

## Використання васкуляризованих перфорантних клаптів у відновленні кисті при електротермічних ураженнях

А. О. Жернов<sup>1</sup>, О. М. Коваленко<sup>2</sup>, О. А. Жернов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Київська міська клінічна лікарня № 2,

<sup>2</sup>Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ,

<sup>3</sup>Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика, м. Київ

## Application of vascularized perforant flaps in the hand restoration in electro-thermic affections

A. O. Zhernov<sup>1</sup>, O. M. Kovalenko<sup>2</sup>, O. A. Zhernov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kyiv's Municipal Clinical Hospital No 2,

<sup>2</sup>Bogomolets National Medical University, Kyiv,

<sup>3</sup>Shupik National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv

### Реферат

**Мета.** Покращити результати хірургічного лікування хворих із глибокими електричними опіками кисті шляхом використання локальних васкуляризованих клаптів на основі перфорантних судин.

**Матеріали і методи.** Проведено аналіз результатів лікування 17 хворих з електротравмою кисті, пластика дефектів виконана за допомогою локальних васкуляризованих клаптів на основі перфорантних судин кисті.

**Результати.** У 17 хворих було сформовано 20 клаптів. Застосування реваскуляризуючих втручань дозволило отримати у найближчому періоді добрі результати у 76,5% хворих, задовільні – у 13,5% хворих, у віддаленому періоді добрі результати – у 88,2% хворих, задовільні – у 11,8% хворих.

**Висновки.** Клапті з власним кровообігом на основі перфорантних судин, які формуються на неушкоджених ділянках кисті, здатні відновити кровопостачання в зоні електротермічного ураження і закрити рановий дефект.

**Ключові слова:** електроопіки кисті; перфорантні острівцеві клапті кисті.

### Abstract

**Objective.** To improve the results of surgical treatment in patients with deep electric burns of the hand, using local vascularized flaps, based on perforant vessels.

**Materials and methods.** Analysis of the treatment results in 17 patients, suffering electric trauma of the hand was conducted, the defects plasty was performed, using local vascularized flaps, based on perforant vessels of the hand.

**Results.** In 17 patients 20 flaps were formed. Application of revascularization procedures have permitted to obtain good results in immediate period in 76.5% patients, and satisfactory – in 13.5% patients, in late follow-up period good results – in 88.2% patients, and satisfactory – in 11.8% patients.

**Conclusion.** The transplant, owing own blood circulation and locally vascularized flaps, based on perforant vessels, which are formed on non-injured parts of the hand, guarantee the blood supply restoration in the zone of electric thermic affection as well as the wound defect closing.

**Keywords:** electric burns of the hand; perforant insular flaps of the hand.

Ураження електричним струмом відмічають у 0,04 – 5% усіх постраждалих з опіками в розвинених країнах [1]. Виявлено, що травмування верхніх кінцівок відбувається частіше, ніж нижніх, ураження руки спостерігається у 78,8% пацієнтів з електроопіками [2]. Ураження електричним струмом є багатогранним патологічним процесом, при якому проявляються загальні та місцеві порушення у вигляді ділянок некрозу від невеликих точкових до руйнування сегментів кінцівки. Такі ураження часто призводять до ампутацій та інвалідності і ускладнюють лікування [3].

Після видалення змертвілих тканин утворюються дефекти кисті, відновлення яких постає великим викликом для хірургів. Для цього використовують вільну пересадку шкіри, пластику місцевими тканинами та пластику з віддалених ділянок тіла [4, 5]. Однак скорочення вільних трансплантатів, некроз місцевих клаптів, тривале виму-

шене положення кінцівки часто призводять до ускладнень та негативних результатів.

Електричні ураження кисті супроводжуються пошкодженням не тільки шкіри, а й глибоких утворень – сухожилків, судинно-нервових пучків, суглобів, кісток. Такі пошкодження вимагають реваскуляризації, що досягається використанням тканин із власним кровообігом [6].

Останнім часом для реконструкції шкірних дефектів використовуються перфорантні клапті в різних комбінаціях. Методики реваскуляризації та реконструкції дефектів м'яких тканин на пальцях продовжують розвиватися і в Україні [7, 8]. Однак використання подібних клаптів при електротравмі кисті недостатньо висвітлено у вітчизняній літературі.

Мета дослідження: покращити результати хірургічного лікування хворих із глибокими електричними опіка-

ми кисті шляхом використання локальних васкуляризованих клаптів на основі перфорантних судин.

### Матеріали і методи дослідження

Під спостереженням перебувало 17 хворих чоловічої статі віком від 2 до 67 років, серед них було 4 дітей. У 1 пацієнта були уражені обидві кисті. Ураження струмом низької напруги відмічено у 13 пацієнтів, високої – у 4.

Усі хворі обстежені згідно зі стандартною схемою, що включала збір анамнезу, оцінку загального і локального статусу, застосування додаткових методів дослідження з подальшим встановленням діагнозу і визначенням плану лікування.

Госпіталізовані в терміни до 3 год після травми у відділення інтенсивної терапії 13 (76,5%) хворих, їм проводились контроль гемодинаміки (ЕКГ в динаміці), інфузійна й антибактеріальна терапія. Госпіталізовані через добу і більше після ураження струмом 4 постраждалих. Усім хворим щодня виконували перев'язки. При пошкодженнях струмом високої напруги через 6 год після травми виконували декомпресійні некротомії на кисті, передпліччі і плечі з обов'язковим розкриттям карпального каналу на зап'ясті для запобігання пошкодженню серединно-

го нерва (тунельний синдром), здавлюванню променевої та ліктьової артерій. Хірургічне лікування починали з 2 – 3-ї доби після стабілізації загального стану пацієнта. Оперативні втручання включали радикальне видалення некротичних тканин з одночасною пластикою дефекту, що утворився. У післяопераційному періоді продовжували інфузійну, антикоагулянтну й антибактеріальну терапію з місцевим лікуванням ран.

Для знаходження перфорантних судин використовували портативний фетальний судинний доплер Neaso CD8.0 (Велика Британія) з частотою датчика 8 МГц.

На основі аналізу анатомічних і клінічних даних формували перфорантні клапті на тильній поверхні кисті чи пальців після оцінки розмірів та локалізації дефекту (див. таблицю). Всього було сформовано 20 клаптів.

*Оперативні втручання у хворих з електроураженнями кисті*

При глибоких ураженнях шкіри долонної і бічних поверхонь I пальця, першого МПП, області підвищення I пальця, крім безпосереднього закриття рани, дуже важливим є відновлення чутливості. Для цього використовували нейроvascularні клапті на I тильній метакарпальній артерії (n=10). Для закриття дефектів в області II МПП використовували

### Клінічна характеристика хворих з електроопіками кисті

Пацієнти	Вік, роки	Локалізація ураження	Використані клапті	Розмір клаптя (ширина × довжину), см	Спосіб закриття донорської рани	Результат лікування
1-й	2	Долонна поверхня I пальця	I ТМКА	1,5 × 1,5	АДП	Загоєння
2-й	52	Підвищення I пальця	I ТМКА	1,5 × 2	АДП	Загоєння
		Другий МПП	Q-F	1,5 × 4	Первинний шов	Загоєння
3-й	34	Перший МПП	I ТМКА	2 × 1,5	АДП	Загоєння
		Другий МПП	Q-F	1 × 4,5	Первинний шов	Загоєння
4-й	4	Другий МПП	Q-F	1 × 4,5	Первинний шов	Загоєння
5-й	38	Підвищення I пальця	I ТМКА	1,5 × 1,5	АДП	Загоєння
6-й	46	Підвищення I пальця	I ТМКА	2 × 1,5	АДП	Загоєння
7-й	51	Перший МПП	I ТМКА	2 × 2	АДП	Загоєння
8-й	3,5	Долонна поверхня I пальця	I ТМКА	1,5 × 1,5	АДП	Частковий некроз клаптя, АДП
9-й	58	Долонна поверхня III пальця	ППК	1,5 × 2,5	АДП	Загоєння
10-й	62	Долонна поверхня II пальця	ППК	2 × 2	АДП	Загоєння
11-й	54	Долонна поверхня кисті	КТЛА	3,5 × 12	АДП	Загоєння
12-й	39	Перший МПП, торець кукси I п'ястної кістки	КЗМК	8 × 15	АДП	Частковий некроз клаптя, рубцювання
		Долонна поверхня променево-зап'ясткового суглоба	КТЛА	4 × 12	АДП	Загоєння
13-й	62	Долонна поверхня I пальця	I ТМКА	2 × 2	АДП	Загоєння
14-й	52	Зовнішня поверхня II пальця	ГОПК	2 × 4	АДП	Загоєння
15-й	58	Перший МПП	I ТМКА	3 × 4	АДП	Загоєння
16-й	67	Долонна поверхня II пальця	ГОПК	2 × 2	АДП	Загоєння
17-й	12	Бічна поверхня I пальця	I ТМКА	2 × 3	АДП	Загоєння

*Примітка.*

I ТМКА – клапоть на I тильній метакарпальній артерії; Q-F – Quaba flap; ППК – перехресний пальцевий клапоть; КТЛА – клапоть тильної ліктьової артерії; КЗМК – перфорантний клапоть задньої міжкісткової артерії; ГОПК – гетеродигітальний острівцевий пальцевий клапоть; АДП – алодермопластика; МПП – міжпальцевий проміжок.

клапті на II тильній метакарпальній артерії (Quaba flap) на дистальній основі (n=3). Дефекти долонної поверхні кисті закривали шкірно-фасціальним клаптем із включенням тильної ліктьової артерії (n=2). При ураженні середньої і дистальної фаланг пальців використовували перфорантні перехресні пальцеві клапті (n=2). Пошкодження долонної або променевої поверхні II пальця потребували відновлення чутливості за допомогою нейроваскулярних гетеродигітальних клаптів з бічної поверхні III пальця (n=2). Для пластики великих дефектів тильної поверхні кисті з оголенням сухожилків розгиначів і п'ясткових кісток використано перфорантний клапоть на задній міжкістковій артерії (n=1). Закриття донорських ділянок здійснювали шляхом пересадки розщепленого шкірного клаптя (n=17) або первинним ушиванням рани (n=3).

*Клапоть на I тильній метакарпальній артерії* базувалася на однойменній судині – гілці променевої артерії і розташовувався вздовж і паралельно поверхневій фасції першого тильного міжкісткового м'яза. Клапоть обмежувався тильно-бічною поверхнею II п'ясткової кістки і II пальця до рівня проксимального міжфалангового суглоба. Основа клаптя розташовувалася на рівні першого МПП.

Клапоть формували з тканин тильно-променевої поверхні проксимальної фаланги II пальця з подовженням на променеву поверхню п'ястково-фалангового суглоба (ПФС) та II п'ясткової кістки. Клапоть виділяли від периферії до центру. Шкіру піднімали разом із фасцією першого міжосьового м'яза до окістя для включення судинної ніжки, що проходила у фасціальній кишені. Точка ротації клаптя знаходилася в проекції першого міжпальцевого проміжку у місці відгалуження I тильної метакарпальної артерії від променевої артерії. Після виділення клапоть повертали на необхідний кут і підшивали до ранового дефекту.

*Перфорантний клапоть на II тильній метакарпальній артерії (Quaba flap)* живиться однойменною артерією, яка відходить від тильної карпальної дуги. Клапоть формували на дистальній ніжці. Точка його ротації знаходилася у місці відходження перфоранта у другому МПП. Межі клаптя сягали проксимально від м'язів-розгиначів пальців до ПФС дистально. Зовні клапоть обмежувався метакарпальними сусідніми проміжками. Підняття клаптя здійснювали з проксимальної його частини над паратеноном сухожилок розгиначів із виділенням II тильної метакарпальної артерії, яка знаходилася в дистальній частині на міжкісткових м'язах. Після формування клапоть розвертали під необхідним кутом навколо точки ротації і фіксували до ранового дефекту.

*Перфорантний клапоть тильної ліктьової артерії* живиться за рахунок тильної перфорантної артерії, що відходить від ліктьової артерії на відстані 2 – 4 см від горхоподібної кістки. Судина прямує на тил ліктьової поверхні передпліччя, пронизуючи фасцію між сухожилками ліктьового згинача кисті та окістям ліктьової кістки, і забезпечує живлення ділянки тканин розмірами 5 – 9 × 10 – 20 см. Виділяли клапоть з проксимального відділу

до місця виходу перфорантної судини крізь фасцію. Після формування цих клаптів для закриття донорської ділянки додатково використовували вільну пересадку шкіри.

### Результати

Результати лікування хворих з ураженнями електричним струмом були вивчені у найближчому та віддаленому (до 6 міс) періодах.

Основними критеріями оцінки результатів лікування були приживлення клаптів, наявність ускладнень і ступінь відновлення рухів у суглобах кисті та пальців.

Добрий результат при повному приживленні клаптів відмічено у 15 (88,2%) пацієнтів. У 2 (11,8%) пацієнтів виник крайовий некроз клаптів: у 1 – клаптя на I тильній метакарпальній артерії, у 1 – (ураження струмом високої напруги) перфорантного клаптя задньої міжкісткової артерії. Частковий некроз у першого пацієнта пов'язаний із здавленням ніжки клаптя в підшкірному тунелі, у другого – з виходом меж клаптя за межі достатнього кровопостачання при його формуванні. Ускладнення не мали критичного характеру, і результат розцінили як задовільний. У 1 пацієнта виникла потреба в повторній операції, яка полягала в пересадці вільного шкірного клаптя. У разі часткового некрозу перфорантного клаптя задньої міжкісткової артерії коригуюча операція не знадобилася, дефект заживив шляхом рубцювання. Наводимо клінічні спостереження.



Рис. 1.  
 Пластика дефекту клаптем на I тильній метакарпальній артерії; 2-га доба після операції.





*Рис. 2.*  
*Пластика дефекту клаптями на I і II тильних*  
*метакарпальних артеріях; 2-га доба після операції.*



*Рис. 3.*  
*Пластика дефекту долонної поверхні кисті клаптем*  
*тильної ліктьової артерії; 1-ша доба після операції.*

Хворий К., 3 роки, госпіталізований після отримання загальної низьковольтної електротравми, ураження електричним струмом II – III ступеня  $6 \text{ см}^2$  правої кисті. На 2-гу добу виконані некректомія, пластика клаптем на I тильній метакарпальній артерії. Вісь клаптя проходила уздовж медіального краю II п'ясткової кістки. Шкірно-фасціальний клапоть виділяли від периферії до центру, починаючи від рівня проксимального міжфалангового суглоба. Формування клаптя здійснювали від ліктьового краю до променевого. Після досягнення II п'ясткової кістки площину дисекції поглиблювали і в клапоть включали I тильну міжкісткову фасцію, де знаходилася артерія, що живила клапоть (рис. 1).

Переміщення клаптя на дефект здійснювалося в підшкірному тунелі. Донорську ділянку на II пальці було закрито вільним розщепленим шкірним клаптем.

Хворий П., 52 роки, діагноз: загальна низьковольтна електротравма, електроопіки II–III ступеня  $12 \text{ см}^2$  правої кисті. Виконана пластика піднесення I пальця клаптем на I тильній метакарпальній артерії і другого МПП перфорантним клаптем на II тильній метакарпальній артерії. Попередньо перфорантні судини маркували за допомогою доплера, після чого клапоть був сформований паралельно другому між'ястковому проміжку субфасціально. Клапоть мав форму еліпса з точкою ротації в місці виходу перфорантної артерії і методом пропелера ротований на дефект. Донорську ділянку вшито первинно (рис. 2).

Хворий К., 52 роки, діагноз: загальна низьковольтна електротравма, електроопіки II – III ступеня  $30 \text{ см}^2$  долонної поверхні правої кисті. Виконана пластика дефекту клаптем тильної ліктьової артерії. Клапоть виділяли субфасціально від периферії до центру з включенням підшкірних вен до місця відходження судини, що живила клапоть. Після формування клапоть ротовано на дефект. Донорська ділянка закрита розщепленим шкірним клаптем (рис. 3).

У віддаленому післяопераційному періоді у всіх пацієнтів повністю відновилися шкірні покриви із збереженням функції кисті і повним відновленням працездатності. Тривалість стаціонарного лікування становила ( $10,5 \pm 2,2$ ) доби.

### **Обговорення**

Успіх реконструктивних операцій при електротравмі, яка є поєднаним пошкодженням, тим більший, чим раніше і краще вдалося відновити шкірний покрив [1]. Хірург завжди мусить вибрати кращий, а іноді – єдиний метод заміщення дефекту. Для цього необхідно оцінити площу рани, глибину і локалізацію дефекту, стан тканин у рані. Погана рухливість і зміщення шкіри на долонній поверхні кисті не дозволяють виконати пряме ушивання навіть невеликих ран, у даному разі потрібна шкірна пластика. Кожен із методів шкірної пластики має певні переваги і недоліки, які необхідно враховувати, плануючи операцію. При поверхневих ранових дефектах функціонально малоактивних ділянок пальців і тильної поверхні кисті без ушкодження глибоких структур цілком ефективна вільна шкірна пластика. Але особливістю електротравми кисті є супутні пошкодження глибоких структур – сухожилків, м'язів, міжфалангових суглобів, судинно-нервових пучків, багато з яких знаходяться у стані парабіозу, з порушенням кровообігом і гостро потребують реваскуляризації. Додаткове живлення цим пошкодженим тканинам можуть дати острівцеві клапті на перфорантних судинах [9].

Первинне відновлення всіх пошкоджених структур з використанням васкуляризованих клаптів сприяє отриманню гарних функціональних результатів при лікуванні поєднаних пошкоджень кисті та скорочує терміни непрацездатності, що підтверджують літературні дані [10]. Застосування реваскуляризуючих втручань дозволило нам отримати у найближчому періоді добрі результати у 76,5% пацієнтів, задовільні – у 13,5% пацієнтів, у віддаленому періоді – відповідно у 88,2 та 11,8% пацієнтів.

**Висновки**

Ураження електричним струмом кисті супроводжується пошкодженням як шкіри, так і глибоких утворень, що потребує реваскуляризуючих втручань.

Клапті з власним кровообігом на основі перфорантних судин, що формуються на неушкоджених ділянках кисті, здатні відновити кровопостачання в зоні електро-термічного ураження і в короткий термін закрити рановий дефект.

При електроураженні I пальця, першого МПП доцільно застосовувати нейроваскулярні клапті на I тильній метакарпальній артерії. Для закриття дефектів в області другого МПП доцільні клапті на II тильній метакарпальній артерії (Quaba flap). Дефекти долонної поверхні кисті закривають шкірно-фасціальним клаптем із включенням тильної ліктьової артерії. При ураженні середньої і дистальної фаланг пальців показані перфорантні перехресні клапті. Пошкодження долонної або променевої поверхні II пальця потребує гетеродигітальних клаптів із бічної поверхні III пальця. Для пластики великих дефектів тильної поверхні кисті з оголенням сухожилків розгиначів і п'ясткових кісток показані перфорантні клапті на задній міжкістковій артерії.

**Підтвердження**

**Фінансування.** Джерелом фінансування публікації статті є кошти її авторів.

**Внесок кожного учасника.** Внесок кожного автора в цю роботу однаковий.

**Конфлікт інтересів.** Автори, які взяли участь у цьому дослідженні, декларують відсутність конфлікту інтересів щодо цього рукопису.

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

**References**

1. Xie WG. [Prevention and treatment of electrical burn injury: much progresses achieved yet further efforts still needed]. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2017 Dec 20;33(12):728–31. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.12.002. PMID: 29275612.
2. Brandão C, Vaz M, Brito IM, Ferreira B, Meireles R, Ramos S, et al. Electrical burns: a retrospective analysis over a 10-year period. *Ann Burns Fire Disasters*. 2017 Dec 31;30(4):268–71. PMID: 29983679; PMCID: PMC6033477.
3. Shen YM. [Wound repair and functional reconstruction of high-voltage electrical burns]. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2018 May 20;34(5):257–62. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.05.001. PMID: 29804422.
4. Wen YZ, Zhang PH, Ren LC, Zhang MH, Zeng JZ, Zhou J, et al. [Clinical characteristics and repair effect of 136 patients with electric burns of upper limb]. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2019 Nov 20;35(11):784–9. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.11.004. PMID: 31775466.
5. Hashimoto I, Abe Y, Ishida S, Kashiwagi K, Minoda K, Yamashita Y, et al. Development of Skin Flaps for Reconstructive Surgery: Random Pattern Flap to Perforator Flap. *J Med Invest*. 2016;63(3–4):159–62. doi: 10.2152/jmi.63.159. PMID: 27644551.
6. Gupta P, Tawar RS, Malviya M. Groin Flap in Paediatric Age Group to Salvage Hand after Electric Contact Burn: Challenges and Experience. *J Clin Diagn Res*. 2017 Aug;11(8):PC01–PC03. doi: 10.7860/JCDR/2017/29124.10332. Epub 2017 Aug 1. PMID: 28969190; PMCID: PMC5620831.
7. Slesarenko SV, Badyul PA. Single-stage reconstruction of soft-tissue defects of fingers by local mesh island flaps. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2018;(4):20–5. Russian. doi: 10.17223/1814147/67/03 [in Russian]
8. Galich SP, Furmanov AY, Reznikov AV, Dabizha AY. Reconstruction of the thumb soft tissue defects by using first dorsal metacarpal artery flap. *Plastic, reconstructive and aesthetic surgery (Kyiv)*. 2017;(3–4):11–6. Russian.
9. Georgescu AV, Matei IR. Propeller perforator flaps in forearm and hand reconstruction. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2019 Feb;29(2):357–66. doi: 10.1007/s00590-018-2323-7. Epub 2018 Oct 26. PMID: 30367281.
10. Depamphilis MA, Cauley RP, Sadeq F, Lydon M, Sheridan RL, Driscoll DN, Winograd JM. Surgical management and epidemiological trends of pediatric electrical burns. *Burns*. 2020 Mar 31;S0305-4179(19)30619-9. doi: 10.1016/j.burns.2020.03.005. Epub ahead of print. PMID: 32245570.

Надійшла 11.10.2020