

## Порівняльний аналіз силових показників м'язів нижньої кінцівки у хворих після тотального ендопротезування кульшового суглоба в залежності від доступу

Г. І. Герцен<sup>1</sup>, І. А. Лазарев<sup>2</sup>, Д. А. Горбань<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика, м. Київ,  
<sup>2</sup>Інститут травматології та ортопедії НАМН України, м. Київ

## Comparative analysis of the power indices of the lower extremity muscles in the patients after total endoprosthesis of the hip joint, depending on surgical access

G. I. Gertsen<sup>1</sup>, I. A. Lazarev<sup>2</sup>, D. A. Gorban<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Shupyk Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv,  
<sup>2</sup>Institute of Traumatology and Orthopedics, Kyiv

### Реферат

**Мета.** Порівняти силові характеристики м'язів нижньої кінцівки після ендопротезування кульшового суглоба при використанні передньо–латерального та задньо–латерального хірургічних доступів.

**Матеріали і методи.** Проведено біомеханічне дослідження за методикою електротензодинамометрії у 120 пацієнтів до операції, у ранньому (через 3 тижні) та віддаленому (через 4 місяці) періоді після ендопротезування кульшового суглоба. Оперативне втручання виконано з передньо–латерального операційного доступу 60 хворим, із задньо–латерального – також 60 хворим.

**Висновки.** Встановлено, що відновлення необхідного м'язового балансу після ендопротезування кульшового суглоба забезпечується при застосуванні як передньо–латерального, так і задньо–латерального доступу, проте терміни відновлення різних груп м'язів відрізняються.

**Ключові слова:** кульшовий суглоб; ендопротезування; хірургічний доступ; електротензодинамометрія; м'язовий баланс.

### Abstract

**Objective.** To compare the power characteristics of the lower extremity muscles after endoprosthesis of a hip joint in application of anterior–lateral and posterior–lateral surgical accesses.

**Materials and methods.** Biomechanical investigation in accordance to electrotensodynamometry in 120 patients preoperatively, in early (in 3 weeks) and late (in 4 mo) period after endoprosthesis of a hip joint. Operative intervention was performed, using anterior–lateral operative access in 60 patients, and applying posterior–lateral – in 60 patients as well.

**Conclusion.** There was established, that restoration of necessary muscular balance after endoprosthesis of a hip joint is guaranteed by application of anterior–lateral and posterior–lateral access, but the terms of restoration of muscles of various groups are differed.

**Keywords:** the hip joint; endoprosthesis; surgical access; electrotensodynamometry; muscular balance.

У світі щорічно в середньому 500 – 1000 хворих та травмованих осіб на 1 млн населення потребують ендопротезування суглобів. За узагальненими даними зараз у світі виконують понад 1,5 млн. операцій щорічно [1]. Тотальне ендопротезування кульшового суглоба (ЕКС) визнано операцією сторіччя, що революційно поліпшила результати відновлення функції ураженого суглоба [2].

За тривалу історію ендопротезування розроблено велику кількість конструкцій ендопротезів та методик їх імплантації [3]. Кожна з них має свої переваги. Нові хірургічні технології і збільшення кількості операцій обумовлюють потребу підвищеної уваги до попередження і лікування ускладнень, які неминуче супроводжують ЕКС [4, 5]. Отже, наслідками ендопротезування є зміна біомеханіки функціонування в післяопераційному періоді [6]. Метою численних модифікацій способів ЕКС є знижен-

ня травматизації навколишніх тканин, зменшення ризику пошкодження важливих анатомічних утворень [2, 7]. Водночас питання щодо вибору доступу остаточно не вирішено, оскільки досі немає такого підходу, який би забезпечив хороший огляд суглоба і не був би травматичним.

Мета дослідження: порівняти силові характеристики м'язів нижньої кінцівки: згиначів–розгиначів стегна, відвідних–привідних м'язів та м'язів–обертачів стегна, а також згиначів–розгиначів гомілки кульшового суглоба (КС) після ЕКС при використанні різних операційних доступів.

### Матеріали і методи дослідження

На базі лабораторії біомеханіки Інституту травматології та ортопедії НАМН України, атестованої ДП «Укрметрестандарт» (свідоцтво ПТ–72/15 від 12.03.2015 р.), проведено біомеханічне дослідження за методикою

електротензодинамометрії. Методика виконання вимірювань затверджена на засіданні вченої ради інституту (протокол № 16 від 22.12.2010 р.). Досліджено показники електротензодинамометрії 120 пацієнтів до операції, у ранньому (через 3 тижні) та віддаленому (через 4 місяці) періоді після ЕКС. Оперативне втручання виконано з передньо-латерального операційного доступу 60 хворим, із задньо-латерального – також 60 хворим.

За методикою електротензодинамометрії з використанням мануального м'язового тестера (ММТ), сконструйованого на основі високочувливих тензодатчиків ПМП-1 [8], визначали силові характеристики м'язів прооперованих кінцівок. Використовували ММТ, аналогово-цифровий перетворювач, програмно-комп'ютерний комплекс, а також допоміжні засоби – гири та сантиметрову стрічку. Методика дозволяє реєструвати: силу окремих м'язів чи груп м'язів у діапазоні від 0,5 до 50 кг; обертальний момент окремих м'язів чи груп м'язів відносно суглоба; ступінь порушення функції локомоторного апарату; динаміку відновлення порушених функцій біоланцюгів опорно-рухового апарату людини.

Прикладання пацієнтом зусилля на ММТ приводить до зміни показників тензодатчика, які реєструються у спеціальному програмному середовищі. Вимірювання дозволяють не тільки оцінювати абсолютну силу в кілограмах чи ньютонках, а й, за необхідності, визначити момент прикладеної сили ( $H \times m$ ) у робочому діапазоні рухів за формулою:

$$M = F \times h,$$

де  $F$  – сила, прикладена до динамометра,  $h$  – плече сили м'язів.

У залежності від досліджуваної групи м'язів пацієнт здійснював силовий вплив на ММТ, який утримував у руці оператор. Шляхом здійснення активного супротиву прикладеному зусиллю оператором у напрямку, протилежному дії сили м'язів, засобами комп'ютерної програми "EXPANDER" реєстрували силу в діапазоні руху в суглобі (див. рисунок).

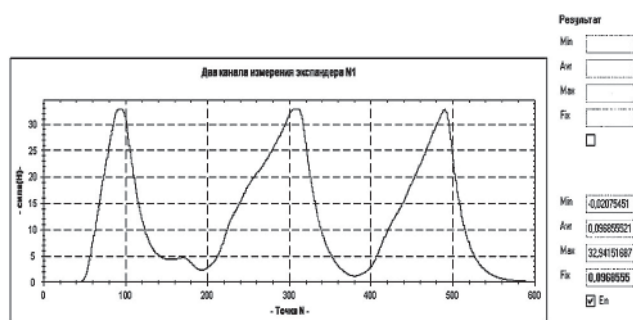
Для визначення динаміки силових показників було взято кількісні дані сили окремих груп м'язів до оперативного лікування та порівняно з показниками у ранньому та віддаленому періоді після втручання. Для порівняльного аналізу використовували аналогічні показники контрлатеральної кінцівки, взяті за умовну норму.

Статистичне опрацювання даних починали з об'єднання у варіаційні ряди за значеннями по кожній обстеженій групі. Щодо кожного варіаційного ряду визначали необхідні значення. Статистичне опрацювання результатів вимірювань проводили за допомогою методів математичної статистики з використанням комп'ютерних програм «Microsoft Excel» [9] та «Statistic (STAT SOFT)» [10].

### Результати

Як відомо, у пацієнтів з ураженням великих суглобів відбуваються зміни стану їх м'язового апарату як на боці ураження, так і на контрлатеральному боці до та після хірургічного втручання [11, 12]. Деякі автори не помітили суттєвої різниці щодо стану м'язового апарату при використанні різних оперативних підходів [13, 14].

До оперативного втручання із застосуванням передньо-латерального доступу нами відмічено зниження силових характеристик м'язів на ураженій кінцівці в порівнянні з контрлатеральною кінцівкою в діапазоні від 24,44% (м'язи-розгиначі гомілки) до 38,09% (м'язи-згиначі гомілки). При цьому у групі м'язів-розгиначів стегна на боці ураження силові характеристики відповідали аналогічним показникам контрлатеральної (умовно здорової) кінцівки (табл. 1).



Загальні параметри графіка електротензодинамометричних досліджень.

Таблиця 1. Динаміка середніх значень силових показників груп м'язів нижньої кінцівки після ЕКС із застосуванням передньо-латерального доступу та контрлатеральної кінцівки ( $\bar{x} \pm m$ )

Групи м'язів	Силові показники, Н					
	до операції		у післяопераційному періоді			
	ПК	КК	ранньому		віддаленому	
	ПК	КК	ПК	КК	ПК	КК
Згиначі стегна	81 ± 11	128 ± 7	16 ± 3	112 ± 15	98 ± 7	228 ± 10
Розгиначі стегна	81 ± 9	81 ± 4	22 ± 7	68 ± 9	87 ± 5	134 ± 8
Абдуктори стегна	90 ± 12	120 ± 9	41 ± 4	115 ± 12	156 ± 9	146 ± 7
Аддуктори стегна	66 ± 7	105 ± 4	73 ± 9	127 ± 9	140 ± 11	169 ± 9
Зовнішні обертачі стегна	24 ± 8	37 ± 2	35 ± 7	32 ± 4	73 ± 2	77 ± 2
Внутрішні обертачі стегна	35 ± 5	53 ± 3	10 ± 2	32 ± 2	58 ± 6	66 ± 2
Згиначі гомілки	52 ± 7	84 ± 8	58 ± 8	87 ± 6	104 ± 5	94 ± 1
Розгиначі гомілки	102 ± 12	135 ± 11	31 ± 4	131 ± 12	105 ± 11	155 ± 9

Примітка. ПК – прооперована кінцівка, КК – контрлатеральна кінцівка. Те саме в табл. 2.

У ранньому післяопераційному періоді діапазон різниці силових характеристик зазначених м'язів на прооперованій кінцівці у порівнянні з контрлатеральною кінцівкою збільшувався та становив від 33,33% (м'язи–згиначі гомілки) до 85,71% (м'язи–згиначі стегна). При цьому силові показники зовнішніх м'язів–обертачів стегна на прооперованій кінцівці були, навпаки, на 9,37% вищі, ніж на контрлатеральній інтактній кінцівці. Це може бути розцінене як компенсаторний механізм перерозподілу активності між м'язами – агоністами та м'язами – антагоністами для підтримання стабільності суглоба після встановлення ендопротеза (див. табл. 1).

Порівнявши показники силових характеристик зазначених м'язів на прооперованій кінцівці у ранньому післяопераційному періоді з доопераційними показниками, ми відмітили найбільше зниження у м'язах–згиначах стегна – на 85,71% та м'язах–розгиначах стегна – на 67,64%, внутрішніх м'язах–обертачах стегна – на 68,75% та м'язах–розгиначах гомілки – на 76,33%. Це вказує на функціональний дефіцит зазначених груп м'язів внаслідок їх інтраопераційного пошкодження.

У віддаленому післяопераційному періоді сила м'язів прооперованої кінцівки суттєво збільшувалася, а різниця силових характеристик зазначених м'язів між прооперованою та інтактною кінцівками зменшувалася. Сила м'язів–абдукторів стегна та м'язів–згиначів гомілки на прооперованій кінцівці була навіть відповідно на 6,84 та 10,63% вище, ніж на контрлатеральній кінцівці. Зберігалось зниження силових показників на 57,01% для м'язів–згиначів стегна, на 35,07% для м'язів–розгиначів стегна та на 17,15% для м'язів–абдукторів стегна у порівнянні з аналогічними показниками на контрлатеральній кінцівці. На наш погляд, це відбувається, з одного боку, за рахунок інтраопераційного пошкодження м'язів, а з іншого – за рахунок перебудови м'язового балансу з формуванням нового рухового стереотипу ходи із залученням м'язових груп, які були виключені з роботи через наявність больового синдрому та м'язової контрактури (див. табл. 1).

За даними електротензодинамометрії до ЕКС із застосуванням задньо–латерального доступу (табл. 2) відміче-

но зниження силових характеристик усіх зазначених груп м'язів на боці ураження в порівнянні з контрлатеральною кінцівкою в діапазоні від 18,78% (м'язи–абдуктори стегна) до 39,20% (м'язи–розгиначі гомілки).

У ранньому післяопераційному періоді відбулося суттєве збільшення діапазону різниці силових характеристик м'язів–абдукторів стегна (93,33%), м'язів–абдукторів стегна (69,15%), зовнішніх м'язів–обертачів стегна (86,53%) та м'язів–розгиначів стегна (62,31%) на прооперованій кінцівці у порівнянні з контрлатеральною кінцівкою. Менш суттєву різницю сили м'язів спостерігали у групах м'язів–згиначів гомілки (33,13%), внутрішніх м'язів–обертачів стегна (29,11%) та м'язів–згиначів стегна (9,25%). При цьому відмічали, що силові показники м'язів–розгиначів гомілки на прооперованій кінцівці були, навпаки, на 81,48% вищі, ніж на контрлатеральній (інтактній) кінцівці.

Отримані результати можуть бути розцінені як компенсаторний механізм перерозподілу активності між м'язами–агоністами та м'язами–антагоністами для підтримання стабільності суглоба після встановлення ендопротеза (див. табл. 2).

Порівнявши показники силових характеристик м'язів на прооперованій кінцівці у ранньому післяопераційному періоді з доопераційними показниками (див. табл. 2), ми відмітили найбільше зниження сили у м'язах–абдукторах стегна – у 9 разів, м'язах–абдукторах та зовнішніх м'язах–обертачах стегна – у 4 рази, м'язах–розгиначах стегна – у 2,5 разу.

Виявлені особливості можуть свідчити про інтраопераційне пошкодження зазначених груп м'язів.

У віддаленому післяопераційному періоді показники сили м'язів прооперованої кінцівки суттєво збільшувалися, а різниця силових характеристик зазначених м'язів між прооперованою та інтактною кінцівками зменшувалася.

Найбільшу різницю показників сили м'язів прооперованої кінцівки спостерігали у групах м'язів–розгиначів стегна – 44,75%, м'язів–абдукторів стегна – 39,19% та зовнішніх м'язів–обертачів стегна – 34,31% у порівнянні з інтактною кінцівкою. Найбільшою різницю показників була у групах м'язів–згиначів стегна – 7,18% та м'язів–згиначів гомілки –

**Таблиця 2. Динаміка середніх значень силових показників груп м'язів нижньої кінцівки після ЕКС із застосуванням задньо–латерального доступу та контрлатеральної кінцівки ( $\bar{x} \pm t$ )**

Групи м'язів	Силові показники, Н					
	до операції		у післяопераційному періоді			
	ПК	КК	ранньому		віддаленому	
	ПК	КК	ПК	КК	ПК	КК
Згиначі стегна	105 ± 4	139 ± 8	98 ± 4	108 ± 4	155 ± 7	167 ± 3
Розгиначі стегна	136 ± 2	192 ± 6	52 ± 6	138 ± 12	100 ± 5	181 ± 15
Абдуктори стегна	134 ± 8	165 ± 11	33 ± 2	107 ± 11	121 ± 3	199 ± 13
Абдуктори стегна	99 ± 4	135 ± 7	11 ± 1	165 ± 13	109 ± 11	132 ± 9
Зовнішні обертачі стегна	58 ± 3	92 ± 2	14 ± 2	104 ± 8	67 ± 8	102 ± 11
Внутрішні обертачі стегна	68 ± 9	94 ± 4	56 ± 9	79 ± 6	78 ± 5	88 ± 3
Згиначі гомілки	120 ± 11	196 ± 10	113 ± 11	169 ± 17	144 ± 6	157 ± 3
Розгиначі гомілки	152 ± 14	250 ± 17	245 ± 18	135 ± 14	218 ± 4	210 ± 2



8,28%. При цьому силові показники м'язів–розгиначів гомілки на прооперованій кінцівці були на 3,80% вищими, ніж на контрлатеральній (інтактній) кінцівці (див. табл. 2).

### Обговорення

Порівняльний аналіз динаміки відновлення функції м'язів нижньої кінцівки свідчить, що при ЕКС із застосуванням передньо–латерального доступу функція м'язів прооперованої кінцівки у віддаленому післяопераційному періоді відновлювалась швидше у групах м'язів–розгиначів стегна, м'язів–абдукторів стегна, зовнішніх м'язів–обертачів стегна та м'язів–згиначів гомілки. У групах м'язів–згиначів стегна та м'язів–розгиначів гомілки відновлення відбувалось повільніше.

При ЕКС із застосуванням задньо–латерального доступу функція м'язів прооперованої кінцівки у віддаленому післяопераційному періоді відновлювалась швидше у групах м'язів–згиначів стегна та м'язів–розгиначів гомілки.

У групах м'язів–розгиначів стегна, м'язів–абдукторів стегна та зовнішніх м'язів–обертачів стегна відновлення функції відбувалось повільніше. У групах м'язів–абдукторів стегна, внутрішніх м'язів–обертачів стегна та м'язів–згиначів гомілки різниця силових характеристик між прооперованою та інтактною кінцівками була несуттєва, у межах  $\pm 10 - 21\%$ .

### Висновки

1. У ранньому післяопераційному періоді внаслідок інтраопераційного пошкодження при застосуванні передньо–латерального доступу в порівнянні з контрлатеральною кінцівкою основні ознаки функціонального дефіциту прооперованої кінцівки спостерігали у м'язах–згиначах стегна – 85,71%, м'язах–розгиначах гомілки – 76,33%, внутрішніх м'язах–обертачах стегна – 68,75%, м'язах–розгиначах стегна – 67,64% та м'язах–абдукторах стегна – 64,34%; при застосуванні задньо–латерального доступу – у м'язах–абдукторах стегна – 93,33%, зовнішніх м'язах–обертачах стегна – 86,53%, м'язах–абдукторах стегна – 69,15% та м'язах–розгиначах стегна – 62,31%. Водночас компенсаторно збільшувалися показники сили м'язів–розгиначів гомілки – на 81,48%.

2. У віддаленому післяопераційному періоді функціональний дефіцит прооперованої кінцівки при застосуванні передньо–латерального та задньо–латерального доступів суттєво зменшувався за рахунок збільшення сили м'язів на боці хірургічного втручання та зменшення різниці між її показниками та показниками контрлатеральної кінцівки.

3. У віддаленому післяопераційному періоді при застосуванні передньо–латерального доступу основні ознаки функціонального дефіциту прооперованої кінцівки в порівнянні з контрлатеральною кінцівкою зберігалися у м'язах–згиначах стегна – 57,01%, м'язах–розгиначах стегна – 35,07%, м'язах–розгиначах гомілки – 32,25% та м'язах–абдукторах стегна – 17,15%; при застосуванні задньо–латерального доступу – у м'язах–розгиначах стегна – 44,75%, м'язах–абдукторах стегна – 39,19%, зовнішніх м'язах–обертачах стегна – 34,31% та м'язах–абдукторах стегна – 17,42%.

4. Функція м'язів прооперованої кінцівки при ендопротезуванні із застосуванням передньо–латерального доступу відновлювалась швидше у групах м'язів–розгиначів стегна, м'язів–абдукторів стегна, зовнішніх м'язів–обертачів стегна та м'язів–згиначів гомілки. У групах м'язів–згиначів стегна та м'язів–розгиначів гомілки відновлення відбувалось повільніше. При застосуванні задньо–латерального доступу функція м'язів прооперованої кінцівки відновлювалась швидше у групах м'язів–згиначів стегна та м'язів–розгиначів гомілки. У групах м'язів–розгиначів стегна, м'язів–абдукторів стегна та зовнішніх м'язів–обертачів стегна відновлення функції відбувалось повільніше.

5. За результатами дослідження із застосуванням методики електротензодинамометрії спостерігали компенсаторний механізм перерозподілу силових характеристик між м'язами–агоністами та м'язами–антагоністами нижньої кінцівки для забезпечення необхідного м'язового балансу у пацієнтів після ЕКС при застосуванні як передньо–латерального, так і задньо–латерального доступу.

### Підтвердження

**Фінансування.** Дана робота є частиною науково–дослідної роботи кафедри травматології і ортопедії № 1 Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика. Фінансування за рахунок держбюджету.

**Внесок авторів.** Герцен Г. І., Лазарев І. А. – участь у проведенні експерименту, написання тексту; Горбань Д. А. – участь у проведенні експерименту, аналіз літератури, написання тексту.

**Конфлікт інтересів.** Автори, які взяли участь в цьому дослідженні, заявили, що у них немає конфлікту інтересів щодо цього рукопису.

**Згода на публікацію.** Всі автори прочитали і схвалили остаточний варіант рукопису. Всі автори дали згоду на публікацію цього рукопису.

### References

1. Briggs KK, Bolia IK. Hip arthroscopy: an evidence-based approach. *Lancet*. 2018;391(10136):2189–90. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31218-2.
2. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement. *Lancet*. 2007;370(9597):1508–19. doi: 10.1016/s0140-6736(07)60457-7.
3. Oleinyk AE. Landmarks of evolution of hip joint endoprosthesis. *Medychni perspektyvy*. 2015;20(2):137–44. doi: 10.26641/2307-0404.2015.2.45683. [In Russian].
4. Azarkane M, Boussakri H, Shimi M, Elibrahimi A, Elmrini A. Late complications of total hip prosthesis: apropos of 42 cases. *Pan Afr Med J*. 2013;14:17. doi: 10.11604/pamj.2013.14.17.2265. [In French].
5. Kamiński P, Zawojski A, Jaworski JM, Wilk–Frąńczuk M. Treatment of primary hip arthroplasty complications. case study. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2018;20(5):421–30. doi: 10.5604/01.3001.0012.8278.
6. Gertsen HI, Povorozniuk VV, Shtonda DV. The influence of hip replacement on quality of the femoral bone. *Litopys travmatolohii ta ortopedii*. 2016;(1):22–5. [In Ukrainian].

7. Galia CR, Diesel CV, Guimarães MR, Ribeiro TA. Total hip arthroplasty: a still evolving technique. *Rev Bras Ortop.* 2017;52(5):521–527. doi: 10.1016/j.rboe.2016.09.011.
8. Lazarev IA, Zvirniaka OM, Maksymishyn OM, Rudenko AM, vynakhidnyky; DU «Instytut travmatolohii ta ortopedii NAMN Ukrainy», patentovlasnyk. A device for evaluating the functional state of the limb in contracture conditions. Patent Ukraine. No 113138, 2017 Sich 10. [In Ukrainian].
9. Abramchenko NV, Meshcheriakov EA, Meshcheriakova NA, Ultan AE. Implementation of mathematical methods and models in MS Excel. Computer workshop. Omsk: Publ. center KAN; 2018. 86 s. [In Russian].
10. Novykova NM. Statistical methods in medicine: workshop. Minsk: IVC Minfina; 2017. 94 s. [In Russian].
11. Agten CA, Sutter R, Dora C, Pfirrmann CW. MR imaging of soft tissue alterations after total hip arthroplasty: comparison of classic surgical approaches. *Eur Radiol.* 2017;27(3):1312–21. doi: 10.1007/s00330-016-4455-7.
12. Krukemeyer MG, Möllenhoff G, editors. Endoprosthetics: an introduction for the practitioner. Berlin; Boston: De Gruyter, cop; 2014. 215 p.
13. Bremer AK, Kalberer F, Pfirrmann CW, Dora C. Soft-tissue changes in hip abductor muscles and tendons after total hip replacement: comparison between the direct anterior and the transgluteal approaches. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(7):886–9. doi: 10.1302/0301-620X.93B7.25058.
14. Amanatullah DF, Masini MA, Roger DJ, Pagnano MW. Greater inadvertent muscle damage in direct anterior approach when compared with the direct superior approach for total hip arthroplasty. *Bone Joint J.* 2016;98-B(8):1036–42. doi: 10.1302/0301-620X.98B8.37178.

Надійшла 18.08.2019