеральної кінцівок.

### ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Під час планування операції ендопротезування кульшового суглоба слід враховувати довжину важеля дії сил абдукторів стегна та намагатися зберегти анатомічну їхню довжину, похибка не має бути більшою за 5 мм у бік зменшення. Регулювати цей параметр можна шляхом підбору розмірів офсету ендопротеза, розміру головки та глибини її посадки.

2. Плануючи реабілітаційні заходи після ендопротезування кульшового суглоба, рекомендуємо використання розробленого спеціального комплексу відновлення симетричності ходьби пацієнтів у найближчі строки після операції та комплексу лікувальної фізичної культури курсами протягом року.

3. Проведення спеціального курсу відновлення симетричності ходьби у пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба періодично, можливо у домашніх умовах після проходження курсу з фахівцем із лікувальної фізичної культури, та коректування вправ після проходження контрольних оглядів.

### СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Тяжелов А. А. Клинико-биомеханическое обоснование и построение модели работы мышц, обеспечивающих горизонтальное равновесие таза / А. А. Тяжелов, М. Ю. Карпинский, Е. Д. Карпинская, Л. Д. Гончарова, Р. В. Климовицкий, **О. В. Фіщенко** // Травма. – 2017. – Т. 18, № 5. – С. 13-18.

Автор безпосередньо ставив завдання для розробки математичної моделі, брав участь у створенні моделі й узагальненні результатів.

2. Страфун С. С. Біомеханічні особливості ходьби хворих на коксартроз за даними системи GAITRite Частина 1. Геометричні параметри ходьби / С. С. Страфун, **О. В. Фіщенко**, О. Д. Карпінська // Травма. – 2018. – Т. 19, №. 1. – С. 7-14.

Автор брав участь у дослідженні хворих на коксартроз, провів статистичну обробку отриманих результатів.

3. Страфун С. С. Біомеханічні особливості ходьби хворих на коксартроз за даними системи GAITRite Частина 2. Часові параметри ходьби / С. С. Страфун, **О. В. Фіщенко**, О. Д. Карпінська // Травма. – 2018. – Т. 19, № 2. – С. 13-19.

Автор брав участь у дослідженні хворих на коксартроз, провів статистичну обробку отриманих результатів, підготував матеріали до друку.

4. Страфун С. С. Моделювання ходьби зі зменшеною довжиною плеча дії абдукторів стегна / С. С. Страфун, **О. В. Фіщенко**, О. Д. Карпінська // Травма. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 39-48.

Автор безпосередньо поставив завдання щодо параметрів динамічної моделі, узагальнив отримані результати.

5. **Фіщенко О. В.** Вплив зміни довжини важеля дій сил абдукторів стегна після ендопротезування кульшового суглоба на особливості ходьби пацієнтів (аналітичний огляд літератури) / **О. В. Фіщенко** // Травма. – 2018. – Т. 19, № 5. – С. 20-26.

6. Страфун С. С. Клінічні дослідження параметрів ходьби хворих на коксартроз за даними системи GAITRite / С. С. Страфун, **О. В. Фіщенко**, Г. С. Московко, О. Д. Карпінська // Травма. – 2018. – Т. 19, № 6. – С. 54-60.

Автор брав участь у дослідженні хворих на коксартроз, провів статистичну обробку отриманих результатів.

7. Пат. 126691 Україна, МПК А61В 5/103, А61В 5/11 (2006.01), А61Н 1/00 (2018.01). Спосіб відновлення симетричності ходи людини / Тяжелов О. А., **Фіщенко О. В.**, Карпінський М. Ю., Карпінська О. Д., Браніцький О. Ю.; заявник і патентовласник ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України». – № u 201802003; заявл. 26.02.2018; опубл. 25.06.2018, Бюл. № 12.

Автор розробив концепцію відновлення симетричності ходьби пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба.

8. Карпінська О. Д. Особливості вертикального стояння хворих із дегенеративними патологіями кульшових суглобів за даними статистичних досліджень / О. Д. Карпінська, М. Ю. Карпінський, **О. В. Фіщенко**, С. Ю. Яремін, Р. М. Демчук, Р. В. Клімовицький : матеріали Всеукраїнської конференції з міжнародною участю «Особливості надання медичної допомоги в умовах гібридної війни» (Святогірськ, 26-27 травня 2016 р.) // Травма. – 2016. – Т. 17, № 3. – С. 20-21.

Автор брав участь в обстеженні хворих, виконав обробку та узагальнення результатів досліджень.

9. Тяжелов О. А. Вплив розміру офсету ендопротеза кульшового суглоба на підтримку рівноваги таза / О. А. Тяжелов, Р. В. Клімовицький, **О. В. Фіщенко**, Л. Д. Гончарова, М. Ю. Карпінський, О. Д. Карпінська: Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю [«Сучасні концепції лікування ортопедичної патології та наслідків травм опорно-рухової системи» (III Український симпозиум з біомеханіки опорно-рухової системи)] (Дніпро, 15-16 вересня 2017 р.) / МОЗ України, НАМН України, Придніпровський науковий центр НАН і МОН України, ВОГ «Українська асоціація ортопедів травматологів»,



ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», Департамент охорони здоров'я Дніпропетровської ОДА. – Дніпро, 2017. – С. 20.

Автор ставив завдання для розроблення математичної моделі, брав участь у її створенні та аналізі результатів.

10. Карпінська О. Д. Рентгенометричні дослідження змін плеч дії абдукторів стегна після ендопротезування кульшового суглоба / О. Д. Карпінська, Р. В. Клімовіцький, О. А. Тяжелов, **О. В. Фіщенко**, Л. Д. Гончарова, М. Ю. Карпінський : Збірник наукових праць за матеріалами науково-практичної конференції [«Сучасні питання тотального ендопротезування кульшового та колінного суглобів»] (Харків, 04-05 жовтня 2017 р.) / МОЗ України, НАМН України, ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України». – Харків, 2017. – С.107-109.

Автор самостійно провів збір та обробку даних щодо хворих після ендопротезування кульшового суглоба.

11. Страфун С. С. Біомеханічні особливості ходьби хворих при збереженні та зменшенні довжини плеча дії абдукторів стегна після протезування / С. С. Страфун, **О. В. Фіщенко**, М. Ю. Карпінський, О. Д. Карпінська : матеріали третьої Всеукраїнської науково-практичної конференції [«Актуальні питання лікування патології суглобів та ендопротезування»] (Запоріжжя-Приморськ, 2018, 6-8 вересня 2018 р.) / Запорізький Державний медичний університет, ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», АТ «Мотор-Січ», Українська асоціація ортопедів-травматологів, Запорізька обласна асоціація ортопедів-травматологів. – Запоріжжя, 2018. – С. 85.

Автор брав участь у дослідженні хворих на коксартроз, провів статистичну обробку отриманих результатів.

12. **Фіщенко О. В.** Реабілітація хворих після ендопротезування кульшового суглоба / **О. В. Фіщенко**, О. Ю. Браніцький, О. Д. Карпінська, М. Ю. Карпінський: Збірник наукових праць за матеріалами Науково-практичної конференції [«Сучасні дослідження в ортопедії та травматології»] (Четверті наукові читання, присвячені пам'яті академіка О. О. Коржа)] (Харків, 4–5 жовтня 2018 р.) / НАМН України, МОЗ України, ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», ВГО «Українська асоціація ортопедів травматологів», Харківська обласна державна адміністрація. – Харків, 2018. – С. 148-151.

Автором проведено реабілітацію хворих на коксартроз після ендопротезування кульшового суглоба, їх обстеження, оброблено та узагальнено отримані результати.

## АНОТАЦІЯ

**Фіщенко О.В. Вплив довжини важеля дії сил абдукторів стегна на функцію ходьби хворих на коксартроз після ендопротезування – На правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.01.21 – травматологія та ортопедія. – Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», Харків, 2019.

Дисертація присвячена вивченню особливостей ходьби хворих на коксартроз до та після тотального ендопротезування, а також впливу несиметричної довжини важеля дії сил абдукторів стегна на функцію м'язів нижньої кінцівки та ходьбу пацієнтів у найближчі та віддалені терміни після ендопротезування, кульшового суглоба.

У результаті математичного моделювання впливу довжини важеля дії сил абдукторів стегна на підтримку рівноваги доведено, що асиметрія понад 10 мм призводить до втрати можливості підтримувати рівновагу таза під час одноопорного стояння, особливо в пацієнтів із масою тіла понад 120 кг. Проведене динамічне моделювання ходьби (у програмі OpenSim) показало, що найбільше зменшення довжини важеля дії сил абдукторів стегна впливає на *m. piriformis*, який бере участь в абдукції та додатковій ротації стегна, функції і найбільш страждає після хірургічних втручань на стегні. Клінічні дослідження параметрів ходьби хворих на коксартроз за даними системи GaitRite показали, що через 1 рік після ендопротезування значно покращуються параметри ходьби. Через 5-7 років спостерігали погіршення параметрів ходьби, особливо в пацієнтів зі зменшеною довжиною важеля дії сил абдукторів стегна.

Розроблено спосіб відновлення симетричності ходи людини (патент України № 126691).

**Ключові слова:** коксартроз, важіль дії сил абдукторів стегна, біомеханіка ходьби, графоаналітичне моделювання, динамічне моделювання, реабілітація.

## АННОТАЦИЯ

**Фищенко А.В. Влияние длины рычага действия сил абдуктор бедра на функцию ходьбы больных коксартрозом после эндопротезирования.** - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.01.21 – травматология и ортопедия. – Государственное учреждение «Институт патологии позвоночника и суставов имени профессора М.И. Ситенко Национальной академии медицинских наук Украины», Харьков, 2019.

Диссертация посвящена изучению особенностей ходьбы больных коксартрозом до и после тотального эндопротезирования, а также изучению влияния несимметричной длины рычага действия сил абдукторов бедра (ДРДСАБ) на функцию мышц нижней конечности и ходьбу больных в ближайшие и отдаленные сроки после эндопротезирования.

Проведенные рентгенометрические исследования обзорных рентгенограмм таза после эндопротезирования тазобедренного сустава у 42 больных показали, что в 47 % случаев происходило изменение длины рычага абдукторов бедра, причем у 31 % больных его уменьшение.

Проведенное графоаналитическое моделирование силового взаимодействия мышц при уменьшенном ДРДСАБ, задействованных в поддержании равновесия таза при одноопорном стоянии, показало, что уменьшение длины рычага абдукторов на 10 мм приводит к потере возможности поддерживать равновесие таза, особенно у пациентов с массой более 120 кг. Полученные данные позволяют утверждать, что сохранение симметричности длины рычага действия абдукторов бедра является важным элементом поддержки горизонтального равновесия таза при одноопорном стоянии.

Проведенное динамическое моделирование ходьбы у больных коксартрозом с уменьшенной ДРДСАБ на 10 и 20 мм после эндопротезирования (в программе OpenSim) показало, что уменьшение ДРДСАБ больше всего влияет на *m.Piriformis*, короткую мышцу, которая принимает участие в абдукции и дополнительной ротации бедра, и наиболее страдает после хирургических вмешательств в этой анатомической зоне. Были получены данные, что с уменьшением ДРДСАБ мышцы теряют способность развивать полный объем усилия во время опоры на стопу до 40 % от необходимого. Сила мышц может падать до 20 % от необходимого.

Клинические исследования параметров ходьбы больных коксартрозом по данным системы GaitRite были проведены у 46 больных до эндопротезирования, через 1 год и в период от 5 до 7 лет после операции. При одинаковых функциональных состояниях до эндопротезирования, через год после операции, наблюдалось значительное улучшение параметров ходьбы, хотя в большинстве

случаев нормализация параметров не достигала нормы. У больных с восстановленным рычагом абдукторов бедра нормализация параметров ходьбы была более выраженной, чем у пациентов с уменьшенным рычагом абдукторов бедра.

Через 5-7 лет у больных наблюдали ухудшение параметров ходьбе, а у некоторых лиц ухудшение показателей достигало значений до операции эндопротезирования, особенно это было заметно у больных II группы. Анализ биомеханических параметров ходьбы у пациентов с сохраненным и уменьшенным рычагом действия сил абдукторов бедра показал, что нарушения функции ходьбы наблюдается в течение 12 мес. и более, статистически значимо ( $p < 0,01$ ) меньше была нормализованная скорость передвижения по сравнению с нормой, наблюдалась асимметрия шагов прооперированной и контралатеральной конечностей.

Разработан способ восстановления симметричности походки человека (патент 126691 UA) и специальный реабилитационный комплекс лечебной физкультуры, которые позволили эффективно восстанавливать симметричность ходьбы у больных с уменьшенной величиной рычага действия сил абдукторов бедра после эндопротезирования. Комплекс состоит из статических и динамических упражнений и позволяет значительно улучшить симметричность ходьбы, увеличить скорость передвижения, и симметричность длины шагов прооперированной и контралатеральной конечностей.

**Ключевые слова:** коксартроз, абдукторы бедра, биомеханика ходьбы, графоаналитического моделирование, динамическое моделирование, реабилитация

## SUMMARY

**Fishchenko O.V. Effect of the length of the lever of the forces of the abductors of the thigh on the function of walking on patients with coxarthrosis after the endoprosthetics.** – The manuscript.

Thesis for the scientific degree of the candidate of medical sciences in specialty 14.01.21 – Traumatology and Orthopedics. – SI «Sytenko Institute of Spine and Joints Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, 2019.

The dissertation is devoted to the study of the peculiarities of walking on patients with coxarthrosis of the hip joint before and after total endoprosthesis, as well as the study of the influence of the asymmetrical length of the leg of the forces of the abductors hip on the function of muscles of the lower extremity and walking of patients in the near and far after the endoprosthetics.

To conduct a mathematical modeling of the effect of the length of the leg of the forces of the abductors hip on balance maintenance, it has been proved that the asymmetry of more than 10 mm leads to loss of the ability to maintain a pelvic equilibrium with uniaxial standing, especially in patients weighing over 120 kg. The dynamic modeling of walking (in the OpenSim program) showed that the greatest decrease in the affects *m. piriformis*, a short muscle that participates in abduction and additional hip rotation, function, and most suffering after surgical interventions on the thigh. Clinical studies of walking parameters in patients with coxarthrosis according to the GaitRite system showed that 1 year after the endoprosthesis, there was a significant improvement in walking parameters, and after 5-7 years, worsening of walking parameters was observed, especially in patients with reduced length of the leg of the forces of the abductors hip.

A new way of restoring the symmetry of a person's walk was developed (patent 126691 UA)

**Key words:** coxarthrosis, abductors hip, walking biomechanics, graph-analytical modeling, dynamic modeling, rehabilitation

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

- ДВДСАС – довжина важеля дії сил абдукторів стегна (важіль абдукторів стегна)
- FAP – Functional Ambulation Performance Score (функціональна здатність пересування)