



ПЛАХТИРЬ Захар Олегович,
ординатор відділення реконструктивної
та пластичної хірургії Військово-медичного
клінічного центру Західного регіону,
аспірант кафедри невропатології і нейрохірургії ФПДО
Львівського національного медичного університету
імені Данила Галицького
ORCID ID: 0000-0003-4310-8946

НЕТЛЮХ Андрій Михайлович,
Доктор медичних наук, професор кафедри
невропатології і нейрохірургії ФПДО
Львівського національного медичного університету
імені Данила Галицького
ORCID ID: 0000-0002-6499-1718

ПРОФІЛАКТИКА БОЛІСНИХ ТЕРМІНАЛЬНИХ НЕВРОМ ПРИ ВИСОКИХ АМПУТАЦІЯХ НИЖНІХ КІНЦІВОК ПІСЛЯ БОЙОВОЇ ТРАВМИ

Болісні термінальні невроми ампутаційних кукс залишаються однією з ключових причин хронічного постампутаційного болю, обмеження протезування та незадовільної реінтеграції поранених військовослужбовців¹. За даними сучасних досліджень, частота симптоматичних невром і резидуального болю після ампутацій сягає 40–60 %², а серед військових пацієнтів після вибухових ушкоджень ці показники є вищими, ніж у цивільній популяції³. Високі ампутації на рівні верхньої третини гомілки або стегна додатково ускладнені масивним

- 1 Dumanian, G. A., Potter, B. K., Mioton, L. M. et al. (2019). Targeted muscle reinnervation treats neuroma and phantom pain in major limb amputees: A randomized clinical trial. *Annals of Surgery*, 270(2), 238–246.
- 2 Novriansyah, R., Bray, P., Kunnasegaran, R. et al. (2023). Efficacy of targeted muscle reinnervation for treating and preventing post-amputation pain: A systematic review and meta-analysis. *F1000Research*, 12, 1435.
- 3 Kubiak, C. A., Kung, T. A., Cederna, P. S. et al. (2019). Prophylactic regenerative peripheral nerve interfaces to prevent postamputation pain. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 144(3), 507e–516e.

ушкодженням м'яких тканин, контамінацією рани полірезистентною мікрофлорою та наявністю супутньої політравми.⁴

Традиційні методи хірургічного лікування термінальних невром (просте висічення, імплантація нерва в м'яз або кістковий канал, тракційна нейротомія) демонструють обмежену ефективність, а частота рецидиву симптомних невром та збереження або відновлення нейропатичного болю становить до 20–60 % випадків⁵. Це спонукало до розвитку фізіологічних методів реінервації, які забезпечують перерваному нерву «біологічну мішень» для регенерації⁶. До таких підходів належать цільова м'язова реіннервація (TMR), регенеративний інтерфейс периферичних нервів (RPNI) та васкуляризовані денервовані м'язові мішені (VDMT)^{7,8}.

RPNI передбачає імплантацію кукси нерва у невеликий вільний м'язовий трансплантат, який з часом реваскуляризується за рахунок навколишніх тканин і стає фізіологічною мішенню для регенеруючих аксонів. Клінічні серії продемонстрували суттєве зниження частоти формування симптоматичних невром, а також зменшення резидуального й фантомного болю як при лікувальному, так і при профілактичному застосуванні RPNI⁹. Концепція VDMT, запропонована як розвиток ідей RPNI, передбачає використання васкуляризованого денервованого фрагмента м'яза на судинній ніжці, що забезпечує кращу виживаність м'язової тканини, більший об'єм потенційної реінервації та зменшує ризик аксональної «втечі». Низка експериментальних і клінічних робіт підтверджує перспективність VDMT у профілактиці та лікуванні симптомних невром великих нервів верхньої й нижньої кінцівок¹⁰.

Вітчизняний досвід також свідчить про обмеженість традиційних підходів. Проста резекція з імплантацією нерва в м'яз або кістку асоціюється

4 Souza, J. M., Cheesborough, J. E., Ko, J. H. et al. (2014). Targeted muscle reinnervation: A novel approach to postamputation neuroma pain. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 472(10), 2984–2990.

5 Lin, Z., Guo, J., Zhang, Z. et al. (2023). Regenerative peripheral nerve interface reduces the occurrence of neuroma after amputation. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 16, 1046342.

6 Tuffaha, S. H., Eckhauser, F. E., Sultan, F. et al. (2020). Vascularized, denervated muscle targets: A novel approach to neuroma treatment and prevention. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 146(2), 476–488.

7 Suresh, V., Friedrich, J. B., Chang, J. et al. (2022). Use of vascularized, denervated muscle targets for neuroma prevention and treatment. *Journal of Hand Surgery*, 47(5), 465–474.

8 Shamoun, F., Shamoun, V., Akhavan, A., Tuffaha, S. H., et al. (2022). Target receptors of regenerating nerves: Neuroma formation and current treatment options. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 15, 859221.

9 Lee, J. C., Lin, C. H., Wei, F. C. et al. (2024). Regenerative peripheral nerve interface surgery to treat chronic postamputation pain in major lower limb amputation patients: A prospective study. *AOS Open*, 8(1), 15–23.

10 Burianov, O. A., Bilash, S. M., Karpinsky, M. et al. (2024). Use of tibialis anterior muscle VDMT flap flap in transtibial amputation neuroma management. *Trauma*, 25(2), 45–54.

з високою частотою рецидиву болю, потребою у ревізійних втручаннях та істотною затримкою протезування. У тих самих дослідженнях впровадження RPNІ при повторних операціях забезпечило стабільне зниження нейропатичного болю та відсутність рецидивів невром у більшості випадків¹¹. На цьому фоні логічною виглядає стратегія первинної регенеративної обробки нервів безпосередньо під час формування кукси.

Метою даного клінічного спостереження було оцінити ранні результати застосування регенеративних методів первинної обробки нервів із використанням RPNІ та VDMT під час реконструкції високих ампутацій нижніх кінцівок після бойової травми, а також проаналізувати їхній вплив на резидуальний і фантомний біль, частоту інфекційних ускладнень та потребу в повторних операціях.

У дослідження включено 14 пацієнтів чоловічої статі, середнім віком 39 років із високими ампутаціями нижніх кінцівок унаслідок бойової травми. Ампутацію на рівні верхньої третини стегна виконано у 4 (28,6 %) хворих, на рівні верхньої третини гомілки – у 10 (71,4 %) пацієнтів. Усі ампутації були наслідком вогнепальних ушкоджень; етап формування кукси із використанням вільних клаптів проводили після досягнення умовно чистих ран (відсутність клінічних ознак інфекції, мікробне число $<10^3$ КУО/г тканини). Усі пацієнти, окрім одного (92,9 %), були активними курцями, що створювало додатковий інфекційний ризик.

У зв'язку з високими гільотинними ампутаціями для закриття кукс застосовували вільні шкірно-фасціальні перфорантні клапті (ALT, scapular/parascapular) та комбінований ALT із включеним васкуляризованим денервованим сегментом *m. vastus lateralis*. У двох пацієнтів зі ампутацією на рівні верхньої третини стегна виконано ізольований VDMT для сідничного нерва, у двох – лише RPNІ. Серед пацієнтів із ампутацією гомілки у трьох випадках використано комбіновану методику (VDMT для великогомілкового та нерва у поєднанні з RPNІ для інших нервів), у семи – тільки RPNІ. Таким чином, VDMT (у чистому або комбінованому варіанті) застосовано у 5 (35,7 %) пацієнтів, RPNІ – у 13 хворих. Обробці підлягали всі доступні нерви в зоні ампутації; вибір між RPNІ та VDMT

11 Netliukh, A., & Plakhtyr, Z. (2024). REVISION SURGERY FOR AMPUTATION STUMP TERMINAL NEUROMA AFTER BLAST INJURIES. *Proceeding of the Shevchenko Scientific Society. Medical Sciences*, 76(2). <https://doi.org/10.25040/ntsh2024.02.19>

залежав від діаметра нерва, рівня ушкодження та можливості формування васкуляризованої м'язової мішені.

Оцінку інтенсивності болю проводили за числовою рейтинговою шкалою (NRS, 0–10) окремо для резидуального болю кукси та фантомного болю. Первинні показники реєстрували перед реконструктивним втручанням (після стабілізації загального стану), повторні – на контрольних оглядах у проміжку 3–6 місяців; у частини хворих спостереження тривало до 12 місяців. Додатково фіксували наявність локальних інфекційних ускладнень, повторних операцій на куксі та клінічні ознаки формування термінальних невром (локальна болючість, симптом Тінеля).

Середній термін клінічного спостереження становив $6,1 \pm 3,3$ міс. Локальні інфекційні ускладнення зафіксовано у 5 із 14 пацієнтів (35,7 %); вони не потребували повторних хірургічних обробок і були вирішені за рахунок посилення антибіотикотерапії.

Перед реконструктивним втручанням середній рівень резидуального болю кукси становив $5,6 \pm 1,8$ бала за NRS. Після формування кукси з використанням вільних клаптів і первинної регенеративної обробки нервів (контроль через 3–6 місяців) середній показник резидуального болю зменшився до $2,6 \pm 1,1$ бала. Середня зміна резидуального болю (Δ NRS кукси) склала $3,0 \pm 1,8$ бала. Зниження інтенсивності резидуального болю щонайменше на 50 % від вихідного рівня відзначено у 8 із 14 пацієнтів (57,1 %), редукції ≥ 30 % – у 12 із 14 (85,7 %).

Середній рівень фантомного болю до операції становив $6,3 \pm 2,1$ бала, після втручання – $3,9 \pm 1,7$ бала. Середнє зниження фантомного болю (Δ NRS фантомного болю) склало $2,4 \pm 1,8$ бала; редукція ≥ 50 % від вихідного рівня спостерігалася у 5 із 14 пацієнтів (35,7 %), редукція ≥ 30 % – у 9 із 14 (64,3 %). За рівнем ампутації середня зміна резидуального болю кукси становила $4,0 \pm 2,0$ бала при стегових ампутаціях і $2,6 \pm 1,6$ бала при ампутаціях гомілки; середня редукція фантомного болю була $3,0 \pm 1,8$ та $2,2 \pm 1,8$ бала відповідно.

Порівняння підгруп за типом нервової обробки показало, що у пацієнтів із методикою RPNI (9 хворих) середня зміна резидуального болю кукси становила $3,1 \pm 1,4$ бала, фантомного болю – $2,0 \pm 1,9$ бала. У підгрупі VDMТ/комбінованих втручань (5 хворих) середня редукція резидуального болю склала $2,8 \pm 2,5$ бала, фантомного болю – $3,2 \pm 1,3$ бала. Таким чи-

ном, обидві методики забезпечили подібне зниження резидуального болю кукси, тоді як при використанні VDMТ (особливо в комбінації з RPNІ для менших нервів) відмічалася тенденція до більш вираженої редукції фантомного болю. Через невеликий розмір вибірки ці відмінності мають описовий характер і не можуть розглядатися як статистично доведені.

Протягом усього періоду спостереження клінічної маніфестації термінальних невром у зоні оброблених нервів не виявлено; жоден пацієнт не потребував повторної операції з приводу рецидиву болісної невроми. Це принципово відрізняється від попередніх серій, де при використанні традиційних методів обробки нервів частота рецидивних термінальних невром та необхідність ревізійних втручань були істотно вищими. Отримані нами результати співпадають з даними міжнародних досліджень, які демонструють високу ефективність фізіологічної реінервації (RPNІ, VDMТ, TMR) у зменшенні постампутаційного болю та профілактиці формування невром.

Узагальнюючи, первинна регенеративна обробка нервів із використанням RPNІ та VDMТ під час мікрохірургічної реконструкції високих ампутацій нижніх кінцівок після бойової травми дозволяє досягти значимого зниження резидуального та фантомного болю, уникнути формування симптомних термінальних невром і створити анатомічно сприятливу куксу для протезування. Попри обмеження дослідження (невеликий розмір вибірки, відсутність контрольної групи з «традиційною» обробкою нервів, відносно короткий термін спостереження), отримані дані підтримують доцільність ширшого впровадження регенеративних методик у систему військової реконструктивної хірургії та обґрунтовують необхідність подальших проспективних досліджень на більших когортах поранених.

DOI: 10.51587/9798-9917-51957-2025-025-37-41