

ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

DOI 10.64108/imh.2026.1.5.4

УДК 616.833-089.843:615.825:331.101.262

**СТРУКТУРОВАНА РУХОВА РЕАБІЛІТАЦІЯ ПІСЛЯ СЕЛЕКТИВНИХ
НЕРВОВИХ ПЕРЕСАДОК ЯК ЧИННИК ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА
ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВІЙСЬКОВИХ**О. О. Беспалова¹, А. М. Сітовський², О. О. Якобсон³, І. В. Мезенцева², Я. А. Ушко²¹Сумський державний педагогічний університет ім. А. С. Макаренка, кафедра терапії та реабілітації, м. Суми, Україна²Вищий навчальний заклад «Академія рекреаційних технологій і права», кафедри фізичної терапії, м. Луцьк, Україна³Волинський національний університет імені Лесі Українки, кафедра анатомії, нормальної та патологічної фізіології, м. Луцьк, УкраїнаORCID ID: 0000-0002-0081-6021; Scopus ID: 57219092012, email: i-ozon777@i.uORCID ID: 0000-0002-7434-7475; Scopus ID: 57202811941, email: andriy.sitovskiy@gmail.comORCID ID: 0000-0002-7340-2014; Scopus ID: 58455064100, email: elena19810905@gmail.comORCID ID: 0000-0002-1455-9708; Scopus ID: 57221469840, email: mezencevainna2@gmail.comORCID ID: 0000-0003-3017-7766; Scopus ID: 57220176105, email: ianaushko21@gmail.com***Кореспондуючі автори:** О.О. Беспалова email: i-ozon777@i.ua.com

Резюме. Ушкодження периферичних нервів унаслідок винно-вибухових поранень супроводжуються стійкими порушеннями рухової функції та потребують поєднання хірургічного відновлення з цілеспрямованою післяопераційною реабілітацією. Селективні нервові пересадки є ефективним методом відновлення іннервації цільових м'язів, однак їхній функціональний результат значною мірою залежить від організації рухової реабілітації з урахуванням механізмів нейропластичності та фаз регенерації периферичного нерва.

Мета дослідження: узагальнення сучасних науково обґрунтованих підходів до структурованої рухової реабілітації після селективних нервових пересадок та аналіз їх впливу на відновлення рухового контролю, функціональних дій і моторної інтеграції військових.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є наукові публікації, присвячені селективним нервовим пересадкам, регенерації периферичних нервів та післяопераційній руховій реабілітації.

Результати досліджень. Проведено аналіз публікацій, індексованих у базах PubMed, Scopus та Web of Science, присвячених селективним нервовим пересадкам, нейропластичності та післяопераційній реабілітації. Результати інтерпретовано з урахуванням фаз регенерації нерва та принципів моторного перенавчання. Узагальнені дані свідчать, що етапна структурована рухова реабілітація, яка включає період нейробіологічної тиші (silent phase), донор-орієнтовану активацію та поетапну функціональну інтеграцію, асоціюється з кращими показниками селективності рухового контролю, координації та зменшенням компенсаторних патернів, порівняно з традиційними силовими підходами. Використання електроміографії як інструмента моніторингу реіннервації дозволяє оптимізувати таймінг і дозування реабілітаційних втручань.

Висновки.

1. Селективні нервові пересадки є ефективним хірургічним методом відновлення рухової функції, проте їхній функціональний потенціал реалізується повною мірою лише за умови впровадження структурованої рухової реабілітації, яка враховує біологічні фази регенерації периферичного нерва та механізми нейропластичності центральної нервової системи.

2. Поетапна структурована рухова реабілітація з пріоритетом моторного перенавчання, донор-орієнтованої активації та селективного рухового контролю забезпечує більш сприятливі результати щодо функціонування, активності та участі поранених військових, порівняно з традиційними підходами, орієнтованими переважно на силове тренування.

3. Використання концепції МКФ дозволяє комплексно оцінювати ефективність реабілітаційних втручань, зосереджуючи увагу не лише на відновленні функцій і структур, а й на здатності інтегрувати відновлену функцію у складні багатокомпонентні дії, передбачені професійною діяльністю.

4. Інтеграція інструментальних методів контролю, зокрема електроміографії та біологічного зворотного

зв'язку, підвищує точність моніторингу процесу реіннервації та сприяє оптимізації інтенсивності реабілітаційних втручань, що зменшує ризик формування патологічних моторних патернів.

Ключові слова: селективні нервові пересадки, периферичні нерви, рухова реабілітація, нейропластичність, моторне перенавчання, електроміографія.

Вступ. Бойові дії та мінно-вибухові ураження асоціюються з високою частотою поєднаних травм кінцівок, у структурі яких uszkodження периферичних нервів мають визначальний вплив на функціонування та повернення військовослужбовців до служби. У таких пацієнтів нейротравма зазвичай поєднується з переломами, uszkodженням м'яких тканин, контрактурами та хронічним болем, що ускладнює як хірургічне лікування, так і подальшу реабілітацію [1, 2]. Uskodження периферичних нервів є складною клінічною проблемою, що супроводжується порушенням рухової функції, сенсомоторної інтеграції та формуванням стійких функціональних обмежень. Незважаючи на досягнення сучасної мікрохірургії, відновлення іннервації цільових м'язів не гарантує автоматичного повернення до ефективного та селективного рухового контролю, оскільки після периферичних нервових uszkodжень відбуваються глибокі перебудови як на периферичному, так і на центральному рівнях нервової системи [3, 4]. Селективні нервові пересадки розглядаються як один із найбільш ефективних хірургічних методів відновлення рухової функції при проксимальних uszkodженнях нервів, оскільки вони дозволяють скоротити шлях регенерації аксонів до цільових м'язів та зменшити час денервації [5].

Водночас сучасні огляди підкреслюють, що анатомічна реіннервація не гарантує функціонального результату без цілеспрямованої та структурованої реабілітації, орієнтованої на моторне перенавчання та нейропластичність [4,6-7].

Сучасна військова нейрореабілітація дедалі більше ґрунтується на міждисциплінарній моделі ведення, що поєднує мікрохірургію, електродіагностику, фізичну та ерготерапію, контроль болю і психосоціальну підтримку. Досвід військових центрів лікування периферичних нервових uszkodжень свідчить, що довготривале функціональне відновлення можливе лише за умови системного супроводу пацієнта та застосування відтворюваних реабілітаційних алгоритмів [1, 8]. Сучасні дослідження підкреслюють, що без структурованої післяопераційної реабілітації функціональні результати селективних нервових пересадок залишаються обмеженими. Наративні та клінічні огляди вказують, що традиційні підходи, орієнтовані переважно на силове тренування, не враховують зміненої анатомії іннервації та можуть призводити до формування нефункціональних рухових синергій. У цьому контексті все більшого поширення набуває donor activation focused rehabilitation approach (DAFRA), який передбачає донор-орієнтовану активацію та поетапну інтеграцію відновлених рухів у функціональні дії [9-10], з урахуванням періодів

нейробиологічної тиші (silent phase), початкової реіннервації та подальшої функціональної інтеграції, що демонструють більш сприятливі довгострокові результати [5].

Ключову роль у відновленні функції після селективних нервових пересадок відіграють механізми нейропластичності центральної нервової системи, зокрема кортикальна реорганізація та формування нових кортико-м'язових зв'язків. У цьому контексті моторне перенавчання розглядається не як допоміжний компонент лікування, а як центральний елемент реабілітаційного процесу, спрямований на інтеграцію відновленої іннервації у функціонально значущі рухи [9-10].

Таким чином, актуальним є узагальнення сучасних наукових досліджень щодо структурованої рухової реабілітації після селективних нервових пересадок з акцентом на механізми нейропластичності, принципи моторного перенавчання та функціональні результати, що й зумовлює необхідність проведення даного дослідження.

Метою дослідження є узагальнення та систематизація сучасних наукових підходів щодо структурованої рухової реабілітації після селективних нервових пересадок.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є наукові публікації, присвячені селективним нервовим пересадкам, регенерації периферичних нервів та післяопераційній руховій реабілітації.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є описовий та аналітичний методи, які передбачали критичний аналіз змісту джерел, порівняння підходів різних авторів та концептуальне узагальнення інформації щодо структурованої рухової реабілітації. Дослідження не передбачало залучення пацієнтів і ґрунтувалося виключно на аналізі опублікованих матеріалів, що відповідає етичним принципам наукових оглядів. Матеріалами для аналізу слугували статті, огляди та клінічні рекомендації, опубліковані у рецензованих виданнях, індексованих у базах PubMed, Scopus та Web of Science. Пошук джерел здійснювався за ключовими словами nerve transfer, peripheral nerve injury, motor re-education, rehabilitation, neural plasticity. Здійснено аналіз публікацій англійською мовою, що містили опис механізмів регенерації, принципів реабілітації або клінічні узагальнення результатів лікування. Для узагальнення результатів використовувалися логічні схеми та таблиці, що дозволяли структурувати етапи реабілітації, їх цілі та очікувані функціональні ефекти, а також порівняти підходи різних авторів.

Результати дослідження та їх обговорення. У результаті проведеного наративного аналізу наукових

джерел встановлено, що у військовослужбовців після селективних нервових пересадок функціональні результати відновлення залежать від поєднання хірургічного втручання та структурованої рухової реабілітації, зокрема від урахування біологічних фаз регенерації периферичного нерва та механізмів нейропластичності центральної нервової системи. Особливості бойової травми - поєднані ушкодження периферичних нервів, кісткові дефекти, тривала іммобілізація та больові синдроми - створюють несприятливі умови для спонтанного формування селективного моторного контролю [1, 8].

Аналіз публікацій свідчить, що у військових пацієнтів відновлення довільної активації реіннервованих м'язів має поступовий характер і супроводжується тривалим періодом низької інтенсивної м'язової активності. За відсутності цілеспрямованого реабілітаційного втручання на цьому етапі часто формуються компенсаторні рухові патерни, які можуть забезпечувати мінімальну активність, але не відповідають вимогам військової служби щодо сили,

витривалості та координації [11-12, 4].

Згідно з даними літератури, перші ознаки нейром'язової реіннервації цільових м'язів зазвичай з'являються в інтервалі від 3 до 6 місяців після оперативного втручання, що відповідає фізіологічним темпам аксональної регенерації, описаним у фундаментальних нейробіологічних дослідженнях [3]. Досягнення рівня м'язової сили $MRC \geq M3$, який розглядається як мінімально функціонально значущий, у більшості випадків фіксується в період від 6 до 12 місяців після селективної нервової пересадки [4, 14].

Результати узагальнених досліджень свідчать, що фазово структурована рухова реабілітація після селективних нервових пересадок забезпечує більш сприятливі функціональні результати, порівняно з традиційними підходами, що не враховують біологічні етапи регенерації периферичного нерва [3-4, 13]. Узагальнення основних параметрів відновлення м'язової сили, селективності рухового контролю та функціональної участі пацієнтів представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Узагальнення основних параметрів відновлення після селективних нервових пересадок

Параметр	Метод оцінки / шкала	Результати та критерії відновлення	Середні терміни відновлення	Джерела
М'язова сила	MRC (0–5)	Відновлення до 3–4 балів у більшості пацієнтів	8–12 тижнів	Navarro et al., 2007; Gordon, 2016
Селективність рухового контролю	Оцінка диференційованих рухових патернів	Виконання цільових рухів без компенсаторних стратегій	10–16 тижнів	Novak & Mackinnon, 2015; Brown et al., 2019
Функціональна участь	Функціональні тести (повсякденні дії, ходьба, піднімання предметів)	Інтеграція кінцівки у повсякденні завдання, покращення активності	12–20 тижнів	Bateman, 2023; Gordon, 2016
ROM (діапазон рухів)	Гоніометрія суглобів	Відновлення $\geq 80\%$ нормальної амплітуди	6–12 тижнів	Navarro et al., 2007; Brown et al., 2019
Баланс та координація	Тести на баланс	Покращення контрольованих рухів та стабільності	10–16 тижнів	Bateman, 2023; Novak & Mackinnon, 2015

Примітка. Дані таблиці узагальнено на основі результатів експериментальних і клінічних досліджень, присвячених регенерації периферичних нервів, селективним нервовим пересадкам та фазово структурованій руховій реабілітації (Navarro et al., 2007; Gordon, 2016; Novak & Mackinnon, 2015; Brown et al., 2019; Bateman, 2023).

Водночас результати аналізу свідчать, що ізольоване відновлення м'язової сили не є достатнім показником функціонального успіху. У дослідженнях, де післяопераційна реабілітація була зосереджена переважно на силовому тренуванні без системного моторного перенавчання, описано високу частоту формування патологічних моторних патернів, синкінезій та надмірних компенсаторних рухів, які обмежували подальшу інтеграцію відновленої функції у повсякденну діяльність [1, 12]. Натомість фазово структуровані реабілітаційні програми, що включали підготовчий період так званої silent

phase, демонстрували кращі результати щодо якості рухового контролю та довгострокової стабільності функціональних досягнень [5, 6].

Особливо значущими виявилися результати програм, побудованих на принципах моторного перенавчання з використанням концепції donor activation focused rehabilitation, які передбачають цілеспрямоване формування нових моторних програм шляхом контрольованої активації донорного нерва з поступовим перенесенням контролю на цільову функцію [9]. Пацієнти, які проходили реабілітацію з використанням такого підходу, демонстрували вищу

селективність рухів, кращу міжм'язову координацію та зменшення вираженості синкінезій, порівняно з традиційними силовими програмами.

Оцінка результатів з використанням концепції Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я (МКФ) показала, що найбільш клінічно значущі зміни спостерігалися не лише на рівні функцій і структур, а й на рівнях активності та участі. Фазово структурована рухова реабілітація асоціювалася з покращенням виконання цілеспрямованих рухових дій, підвищенням здатності до самообслуговування та поверненням до професійної діяльності, що має безпосереднє значення для відновлення працездатності осіб працездатного віку [13, 14].

Важливим компонентом ефективної реабілітації, згідно з проаналізованими джерелами, є використання інструментальних методів контролю, зокрема поверхневої електроміографії та методів біологічного зворотного зв'язку. Застосування EMG дозволяє виявляти мінімальні ознаки нейром'язової активації на ранніх етапах реіннервації, об'єктивізувати динаміку відновлення та своєчасно коригувати інтенсивність реабілітаційних втручань, що знижує ризик передчасної силової інтенсифікації та сприяє формуванню більш ефективних моторних стратегій [10].

Узагальнення отриманих результатів дозволяє

стверджувати, що впровадження структурованих програм рухової реабілітації після селективних нервових пересадок має не лише клінічне, але й значне суспільне значення. Покращення показників функціонування, активності та участі пацієнтів сприяє скороченню тривалості тимчасової непрацездатності, зниженню рівня інвалідизації та зменшенню довгострокового навантаження на систему охорони здоров'я, що відповідає пріоритетам громадського здоров'я та збереження працездатності населення.

Отримані результати узгоджуються із сучасними уявленнями про біологічні механізми регенерації периферичних нервів та нейропластичність центральної нервової системи. Дані, наведені в таблиці 1, свідчать, що фазово структурована рухова реабілітація, побудована з урахуванням періоду silent phase та принципів моторного перенавчання, забезпечує більш сприятливі показники відновлення селективного рухового контролю, активності та участі пацієнтів, порівняно з традиційними підходами, орієнтованими переважно на силове тренування [3-4, 13].

Етапність післяопераційної рухової реабілітації після селективних нервових пересадок, що ґрунтується на поєднанні механізмів нейропластичності та принципів моторного перенавчання, узагальнено у таблиці 2.

Таблиця 2.

Фазова модель реабілітації після селективних нервових пересадок

Етап реабілітації	Основна мета	Механізм впливу	Очікуваний ефект / результат	Джерела
Ранній післяопераційний	Відновлення нейром'язової активації, захист нервових структур	Пасивні рухи, контроль позиції, сенсомоторна стимуляція	Збереження рухового об'єму, запобігання атрофії, рання сенсорна стимуляція	Navarro et al., 2007; Batema, 2023
Активно-помірний	Формування диференційованого рухового контролю	Активні вправи без опору, просте моторне перенавчання	Поліпшення селективності рухів, відновлення контролю м'язів	Gordon, 2016; Novak & Mackinnon, 2015
Інтенсивний / пізній	Зміцнення м'язів, розширення ROM, підготовка до функціональних задач	Активні вправи з опором, комплексне моторне перенавчання, балансні вправи	Збільшення сили, амплітуди рухів, покращення стабільності та координації	Brown et al., 2019; Bateman, 2023
Функціональний	Інтеграція кінцівки у повсякденні та професійні види діяльності	Комплексні рухи, координаційні вправи, сенсомоторна стимуляція	Підвищення функціональної участі пацієнта, покращення якості життя	Bateman, 2023; Novak & Mackinnon 2015

Представлена у таблиці 2 поетапна модель реабілітації ілюструє концептуальну модель структурованої рухової реабілітації після селективних

нервових пересадок, яка узгоджується із сучасними уявленнями про нейропластичність центральної нервової системи та принципи моторного

перенавчання. Такий підхід відповідає концепції Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я, згідно з якою клінічно значущі результати оцінюються не лише на рівні функцій і структур, а й на рівнях активності та участі [9-10, 14].

Отримані результати підтверджують, що ефективність селективних нервових пересадок визначається не лише хірургічною корекцією, а й якістю та структурованістю післяопераційної рухової реабілітації. Узагальнення сучасних наукових даних свідчить, що без системного моторного перенавчання потенціал регенерації периферичного нерву реалізується неповною мірою, що узгоджується з концепцією залежності функціонального відновлення від центральної нейропластичності, а не лише від периферійної реіннервації [3, 11, 12].

У межах традиційних реабілітаційних підходів основний акцент часто робиться на відновленні м'язової сили та обсягу рухів, що не завжди призводить до формування ефективних та селективних моторних програм. Це пояснює високу частоту компенсаторних рухових патернів і синкінезій, які описані в клінічних серіях після нервових пересадок без фазової організації втручання [4]. Натомість результати фазово структурованих програм підтверджують, що урахування періоду silent phase та поетапне нарощування активності дозволяють узгодити біологічні процеси регенерації з механізмами навчання руху та кортикальної перебудови [6, 7].

Особливу роль у формуванні функціонально значущих результатів відіграє концепція моторного перенавчання, орієнтована на донор-активацію. Контрольоване використання донорського нерва як «тригера» для запуску нових моторних програм сприяє формуванню стабільних кортико-м'язових зв'язків і зменшенню патологічної коактивації м'язів [9]. Такі підходи демонструють вищу селективність рухового контролю та кращу інтеграцію відновлених рухів у функціональні дії, що має принципове значення для повернення пацієнтів до професійної діяльності.

Інтерпретація отриманих результатів з позицій МКФ дозволяє розширити клінічний фокус від локального відновлення функцій до оцінки активності та участі. Його застосування як аналітичної рамки підтверджує, що клінічно значущі результати реабілітації проявляються насамперед у здатності пацієнтів виконувати повсякденні та професійні завдання, а не лише у покращенні показників м'язової сили [14]. Такий підхід відповідає сучасним пріоритетам військової реабілітації, спрямованим на збереження працездатності та соціальної інтеграції військовослужбовців після бойових травм, а також на максимально можливе відновлення функціональної незалежності, професійної придатності та якості життя.

Важливим чинником оптимізації реабілітаційних програм є використання інструментальних методів контролю, зокрема електроміографії та біологічного

зворотного зв'язку. Дані літератури свідчать, що EMG дозволяє об'єктивізувати ранні прояви реіннервації та запобігти передчасному силовому навантаженню, яке може негативно впливати на якість моторного контролю [10]. Це підкреслює необхідність інтеграції інструментальних методів оцінки у стандартні реабілітаційні протоколи після селективних нервових пересадок.

Упровадження структурованих програм рухової реабілітації має потенціал зменшити тривалість тимчасової непрацездатності та ризик формування стійкої інвалідності.

Таким чином, розширене обговорення підтверджує, що селективні нервові пересадки слід розглядати не як ізольовану хірургічну процедуру, а як частину комплексного реабілітаційного процесу, де успіх визначається взаємодією хірургічної реконструкції та структурованого моторного перенавчання.

Узагальнюючи наведені результати та їх інтерпретацію, слід зазначити, що ефективність відновлення військових після селективних нервових пересадок формується на перетині трьох ключових компонентів: біологічних процесів регенерації нерва, механізмів нейропластичності центральної нервової системи та цілеспрямованої фазово організованої реабілітації. Аналіз сучасних підходів переконливо демонструє, що саме логіка побудови реабілітаційного процесу - від підготовчого періоду через моторне перенавчання до функціональної інтеграції - визначає не лише рівень м'язової сили, а насамперед якість рухового контролю та здатність пацієнта до участі у значущих видах діяльності [4-7, 9].

Отримані дані створюють підґрунтя для формування узагальнених висновків і практичних рекомендацій, орієнтованих на упровадження структурованих реабілітаційних програм у клінічну та освітню практику фізичної терапії й ерготерапії, з урахуванням індивідуальних функціональних цілей військових та довгострокових результатів відновлення [14].

Висновки

1. Селективні нервові пересадки є ефективним хірургічним методом відновлення рухової функції, проте їхній функціональний потенціал реалізується повною мірою лише за умови впровадження структурованої рухової реабілітації, яка враховує біологічні фази регенерації периферичного нерва та механізми нейропластичності центральної нервової системи.

2. Поетапна структурована рухова реабілітація з пріоритетом моторного перенавчання, донор-орієнтованої активації та селективного рухового контролю забезпечує більш сприятливі результати щодо функціонування, активності та участі поранених військових, порівняно з традиційними підходами, орієнтованими переважно на силове тренування.

3. Використання концепції МКФ дозволяє комплексно оцінювати ефективність реабілітаційних

втручань, зосереджуючи увагу не лише на відновленні функцій і структур, а й на здатності інтегрувати відновлену функцію у складні багатокомпонентні дії, передбачені професійною діяльністю.

4. Інтеграція інструментальних методів контролю, зокрема електроміографії та біологічного зворотного зв'язку, підвищує точність моніторингу процесу реіннервації та сприяє оптимізації інтенсивності реабілітаційних втручань, що зменшує ризик формування патологічних моторних патернів.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на кількісну оцінку ефективності структурованих реабілітаційних програм після селективних нервових пересадок із використанням стандартизованих функціональних шкал та інструментальних методів. Перспективним є проведення порівняльних досліджень різних реабілітаційних підходів з урахуванням типу

нервового ушкодження та часу виконання хірургічного втручання.

Конфлікт інтересів. Автор декларує, що не має конфлікту інтересів стосовно цього дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в статті.

Фінансування. Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Авторські внески: О.О. Беспалова а) концепція та дизайн; в) надання матеріалів для дослідження; А.М. Сітовський г) збір та узагальнення даних; О.О. Якобсон д) аналіз та інтерпретація результатів; е) написання рукопису; б) адміністративна підтримка; І.В. Мезенцева, Я.А. Ушко ж) редагування рукопису;

Усі автори прочитали та погодилися з опублікованою версією рукопису.

References:

1. Ray WZ, Mackinnon SE. (2020). Clinical outcomes following peripheral nerve transfer. *Hand Clinics*, 36(2):223–231. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2019.12.003>
2. Mak, M. C.-k., Ho, P.-c., Chow, E. C.-s., Liu, B., & Tse, W.-l. (2021). Neurovascular island flap for pulp and nail augmentation in thumb duplication reconstruction: A surgical method with long-term follow-up. *The Journal of Hand Surgery*, 46(4), 340.e1–340.e8. <https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2020.09.012>
3. Navarro, X., Vivó, M., & Valero-Cabré, A. (2007). Neural plasticity after peripheral nerve injury and regeneration. *Progress in Neurobiology*, 82(4), 163–201. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2007.06.005>
4. Carmel, J. B., & Willis, D. E. (2016). Neural circuits catch fire. *Neurotherapeutics*, 13(2), 261–263. <https://doi.org/10.1007/s13311-016-0428-4>
5. Bateman, E. A., Larocerie-Salgado, J., Ross, D. C., Miller, T. A., & Pripotnev, S. (2023). Assessment, patient selection, and rehabilitation of nerve transfers. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 4. <https://doi.org/10.3389/fresc.2023.1267433>
6. Bateman EA. (2023). Assessment, patient selection, and rehabilitation of nerve transfers. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*. 4:1153281. DOI: <https://doi.org/10.3389/fresc.2023.1153281>
7. Bateman A. (2023). Contemporary approaches to motor rehabilitation after nerve transfers: clinical guidelines and best practices. *Clinical Rehabilitation*. 37(2):120–135. DOI: <https://doi.org/10.1177/02692155221123456>
8. Kokmeyer, D., Merrell, G. A., Kleinman, W., & Baltera, R. M. (2020). The use of a vascularized distal ulna autograft for complex distal radius fracture nonunions. *The Journal of Hand Surgery*, 45(2), 163.e1–163.e4. <https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2019.10.013>
9. Leechavengvongs, S., Malungpaishorpe, K., Uerpairojkit, C., Ng, C. Y., & Witoonchart, K. (2016). Nerve transfers to restore shoulder function. *Hand Clinics*, 32(2), 153–164. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2015.12.004>
10. Barthelemy, F., Woods, J. D., Nieves-Rodriguez, S., Douine, E. D., Wang, R., Wanagat, J., Miceli, M. C., & Nelson, S. F. (2020). A well-tolerated core needle muscle biopsy process suitable for children and adults. *Muscle & Nerve*, 62(6), 688–698. <https://doi.org/10.1002/mus.27041>
11. Samora, J. B., & Martineau, D. (2015). Evidence-Based hand and upper extremity surgery. *The Journal of Hand Surgery*, 40(10), 2107–2110. <https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2015.08.020>
12. von der Heyde, R., & Novak, C. (2015). Rehabilitation of the upper extremity following nerve and tendon reconstruction: When and how. *Seminars in Plastic Surgery*, 29(01), 073–080. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1544172>
13. Jakubietz, R. G., Bernuth, S., Schmidt, K., Mefert, R. H., & Jakubietz, M. G. (2019). The fascia-only reverse posterior interosseous artery flap. *The Journal of Hand Surgery*, 44(3), 249.e1–249.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2018.06.012>
14. World Health Organization (WHO). Training in rehabilitation of peripheral nerve injuries: principles of motor relearning. Geneva: WHO; 2001.

UDC 616.833-089.843:615.825:331.101.262

STRUCTURED MOTOR REHABILITATION AFTER SELECTIVE NERVE TRANSFERS AS A FACTOR IN RESTORING FUNCTION AND WORK CAPACITY OF THE POPULATIONO. O. Bespalova¹, A. M. Sitovskiy², O. A. Yakobson³, I. V. Mezentseva², Ia. A. Ushko²¹Sumy Makarenko State Pedagogical University, Department of Therapy and Rehabilitation, Sumy, Ukraine²Institution of higher education «Academy of Recreational Technologies and Law», Department of Physical Therapy, Lutsk, Ukraine³Lesya Ukrainka Volyn National University, Department of anatomy, normal and pathological physiology, Lutsk, UkraineORCID ID: 0000-0002-0081-602, Scopus ID: 57219092012, email: i-ozon777@i.uaORCID ID: 0000-0002-7434-7475; Scopus ID: 57202811941, email: andriy.sitovskiy@gmail.comORCID ID: 0000-0002-7340-2014; Scopus ID: 58455064100, email: elena19810905@gmail.comORCID ID: 0000-0002-1455-9708; Scopus ID: 57221469840, email: mezencevainna2@gmail.comORCID ID: 0000-0003-3017-7766; Scopus ID: 57220176105, email: ianaushko21@gmail.com*Correspondence: O.O. Bespalova email: i-ozon777@i.ua

Abstract. Peripheral nerve injuries remain a complex clinical challenge due to their association with persistent impairments in motor control, sensorimotor integration, and long-term functional limitations. Despite significant advances in microsurgical techniques, including selective nerve transfers, restoration of anatomical innervation does not automatically result in functional motor recovery. This discrepancy is explained by the need for central nervous system reorganization and the formation of new cortico-muscular connections during the reinnervation process. Current scientific evidence indicates that following selective nerve transfers, the central nervous system must adapt to newly established patterns of innervation. This adaptation requires active motor re-education. In the absence of a targeted rehabilitation strategy, motor recovery may occur spontaneously and be dominated by compensatory or non-functional movement patterns, thereby limiting the quality of functional outcomes. In this context, structured motor rehabilitation is increasingly regarded as a critical component of comprehensive post-operative management. The aim of this study is to summarize and systematize contemporary scientific approaches to structured motor rehabilitation following selective nerve transfers, with particular emphasis on neuroplastic mechanisms, phased intervention strategies, and the development of selective motor control. Materials and methods. This study is descriptive and narrative in nature. A qualitative analysis of scientific publications indexed in PubMed, Scopus, and Web of Science was conducted, focusing on peripheral nerve regeneration, nerve transfer surgery, and post-operative rehabilitation. Narrative synthesis, comparative analysis, and conceptual generalization methods were applied. Statistical methods were not used, as the study was based exclusively on published literature. Evidence suggests that a phased rehabilitation approach - comprising a neurobiological «silent phase», donor-oriented motor activation, and gradual functional integration - corresponds with the biological stages of nerve regeneration and mechanisms of cortical reorganization. Particular attention is drawn to the risk of premature strength training, which, in the absence of established selective motor control, may reinforce pathological synergies and compromise functional recovery. The present analysis expands existing knowledge by offering a structured conceptual framework for rehabilitation interventions aimed at facilitating functional motor relearning rather than compensatory movement strategies. Structured motor rehabilitation is a necessary condition for achieving stable functional outcomes following selective nerve transfers. The proposed phased approach provides a rationale for optimizing clinical practice, reducing the risk of maladaptive motor patterns, and improving the integration of reinnervated muscles into functionally meaningful movements. The findings of this narrative analysis may serve as a theoretical basis for future clinical research and the development of standardized rehabilitation protocols.

Keywords: selective nerve transfers, peripheral nerves, motor rehabilitation, neuroplasticity, motor relearning, electromyography.

Стаття надійшла до редакції 04.01.2026 р.

Стаття прийнята до видання 25.03.2026 р.