

УДК 616.747:616.717.9]-089.881:616-092.6](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-5987201845-13>

Вимоги до м'яза-двигуна за умов різних способів опоненопластики (експериментальне дослідження)

С. С. Страфун¹, М. П. Оберемок², А. В. Чкалов³,
В. Т. Юрченко⁴, С. В. Тимошенко¹

¹ ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ

² ТОВ «Медичний центр «Медікап», Одеса. Україна

³ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського». Україна

⁴ Київське міське клінічне бюро судово-медичної експертизи. Україна

Objective: to determine in an experiment the ability of muscle-motors to provide the effectiveness of opponenoplasty techniques for which they are applied, including reducing of their power characteristics. Methods: simulation was carried out on 5 fresh cadavers hands and forearms. Comparative analysis of the 7 most prevalent methods of opponenoplasty was made. The techniques were differed by selecting of the muscle, block-suture and tendon insertion points to the different thumb structures. The tension for transposed tendons has carried out through an electronic dynamometer with recording of force, excursion, and amplitude of the thumb deviation. We calculated the necessary strength and the work of the transposed muscle to realize the effectiveness of the techniques in angular indices and in points by Kapandji. Results: physiological characteristics of the target muscle-motors (forces, amplitudes and work parameters) were enough for Steindler, Thompson, and Bunnell techniques effectiveness in all insertion variants. However, do not effective enough to the parameters of insufficient physiological excursion for Guber methods, and were not insufficient by force and work parameters for Edgerton-Brand, Burkhalter and Taylor methods. When the strength of the target muscle-engine decreases to the M4 level, the effectiveness of the tested techniques significantly decreases: Thompson — up to 2 points by Kapandji, Steindler and Bunnell — up to 1–2, for others — tends to zero. Conclusions: in experimental study with physiological parameters and a functional state of the muscle-motor up to M5 — most of the opponenoplasty are effective, with a decrease in its strength to M4 — are ineffective. The obtained data allowed us to select the method of opponenoplasty according to the resources and functional state of the muscle-motor and to predict the effectiveness of treatment. Key words: functional state of the muscle, opposition of the first finger, opponenoplasty transposition, experiment.

Цель: определить в эксперименте эффективность различных методик опоненопластик, в том числе при снижении силовых характеристик мышц. Методы: проведено моделирование на 5 свежих анатомических препаратах кисти и предплечья и сравнительный анализ наиболее применяемых 7 методик опоненопластики. Методики отличались выбором мышцы, блок-шквива и места инсерции сухожилия на структуры I пальца. Тягу за транспонированные сухожилия осуществляли через электронный динамометр с регистрацией усилия, экскурсии, амплитуды отклонения I пальца. Рассчитывали необходимую силу и работу транспонированной мышцы для реализации эффективности методик в угловых показателях и в баллах по Каранджи. Результаты: для эффективности реализации методик Steindler, Thompson и Bunnell во всех вариантах инсерции необходимы показатели усилия, амплитуды и работы, соответствующие физиологическим характеристикам целевых мышц-двигателей, методики Guber — не соответствующие по параметрам недостаточной физиологической экскурсии, методик Edgerton и Brand, Burkhalter и Taylor — по параметрам силы и работы. При снижении силы целевой мышцы-двигателя до уровня M4 эффективность протестированных методик существенно уменьшается: Thompson — до 2 баллов по Каранджи, Steindler и Bunnell — до 1–2, для других — стремится к нулю. Выводы: в эксперименте при физиологических параметрах и функциональном состоянии мышцы-двигателя до M5 большинство методик опоненопластик эффективны, при снижении силы до M4 — малоэффективны. Полученные данные позволяют подбирать методику ортопедического восстановления противопоставления I пальца в зависимости от ресурсов и функционального состояния мышц-двигателей и прогнозировать эффективность лечения. Ключевые слова: функциональное состояние мышцы, оппозиция первого пальца, опоненопластика, транспозиции, эксперимент.

Ключові слова: функціональний стан м'яза, опозиція першого пальця, опоненопластика, транспозиції, експеримент

Вступ

У світі розроблено значну кількість (понад 80) методик опоненопластики, які суттєво відрізняються поміж собою основними складовими, серед них одна із найважливіших — це вибір м'язодвигуна для забезпечення втраченої функції опозиції [1–3]. М'язи-двигуни відрізняються силовими й амплітудними характеристиками, а наслідки травми верхньої кінцівки можуть призвести до погіршення їхнього функціонального стану. Для обґрунтування об'єктивного підходу до вибору найбільш раціональної методики необхідно уточнити в експерименті ефективність різних методик опоненопластики з огляду на функціональні можливості м'язодвигуна, у тому числі в разі їх порушення. Досліджень, які б відтворювали ці умови, — немає.

Мета: визначити в експерименті спроможність м'язів-двигунів забезпечити ефективність методик опоненопластик, для яких вони застосовуються, зокрема в разі зниження їхніх силових характеристик.

Матеріал і методи

Роботу виконано з дотриманням чинного законодавства щодо дослідницької роботи з анатомічним матеріалом потерпілих людей і дані статті затверджено на засіданні комісії з біоетики ДУ «ІТО НАМН» (протокол № 5 від 01.11.2018).

Матеріалом експерименту стали 5 свіжих анатомічних препаратів верхніх кінцівок померлих чоловіків віком від 44 до 65 років. Кінцівки були без ознак ушкодження, час від моменту смерті становив до 2 діб в умовах холодного зберігання. Використано препарати без явищ трупного задубіння м'язів кисті та передпліччя.

Біомеханічне обґрунтування експерименту та методика його проведення. У зв'язку з багатокомпонентністю та складністю опозиційного руху I пальця реалізація й інтерпретація результатів експерименту вимагала певної підготовки анатомічного препарату та низки допущень і спрощень. Підготовка анатомічного препарату та визначення осей переміщення I пальця й інших кількісних параметрів передбачали: фіксацію дистального міжфалангового суглоба I пальця спицею в нейтральному положенні; кистьового суглоба — спицею Кіршнера також у нейтральному положенні; передпліччя в середній третині — до дерев'яної основи черезкістково спицями або в лаборатор-

ному штативі в положенні супінації. Функцію опозиції оцінювали, виходячи з класичної гоніометричної схеми, яка складається з переносу кутових зміщень I пальця на проекцію фронтальної, сагітальної та поперечної (аксіальної) площин тіла [4]. У процесі реєстрації кутових переміщень осі I пальця (сегмента основна – нігтьова фаланги) відстежували зміни орієнтацій реперів — спиць Кіршнера, проведених черезкістково через основну фалангу у взаємоперпендикулярних напрямках (рис. 1). За нульову вісь для реєстрації переміщень у сагітальній і фронтальній площинах приймали вісь передпліччя, а в поперечній — умовну вісь, проведenu поперечно долоні. Бальне оцінювання за Каранджі [5] на анатомічному препараті проводили шляхом мануального довершення згинання пальця в п'ястково-фаланговому суглобі з позиції, яку встановлювали за умов певного методу опоненопластики без зміни позиції сідлоподібного суглоба. За нормальні показники амплітуди та функції м'язів кисті та передпліччя використано зазначені в спеціалізованій літературі параметри [3, 6–8] (табл. 1, 2), за інтегральний показник функції м'язодвигуна — показники його роботи.

Для проведення сухожилково-м'язової транспозиції за попередньо прошитий сухожилок м'язодвигуна здійснювали ручну тягу через електронний динамометр тензометричного типу із цифровим виходом DS2 Hans Schmidt; межі вимірювання 0...50 Н; роздільна здатність 0,01 Н; допустима похибка 0,2 % у напрямку природного розташування та функції м'яза. Тягове зусилля передавали на сухожилок через динамометр рукою з покроковим його нарощуванням з інкрементом 0,1 Н до візуально помітної зміни положень сегментів I пальця.



Рис. 1. Вигляд препарату за умов максимальної фізіологічної тяги за м'яз-двигун за методикою опоненопластики за Thompson у варіанті фіксації тильно-латеральної поверхні I п'ясткової кістки

Таблиця 1

Екскурсії сухожилків м'язів передпліччя та кисті

М'яз	Екскурсія м'яза (см)			
	II	III	IV	V
<i>Flexor digitorum profundus</i>	II: 5,0	III: 8,5	IV: 7,6	V: 7,0
<i>Flexor digitorum superficialis (FDS)</i>	II: 5,3	III: 8,8	IV: 6,5	V: 6,0
<i>Extensor communis et indicis propuris</i>	II: 5,4	III: 5,5	IV: 5,5	V: 3,5
<i>Extensor pollicis longus</i>	5,8			
<i>Flexor pollicis longus</i>	5,2			
<i>Flexor carpi radialis</i>	4,0			
<i>Extensor carpi radialis longus</i>	3,7			
<i>Extensor carpi radialis brevis</i>	3,7			
<i>Flexor carpi ulnaris (FCU)</i>	3,3			
<i>Extensor pollicis brevis</i>	2,8			
<i>Abductor pollicis longus</i>	2,8			
<i>Extensor carpi ulnaris</i>	2,5			
<i>Abductor digiti minimi (ADM)</i>	2,0			

Таблиця 2

Робота м'язів передпліччя та кисті з урахуванням функціонального стану

М'яз	Робота м'яза (Н·см)		
	100 %	65 %	12 %
<i>Flexor digitorum superficialis (1/4)</i>	120	78,0	15,0
<i>Flexor digitorum profundus (1/4)</i>	110	72,0	14,0
<i>Flexor carpi ulnaris</i>	200	130,0	25,0
<i>Flexor pollicis longus</i>	120	78,0	15,0
<i>Flexor carpi radialis</i>	80	52,0	10,0
<i>Abductor pollicis longus</i>	10	6,5	1,3
<i>Abductor pollicis longus</i> з радіальною дев'яцією в кистьовому суглобі	40	26,0	5,0
<i>Extensor digitorum communis</i>	170	110,0	21,0
<i>Extensor carpi ulnaris</i>	110	71,0	14,0
<i>Extensor carpi radialis longus</i>	110	71,0	14,0
<i>Extensor carpi radialis brevis</i>	90	58,0	11,0
<i>Extensor indicis</i>	50	32,0	6,3
<i>Extensor pollicis longus</i>	10	6,5	1,3
<i>Abductor digiti minimi</i>	40	26,0	4,8

Стан, в якому подальше підвищення зусилля не призводило до помітних змін у положенні I пальця, — вважали гранично досяжним для цієї методики. Приклад результатів вимірювань наведено на рис. 2.

За допомогою кутоміра та фотофіксації в аксіальній і боковій проекціях реєстрували параметри початкових, проміжних та остаточних показників відведення, згинання та пронації I пальця, можливі для кожної з аналізованих методик (рис. 3). Лінійкою вимірювали амплітуду рухів сухожилка-двигуна від початку до закінчення опозиційного руху I пальця.

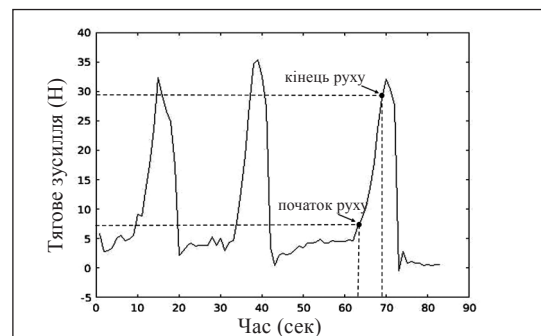


Рис. 2. Графік показників динамометра на початку і в кінці опозиційного руху I пальця. Методика Bunnell, фіксація за основну фалангу I пальця

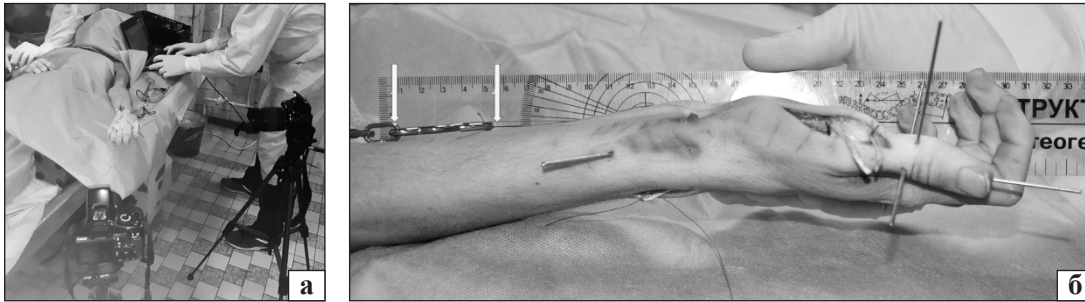


Рис. 3. Розташування фотокамер для реєстрації відхилень реперів осей першого пальця (а); реєстрація екскурсії сухожилка (б)

Таблиця 3

Протестовані методики опоненопластики

Автор методики	М'яз-двигун	Шків	Інсерція
Bunnell [11]	<i>Flexor digitorum superficialis IV</i>	Дистальна 1/2 сухожилка <i>flexor carpi ulnaris</i> формується в шків у вигляді петлі	Тильна поверхня основної фаланги I-го пальця
Thompson [12]	<i>Flexor digitorum superficialis IV</i>	Шків — кут між зап'ястковою зв'язкою та ліктьовим краєм долонного апоневрозу	Частина — до I п'ясткової кістки, частина до основної фаланги
Huber [13]	<i>Abductor digiti minimi</i>	Не має	Місце прикріплення сухожилка <i>abductor pollicis brevis</i>
Taylor [14]	<i>Extensor digitorum communis</i>	Ліктьовий край зап'ястка	Променевий бік I п'ясткової кістки
Burkhalter і співавт. [14]	EIP	Довкола ліктьового краю кисті	Сухожилок <i>abductor pollicis brevis</i>
Edgerton і Brand [15]	<i>Abductor pollicis longus</i>	Довгий долонний м'яз	Тильна поверхня I п'ясткової кістки
Steindler [16]	1/2 <i>Flexor pollicis longus</i>	Отвір у каналі <i>flexor pollicis longus</i>	Тил основної фаланги

Примітка. Для методик Thompson та Bunnell протестовано три варіанти інсерції транспонованого сухожилка: тильно-латеральний край дистальної третини п'ясткової кістки I пальця, тильно-латеральний край проксимальної третини проксимальної фаланги та подвійна інсерція до двох вказаних місць.

У клінічній практиці для транспозиції часто доводиться використовувати м'язи зі зменшеним функціональним станом. Окрім того, відомо, що сила м'яза після транспозиції знижується на одну одиницю за шкалою MRC (MRC Muscle Scale [9]). Тому вбачається доцільним перенести результати експерименту, й на показники зниженого функціонального стану м'яза-двигуна. Отже, в дослідження та його інтерпретацію введено допущення про певні кількісні параметри зниженої функції м'яза-двигуна. Згідно з дослідженням Т. Paternostro-Sluga і співавт. [10], лікар, який обстежує хворого, схильний інтерпретувати функцію м'яза відносно контрлатерального здорового як M5 у діапазоні динамометричної його сили від 100 до 22 % (у середньому 65 %), а стан від 21 до 5 % (у середньому 12 %) — як M4. Ці показники взяті нами для перенесення в розрахунки результатів експерименту та подальшої інтер-

претації ефективності дії м'яза-двигуна зниженої сили. Амплітудно-силові характеристики нормальних м'язів кисті запозичено в спеціалізованій літературі [3, 6–8] та узагальнено з урахуванням можливого зниження функціонального стану за шкалою MRC Muscle Scale (табл. 1, 2).

В експерименті проведено тестування ефективності 7 методик (табл. 3) та деяких їхніх модифікацій, які найчастіше застосовують у клінічній практиці [1, 2].

Результати та їх обговорення

У табл. 4 подано параметри екскурсії, сили, роботи транспонованого м'яза-двигуна та його сухожилка, кутова та кількісна оцінка відновлення опозиції I пальця та їхній взаємозв'язок у процесі виконання експерименту. Для кожної з методик наведено три рядки: перший — параметри на момент проявів руху I пальця, другий — одне з проміжних положень неповної опозиції I пальця,

Таблиця 4

**Проміжні екскурсія, амплітуда, робота, кути та бал опозиції за Каранджі
в динаміці за умов моделювання опоненопластики**

Екскурсія (см)		Сила (Н)		Робота (Н·см)	Кут, град.						Бал опозиції
Δ	σ _Δ	F	σ _F		згинання		відведення		ротації		
					α _{лг}	σ _{лг}	α _{ад}	σ _{ад}	α _{рт}	σ _{рт}	
Методика Bunnell за умов трьох варіантів інсерції											
Інсерція до п'ясткової кістки											
0,5	0,1	4,0	0,8	1,0	5	0,6	3	0,5	8	0,6	0
1,5	0,1	12,8	1,8	9,6	16	2,1	8	1,4	24	1,9	2
Інсерція до проксимальної фаланги											
0,6	0,1	2,8	1,1	0,8	5	0,5	4	0,5	7	0,5	0
1,8	0,2	9,0	2,2	8,1	15	1,4	10	1,4	21	2,1	2
4,0	0,2	22,6	2,69	45	30	2,7	21	2,7	45	3,8	5
Подвійна інсерція											
0,5	0,1	3,1	0,22	0,7	5	0,6	3	0,6	7	0,5	0
1,7	0,1	9,9	0,51	8,4	18	1,9	14	1,9	32	1,4	3
Методика Thompson за умов трьох варіантів інсерції											
Інсерція до п'ястково кістки											
0,9	0,1	8,2	1,1	3,6	5	0,6	4	0,5	11	0,6	0
1,9	0,1	16,4	1,8	16	18	2,1	11	1,4	30	1,9	3
Інсерція до проксимальної фаланги											
0,8	0,1	7,4	1,1	3,0	5	0,5	3	0,5	10	0,6	0
1,6	0,2	14,8	2,2	12	16	1,4	6	1,4	20	2,1	2
Подвійна інсерція											
0,9	0,1	5,8	0,22	2,6	5	0,6	2	0,6	8	0,5	0
1,9	0,1	12,1	0,51	12	15	1,9	5	1,9	24	1,4	2
Методика Huber											
0,5	0,1	2,3	0,8	0,6	5	0,6	3	0,5	10	0,6	0
1,0	0,1	7,2	1,8	3,6	16	2,3	7	1,3	34	1,8	3
Методика Burkhalter											
0,5	0,1	4,0	0,8	1,0	4	0,5	2	0,6	9	0,6	0
1,7	0,1	13	1,4	11	18	2,1	8	1,4	27	1,9	3
Методика Edgerton та Brand											
0,5	0,1	4,0	0,8	1,0	5	0,6	2	0,8	9	0,6	0
1,8	0,1	13	1,8	11	12	2,3	6	1,3	21	1,7	2
Методика Steindler											
0,5	0,1	4,0	0,8	1,0	5	0,6	3	0,8	9	0,9	0
1,7	0,1	13	1,8	11	18	2,4	9	1,3	28	1,7	3

третій — показники за умов максимальної амплітуди опозиційного руху I пальця, можливого для певної методики (тобто фактична її ефективність у разі реалізації повної сили й амплітуди тяги сухожилка для кожного етапу експерименту).

На рис. 4 проілюстровано отримані взаємозв'язки між екскурсією сухожилка та показниками динамометра в експерименті за методикою Bunnell у трьох варіантах інсерції.

Порівнюючи різні місця інсерції транспонованого сухожилка, слід визнати значущу різницю за амплітудно-силовими вимогами для м'язодвигуна. Зокрема, у разі фіксації до основної фаланги I пальця (оригінальна методика за Bunnell) до п'ясткової кістки необхідна найбільша екскурсія сухожилка, проте сила м'яза — найменша (наслідок включення в рух I п'ястково-фалангового суглоба), що, з одного боку, може бути функціонально

вигідним за умов слабкості м'яза, з іншого, — шкідливим чинником у разі зниження амплітуди в умовах рубцевого блоку транспонованого сухожилка. Другий варіант інсерції (до п'ясткової кістки) потребує найбільшої сили від транспонованого м'яза і найбільшої роботи, тому має використовуватись у випадку добрих вихідних показників стану м'яза.

Одержані експериментальні та розрахункові показники опозиції I пальця за умов різного функціонального стану м'яза-двигуна (табл. 5) дозволяють спрогнозувати ефективність методик опоненопластики та їх варіантів (Bunnell та Thompson мають схожі результати).

Метод вважаємо ефективним, якщо завдяки його використанню вдається достатньою мірою для функції відновити компоненти опозиції I пальця. Ураховуючи нормальні фізіологічні можливості м'яза-двигуна, за умов застосування методики транспозиції за Bunnell можна очікувати повного відновлення функції в межах отриманої в експерименті зі збереженням працездатності м'яза-донора на рівні M5 і часткового відновлення функції на рівні M4.

Найоптимальнішим з огляду на вимоги до м'яза-двигуна та отримані кути відновлення опозиції вбачається подвійна інсерція транспонованого сухожилка. Фізіологічні амплітудно-силові характеристики однієї четвертої поверхневого згинача пальців перекривають потреби для методики Bunnell транспозиції з повною реалізацією її ефективності для всіх варіантів інсерції. Проте за умов M4 функції м'яза-двигуна методика імовірно буде малоефективною.

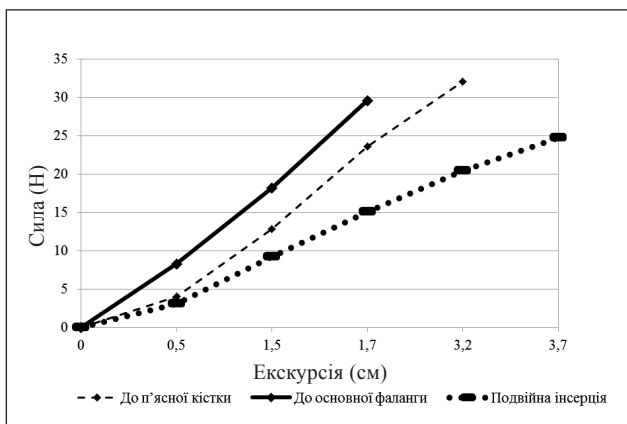


Рис. 4. Графік залежності між силовими показниками динамометра й амплітудою руху сухожилка м'яза-двигуна в разі опоненопластики за методикою Bunnell для трьох різних варіантів інсерції сухожилка в різні структури I пальця

Порівняльна характеристика методик опоненопластики I пальця з урахуванням вимог до функціонального стану м'яза-двигуна

Як впливає з отриманих в експерименті даних, різні методики опоненопластики дають неоднакові результати відновлення компонентів опозиції.

Найповніше відновлюється опозиція в разі відтворення в експерименті опоненопластики за Thompson, у варіанті подвійної інсерції, а найменші показники демонструє методика Edgerton та Brand. Ураховуючи різні можливості кожної методики, опираючись на вихідні порушення функції I пальця, вважаємо можливим диференційовано відновлювати/покращувати певний компонент опозиції, а саме: згинання — за методиками Bunnell, Steindler, Thompson; ротацію — Huber, Burkhalter та Taylor. Можна також дещо корегувати ефективність методик, змінюючи точки інсерції транспонованого сухожилка (проте віддаючи перевагу подвійній інсерції до основної фаланги та п'ясткової кістки).

Окрім амплітуди відновлення основних компонентів опозиції I пальця, чимале значення мають силові характеристики та параметри екскурсії, які вимагаються від транспонованого м'яза-двигуна для реалізації конкретної методики опоненопластики.

На гістограмі (рис. 5) наведено розподіл параметрів екскурсії сухожилка та сили м'яза-двигуна, який необхідний для певної методики для повної реалізації її амплітудних можливостей.

Вбачається логічним надавати перевагу опоненопластикам із сильнішими та з більшою амплітудою м'язами-двигунами (Thompson, Bunnell, Steindler) для підвищення сили трипальцевого захвату й ефективності втручання взагалі, проте це припущення вимагає окремої серії досліджень із динамометрією захватів.

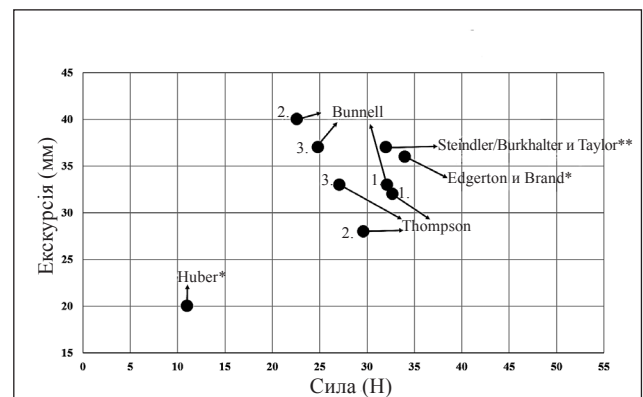


Рис. 5. Порівняльна гістограма параметрів сили та екскурсії, необхідних від м'яза-двигуна за різними методиками опоненопластики в експерименті: * — параметри методики з урахуванням фізіологічно можливої амплітуди сухожилка; ** — фізіологічно можливої його сили

Таблиця 5

Експериментальні та розрахункові показники опозиції І пальця за умов різного функціонального стану м'яза, різних методик опоненопластики та їхніх варіантів

Стан м'яза-двигуна (M0-5)	Робота (Н·см)	Кут, град.			Бал опозиції
		згинання	відведення	ротації	
Методика Bunnell, інсерція до п'ясткової кістки					
100 %	120	30	14	45	5
M5	78	30	14	45	5
M4	15	8	4	13	1–2
Методика Bunnell, інсерція до проксимальної фаланги					
100 %	120	30	21	45	5
M5	78	30	21	45	5
M4	15	10	7	15	1–2
Методика Bunnell, подвійна інсерція					
100 %	120	36	24	54	5
M5	78	36	24	54	5
M4	15	12	8	18	1–2
Методика Thompson, інсерція до п'ясткової кістки					
100 %	120	32	19	52	5
M5	78	32	19	52	5
M4	15	9,2	5,5	15	1–2
Методика Thompson інсерція до проксимальної фаланги					
100 %	120	30	15	49	5
M5	78	30	15	49	5
M4	15	11	5,5	18	2
Методика Thompson подвійна інсерція					
100 %	120	36	14	58	5
M5	78	36	14	58	5
M4	15	14	5	22	2
Методика Huber					
Фактична екскурсія	22	16	7	36	3
M5	14	10	5	23	2
M4	3	2	1	5	0–1
Методика Burkhalter					
100 %	50	30	13	44	4
M5	32	21	11	31	2–3
M4	6	4	2	6	0–1
Методика Edgerton та Brand					
100 %	10	12	6	21	4
M5	6,5	7,8	4,7	14	2–3
M4	1,2	2	1	3	0–1
Методика Steindler					
100 %	120	32	16	49	4
M5	78	32	16	49	4
M4	15	6	3	9	1

Імовірно також, що від сили й амплітуди м'язо-двигуна залежатиме й реабілітаційний потенціал методики, швидкість і повнота відновлення, опір транспонованого м'яза адгезивному процесу.

У більшості методик амплітудні та силові характеристики м'язів-двигунів у своєму фізіологічному, здоровому стані можуть забезпечити виявлені в експерименті вимоги. Проте в разі зниження їхнього функціонального стану розрахункові параметри відновлення функції опозиції значущо зменшуються. А у хворих із порушенням опозиції найчастіше ми маємо справу саме зі знизеними параметрами сили потенційних м'язів-двигунів.

Таким чином, в експерименті встановлено, що більшість протестованих методик забезпечують ефективне відновлення протиставлення I пальця за умов застосування здорового м'язо-двигуна та збереження його анатомо-функціональної цілості під час проведення хірургічного лікування. Проте втрата його функції внаслідок порушення живлення, іннервації та післяопераційного адгезивного процесу можуть зменшити ефективність транспозиції. Ці явища складно передбачити та змодельовати, проте їх слід ураховувати емпірично і не очікувати на надмірну ефективність цих процедур.

Висновки

Методики опоненопластики, неоднакові за вибором м'язо-двигуна з різним напрямком, зусиллям, механічною роботою, екскурсією його сухожилка, місцем інсерції транспонованого сухожилка в структури I пальця, суттєво відрізняються поміж собою — як за ступенем відновлення компонентів опозиції, так і за вимогами до функціонального стану використаного м'яза. Ефективність усіх методик зменшується зі зниженням сили м'язо-двигуна до рівні M4.

Підхід Thompson із варіантом подвійної інсерції до структур I пальця виявився найефективнішим методом опоненопластики для відновлення пронації та згинання, а операція за Bunnell у варіанті подвійної інсерції сухожилка — для відновлення компонента відведення. Найменш ефективними методики Edgerton/Brand та Huber.

Для реалізації експериментально отриманої ефективності методик необхідні параметри зусилля, амплітуди та роботи, які відповідають фізіологічним характеристикам цільових м'язів-двигунів для методик Steindler, Thompson та Bunnell в усіх варіантах інсерції, проте не відповідають за пара-

метрами недостатньої фізіологічної екскурсії в разі методики Huber, та за параметрами сили та роботи — методик Edgerton/Brand та Burkhalter-Taylor.

За умов зниження сили цільового м'язо-двигуна до рівня M4 ефективність усіх протестованих в експерименті методик суттєво зменшується: для методики Thompson — до 2 балів за Kapandji, Steindler та Bunnell — до 1–2, а для інших — наближається до нуля як за бальною оцінкою, так і за амплітудою рухів I пальця.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Список літератури

1. Ортопедичне відновлення опозиції першого пальця / С. С. Страфун, М. П. Оберемок, А. С. Лисак, С. В. Тимошенко // Травма. — 2018. — Т. 19, № 3. — С. 5–11. — DOI: 10.22141/1608-1706.3.19.2018.136400.
2. Використання «wide awake» анестезії для покращення результатів сухожильно-м'язових транспозицій на кисті / А. А. Безуглий, М. П. Оберемок, С. В. Тимошенко, А. С. Лисак // Klinicheskaia Khirurgiia. — 2018. — Vol. 85 (4). — P. 43–45. — DOI: 10.26779/2522.1396.2018.04.43.
3. Wilbur D. Principles of tendon transfer / D. Wilbur, W. C. Hammer // Hand Clinics. — 2016. — Vol. 32 (3). — P. 283–289. — DOI: 10.1016/j.hcl.2016.03.001.
4. Капанджи А. И. Верхняя конечность. Физиология суставов / А. И. Капанджи. — М.: ЭКСМО, 2009. — 368 с.
5. Kapandji A. I. Clinical evaluation of the thumb's opposition / A. I. Kapandji // Journal of Hand Therapy. — 1992. — Vol. 5 (2). — P. 102–106. — DOI: 10.1016/S0894-1130(12)80265-1.
6. Tubiana R. Paralysis of the thumb / R. Tubiana. — 1st ed. — Philadelphia: WB Saunders, 1993. — P. 182–253.
7. Ramselaar J. M. Tendon transfers to restore opposition of the thumb / J. M. Ramselaar. — New York: Springer, 1970. — 90 p.
8. Николаев Л. П. Руководство по биомеханике в применении к травматологии, ортопедии и протезированию / Л. П. Николаев. — Киев, 1950. — Т. 2. — 282 с.
9. Aids to the Investigation of Peripheral Nerve Injuries. Medical Research Council: Nerve Injuries Research Committee. — His Majesty's Stationery Office, 1942. — 48 p.
10. Reliability and validity of the Medical Research Council (MRC) scale and a modified scale for testing muscle strength in patients with radial palsy / T. Paternostro-Sluga, M. Grim-Stieger, M. Posch [et al.] // Journal of Rehabilitation Medicine. — 2008. — Vol. 40 (8). — P. 665–671. — DOI: 10.2340/16501977-0235.
11. Bunnell S. Surgery of the hand / S. Bunnell. — Philadelphia: Lippincott Co, 1956. — 3rd ed. — 956 p.
12. Thompson T. C. A modified operation for opponens paralysis / T. C. Thompson // Journal of Bone and Joint Surgery. Am. — 1942. — Vol. 24. — P. 632–640.
13. Huber E. Hilfsoperation bet median uhlahmung / E. Huber // Deutsches Archiv für klinische Medizin. — 1921. — Vol. 136. — P. 271.
14. Burkhalter W. Extensor indicis proprius opponensplasty / W. Burkhalter, R. C. Christensen, P. Brown // Journal of Bone and Joint Surgery. Am. — 1973. — Vol. 55 (4). — P. 725–732.
15. Edgerton M. T. Restoration of abduction and adduction to the unstable thumb in median and ulnar paralysis / M. T. Edgerton, P. W. Brand // Plastic and Reconstructive Surgery. — 1965. — Vol. 36. — P. 150–164.
16. Steindler A. Orthopaedic operations on the hand / A. Steindler // JAMA. — 1918. — Vol. 71. — P. 1288–1236.

THE MOTOR-MUSCLE REQUIREMENTS FOR DIFFERENT METHODS OF OPPONENOPLASTY (EXPERIMENTAL STUDY)

S. S. Strafun ¹, M. P. Oberemok ², O. V. Chkalov ³, V. T. Yurchenko ⁴, S. V. Timoshenko ¹

¹ SI «Institute of Traumatology and Orthopaedics of the NAMS of Ukraine», Kyiv

² LLC «Medical Center «Medikap», Odesa. Ukraine

³ «Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute». Ukraine

⁴ Kyiv City Clinical Bureau of Forensic Medical Examination. Ukraine

✉ Sergiy Strafun, MD, Prof. in Traumatology and Orthopaedics: strafun-s@ukr.net

✉ Mykola Oberemok: oberemok74@i.ua

✉ Oleksiy Chkalov: tchkalov@cad.ntu-kpi.kiev.ua

✉ Volodymyr Yurchenko: yurchenkovt@ukr.net

✉ Sergiy Timoshenko, PhD: setym@ukr.net

ДО УВАГИ СПЕЦІАЛІСТІВ

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» проводить післядипломну підготовку лікарів-спеціалістів, у тому числі іноземних громадян, у клінічній ординатурі та у формі стажування за спеціальністю «Ортопедія і травматологія», на курсах інформації та стажування з актуальних питань ортопедії та травматології (ліцензія Міністерства освіти і науки України АЕ № 285527 від 27.11.2013)

Курси інформації та стажування для лікарів ортопедів-травматологів

№	Назва	Керівник
1.	Хірургічні та консервативні методи лікування хворих із патологією великих суглобів	Проф. Філіпенко В. А.
2.	Ендопротезування великих суглобів	Проф. Філіпенко В. А.
3.	Хірургічні та консервативні методи лікування дітей з ортопедичною патологією	Проф. Хмизов С. О.
4.	Хірургічні та консервативні методи лікування хворих зі сколіотичними деформаціями хребта	Д. м. н. Мезенцев А. О.
5.	Хірургічні та консервативні методи лікування хворих із патологією хребта	Проф. Радченко В. О.
6.	Мануальна терапія в комплексному лікуванні хворих із патологією хребта	Проф. Радченко В. О.
7.	Малоінвазивна й інструментальна хірургія хребта	Проф. Радченко В. О.
8.	Хірургічні та консервативні методи лікування травматичних ушкоджень кістково-м'язової системи	Проф. Корж М. О.
9.	Реконструктивно-відновна хірургія опорно-рухової системи в разі наслідків травм та ортопедичних захворювань	Проф. Корж М. О.
10.	Лабораторні методи дослідження в ортопедії та травматології (клініко-діагностичні, біохімічні, морфологічні, імунологічні)	К. б. н. Леонтєва Ф. С.
11.	Лікувально-профілактичне експрес-ортезування та експрес-протезування опорно-рухової системи	К. м. н. Диннік О. А. Тимченко І. Б.
12.	Артроскопічна діагностика та лікування патології великих суглобів	К. м. н. Болховітін П. В.
13.	Хірургічні та консервативні методи лікування дітей з патологією кульшового суглоба	Проф. Хмизов С. О.
14.	Постізометрична релаксація та масаж в ортопедії та травматології	К. м. н. Стауде В. А.
15.	Ультразвукове дослідження опорно-рухової системи в дорослих і дітей	К. м. н. Котульський І. В.
16.	Регіональна анестезія в ортопедії та травматології з використанням ультразвукових методів візуалізації	К. м. н. Лизогуб М. В.

Телефон для довідок: (057) 725-14-77