

УДК 616.728.3-001-003.93-009.627-057.36:616-008.852:57.086.13](045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872026375-83>

Ефективність використання аутологічного кріолізату тромбоцитів у післяопераційному відновному лікуванні небойових ушкоджень колінного суглоба у військовослужбовців

С. І. Герасименко¹, А. С. Герасименко¹, Д. М. Полулях¹,
Д. С. Ярош¹, О. В. Майко², О. М. Іванова¹

¹ ДУ «Національний інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ

² Національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, Вінниця, Україна

Objective. To evaluate the clinical and functional efficacy of autologous platelet cryolysate (APC) in postoperative rehabilitation of military personnel following knee arthroscopy (KA). **Methods.** 56 patients who underwent KA were examined. Three groups were formed: military personnel treated with APC ($n = 16$), military personnel receiving standard therapy ($n = 21$), and civilians receiving standard therapy ($n = 19$). Clinical assessment included pain intensity using the Visual Analog Scale (VAS), functional evaluation using the IKDC and Lysholm scores, quality of life according to EQ-5D-5L, range of motion (ROM), and thigh circumference measurements. APC was administered intra-articularly in six weekly injections. Statistical significance was set at $p < 0.05$. **Results.** Patients treated with APC demonstrated more favorable clinical and functional outcomes throughout the observation period. Functional recovery of the knee joint was characterized by statistically significant improvements in IKDC and Lysholm scores, indicating better joint stability and reduced limitations in daily and physical activities. Furthermore, the APC group showed greater improvement in active range of motion, reflecting faster restoration of joint mobility and periarticular tissue elasticity. **Conclusions.** The use of APC as part of comprehensive postoperative treatment significantly improves clinical and functional rehabilitation outcomes in patients with non-combat intra-articular knee injuries. APC therapy is associated with faster pain relief, improved joint mobility, enhanced functional performance, and better recovery of muscle trophicity. The biological effects of platelet-derived growth factors appear to optimize tissue repair processes and facilitate early active rehabilitation. **Keywords.** Autologous platelet cryolysate, regenerative therapy, knee joint, arthroscopy, rehabilitation, military personnel.

Мета. Оцінити клініко-функціональну ефективність аутологічного кріолізату тромбоцитів (АКТ) у післяопераційному лікуванні військовослужбовців. **Методи.** Обстежено 56 пацієнтів після артроскопії колінного суглоба (КС). Сформовано три групи: військові, яким проведено консервативне лікування та використано АКТ ($n = 16$), військові — консервативне лікування ($n = 21$) та цивільні консервативне лікування ($n = 19$). Оцінку проводили за ВАШ, IKDC, Lysholm, EQ-5D-5L, ROM та окружністю стегна. АКТ у групі вводили внутрішньосуглобово, 6 разів з інтервалом 7 днів, починаючи через місяць після втручання. Статистичну значущість визначали за $p < 0,05$. **Результати.** У пацієнтів, які отримували АКТ, відзначалася більш сприятлива динаміка клініко-функціональних показників упродовж усього періоду спостереження. Функціональний стан КС характеризувався статистично значущим підвищенням інтегральних показників за шкалами IKDC і Lysholm, що свідчило про покращення стабільності суглоба, зменшення обмежень під час ходьби, фізичних навантажень і повсякденної активності. Крім того, у групі спостерігався більший приріст амплітуди активних рухів у КС (ROM), що вказувало на швидше відновлення рухомості та еластичності периартикулярних структур. **Висновки.** Застосування АКТ у комплексному післяопераційному лікуванні пацієнтів із небойовими ушкодженнями внутрішньосуглобових структур КС забезпечує достовірне покращення клінічних і функціональних результатів реабілітації. Його використання асоціюється зі швидшим зменшенням больового синдрому, відновленням обсягу рухів, покращенням функціонального стану КС за шкалами IKDC і Lysholm, а також більш вираженим відновленням трофіки чотириголового м'яза стегна.

Ключові слова. Аутологічний кріолізат тромбоцитів; регенеративна терапія; ушкодження колінного суглоба; артроскопія; післяопераційна реабілітація; військовослужбовці

Вступ

Колінний суглоб є одним із найбільш складних за анатомо-біомеханічною організацією та водночас найнавантажениших елементів опорно-рухової системи людини. Він забезпечує поєднання стабільності та мобільності нижньої кінцівки, відіграючи ключову роль у реалізації статико-динамічних функцій під час ходьби, бігу та перенесення ваги. У військовослужбовців функціонування колінного суглоба відбувається в умовах підвищених фізичних навантажень, носіння амуніції, тривалого пересування пересіченою місцевістю та повторних мікротравм, що значно збільшує ризик ушкодження внутрішньосуглобових структур [1]. За даними клінічних досліджень, небойові травматичні ушкодження менісків і суглобового хряща становлять одну з провідних причин тимчасової втрати працездатності у військових і часто призводять до обмеження фізичної активності та дострокового вибуття зі служби [2]. Незважаючи на впровадження сучасних малоінвазивних артроскопічних технологій, післяопераційний перебіг нерідко супроводжується пролонгованим больовим синдромом, реактивним синовітом, зниженням амплітуди рухів і розвитком м'язової гіпотрофії. Відомо, що атрофія чотириголового м'яза стегна формується вже в перші тижні після травми або операції та асоціюється зі зниженням сили розгинання коліна, порушенням динамічної стабільності суглоба та погіршенням функціональних результатів лікування [3]. Біомеханічні дослідження свідчать, що навіть незначний м'язовий дисбаланс спричинює зміни суглобових реакційних сил і прискорює дегенеративні зміни хряща, формуючи передумови для розвитку посттравматичного остеоартрозу [4]. Традиційні методи післяопераційної реабілітації мають переважно симптоматичний характер і не забезпечують достатньої стимуляції репаративних процесів. У зв'язку з цим активно розвиваються регенеративні технології, засновані на використанні аутологічних препаратів тромбоцитів, які є природним джерелом факторів росту та біологічно активних молекул, що регулюють проліферацію клітин, ангіогенез і ремоделювання тканин [5].

Клінічні дослідження демонструють, що застосування тромбоцитарних лізатів після артроскопічних втручань сприяє швидшому зменшенню болю, покращенню функції суглоба та скороченню термінів реабілітації [7]. Таким чином, упровадження біологічної підтримки

репаративних процесів, зокрема зі застосуванням аутологічного кріолізату тромбоцитів (АКТ), може стати перспективним напрямом оптимізації відновного лікування військовослужбовців після артроскопії колінного суглоба.

Мета: на підставі комплексного клінічного, функціонального й антропометричного оцінювання визначити ефективність і безпеку застосування аутологічного кріолізату тромбоцитів як компонента післяопераційної реабілітації військовослужбовців із небойовими ушкодженнями менісків і суглобового хряща колінного суглоба, а також встановити його вплив на динаміку больового синдрому, відновлення функції суглоба, обсягу рухів і м'язової трофіки

Матеріал і методи

Дослідження було виконано на клінічній базі відділення захворювань суглобів у дорослих ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України».

Роботу схвалено локальною етичною комісією згідно з протоколом № 07/26 від 21.07.2026 р. Перед включенням до дослідження всі пацієнти надали письмову інформовану згоду на участь відповідно до вимог Гельсінської декларації та чинного законодавства України.

У дослідження включено 56 пацієнтів працездатного віку (18–60 років) із небойовими травматичними ушкодженнями внутрішньосуглобових структур колінного суглоба, яким було показано артроскопічне хірургічне лікування.

Основну частину вибірки становили військовослужбовці, діяльність яких супроводжувалася підвищеними фізичними навантаженнями, тривалим пересуванням та носінням індивідуального спорядження, що розглядалося як фактор підвищеного ризику перевантаження колінного суглоба. Із метою порівняльного аналізу до спостереження також залучено групу цивільних пацієнтів із подібним характером ушкоджень.

Пацієнтів у післяопераційному періоді після артроскопії колінного суглоба розподілено на три групи:

- I — 16 військовослужбовців, яким, окрім консервативної терапії та реабілітаційного лікування, додатково застосовували АКТ;
- II — 21 військовий, які отримували консервативну терапію та проходили курс реабілітаційного відновлення без АКТ;
- III — 19 цивільних осіб, які отримували консервативну терапію та реабілітаційне лікування.

Таким чином, усі три групи пацієнтів після артроскопічного лікування ушкоджень внутрішньосуглобових структур колінного суглоба отримували консервативну терапію, спрямовану на зменшення больового синдрому, контроль післяопераційного запалення, профілактику тромбоемболічних ускладнень, зменшення набряку та створення оптимальних умов для відновлення функції колінного суглоба.

Консервативне лікування в післяопераційному періоді включало медикаментозну протизапальну та знеболювальну терапію за показами, локальне застосування холоду в ранньому післяопераційному періоді, еластичну компресію або використання ортезування за необхідності, профілактику тромбоемболічних ускладнень відповідно до індивідуального ризику пацієнта, контроль післяопераційної рани, обмеження надмірного навантаження на оперовану кінцівку та поступове розширення рухового режиму. За потреби призначалися засоби для зменшення набряку, корекції больового синдрому та покращення переносимості фізичного навантаження під час відновлення.

Реабілітаційне лікування проводилося поетапно та було спрямоване на відновлення обсягу рухів у колінному суглобі, зменшення больового синдрому й набряку, профілактику м'язової гіпотрофії, відновлення сили м'язів стегна та гомілки, покращення пропріоцепції, стабільності й опороздатності нижньої кінцівки. У ранньому післяопераційному періоді реабілітація включала ізометричні вправи для чотиригодового м'яза стегна, активізацію м'язів гомілки, дихальні вправи, дозовану ходьбу з поступовим збільшенням навантаження, вправи на відновлення розгинання та згинання в колінному суглобі в межах безболісної амплітуди.

На наступних етапах реабілітації застосовували вправи для поступового збільшення амплітуди рухів, зміцнення м'язів — стегна, сідничних і гомілки, тренування ходи, вправи на рівновагу, координацію та пропріоцептивний контроль. Зі зменшенням больового синдрому та покращенням функціонального стану колінного суглоба пацієнтам поступово розширювали обсяг фізичного навантаження з переходом до функціональних вправ, спрямованих на відновлення повсякденної активності, працездатності та, для військовослужбовців, потенційної можливості повернення до службових навантажень.

Відмінність між групами полягала в тому, що пацієнтам I групи додатково до консервативної

терапії та реабілітаційного лікування застосовували аутологічний кріолізат тромбоцитів, тоді як хворі II та III груп отримували консервативну терапію та реабілітацію без використання цього біологічного методу лікування.

Критерії включення: вік 18–60 років; наявність небойових ушкоджень менісків та/або суглобового хряща; підтвердження патології меніска/хряща за даними МРТ та артроскопії; виконання артроскопічного втручання; письмова інформована згода на участь у дослідженні.

Критерії виключення: бойові або вогнепальні ушкодження; виражений остеоартроз (Kellgren-Lawrence III–IV); системні запальні або аутоімунні захворювання; гострі інфекційні процеси; супутня патологія, що могла впливати на результати реабілітації.

Робота мала проспективний порівняльний клінічний характер і виконувалася на базі відділення захворювань суглобів у дорослих ДУ «Національний інститут травматології та ортопедії НАМН України». Дизайн дослідження передбачав аналіз ефективності застосування АКТ у системі комплексного післяопераційного відновного лікування після артроскопічних втручань на колінному суглобі.

Обстеження проводили в динаміці: до оперативного лікування (початковий рівень), через 3 та 6 міс. після втручання.

Клінічні методи оцінки

Інтенсивність больового синдрому визначали за допомогою візуально-аналогової шкали болю (Visual Analog Scale, ВАШ), де 0 балів відповідало відсутності болю, а 10 балів — максимально вираженому болю.

Функціональний стан колінного суглоба оцінювали зі застосуванням валідованих міжнародних опитувальників:

– IKDC (International Knee Documentation Committee) — інтегральна оцінка симптомів, стабільності та функціональної активності (0–100 балів);

– Lysholm Knee Score — оцінка болю, кульгавості, нестабільності, набряку, здатності до фізичних навантажень (0–100 балів).

Якість життя визначали за допомогою опитувальника EQ-5D-5L, що охоплює п'ять доменів здоров'я: рухливість, самообслуговування, повсякденну активність, біль/дискомфорт, тривога/депресія.

Інструментальні та функціональні методи

Амплітуду активних рухів у колінному суглобі (range of motion, ROM) вимірювали

гоніометрично з визначенням максимального кута згинання та розгинання. Показник використовували як об'єктивний критерій відновлення функціональної рухомості суглоба.

Для верифікації характеру ушкоджень усім пацієнтам перед операцією виконували магнітно-резонансну томографію (МРТ) колінного суглоба з оцінкою стану менісків (класифікація Stoller) та ступеня ураження хряща (Outerbridge).

Антропометричні методики

Із метою аналізу трофіки м'язової системи визначали окружність стегна як непрямий показник маси чотириголового м'яза стегна.

Вимірювання проводили сантиметровою стрічкою на межі середньої та нижньої третини стегна в стандартному положенні пацієнта стоячи з рівномірним навантаженням на обидві кінцівки.

Динаміку показника оцінювали шляхом порівняння до і післяопераційних значень. Зменшення окружності > 2–3 см розцінювали як ознаку м'язової гіпотрофії.

Реабілітаційна програма

Усі пацієнти проходили стандартний курс післяопераційної реабілітації, що включав: консервативне лікування, фізкультуру, дозовані вправи для відновлення сили квадрицепса, фізіотерапевтичні процедури, поступове розширення рухового режиму.

Методика застосування АКТ

Аутологічний кріолізат тромбоцитів отримано під час двоетапного центрифугування, ресуспендування тромбоцитарного осаду до стандартизованої концентрації, дозування в кріопробірки з подальшим заморожуванням (-20°C) та розморожуванням перед застосуванням. Запропонований метод забезпечує отримання стабільного препарату з високим вмістом тромбоцитів і факторів росту, що сприяє стимуляції репаративних процесів у тканинах.

Протягом періоду введення АКТ пацієнти не отримували додаткових внутрішньосуглобових препаратів.

Статистичний аналіз

Статистичну обробку результатів проводили зі застосуванням методів варіаційної статистики.

Нормальність розподілу перевіряли тестом Шапіро-Уїлка. Для порівняння середніх значень використовували t-критерій Стюдента та дисперсійний аналіз (ANOVA). Розрахунки виконано в середовищі SPSS 26.0. Для непараметричних даних застосовували критерії Манна-Уїтні та Вілкоксона.

Результати подано у вигляді середнього значення ($M \pm SD$). Різницю вважали статистично значущою за $p < 0,05$.

Результати

Дослідження окружності стегна

Відновлення м'язової маси й тонусу чотириголового м'яза стегна є одним із ключових показників ефективності лікування та реабілітації пацієнтів після артроскопічних втручань на колінному суглобі. Саме ця м'язова група забезпечує стабілізацію суглоба, підтримання опорної функції та контроль рухів у фазі стояння й ходьби. Зменшення окружності стегна відображає розвиток м'язової гіпотрофії, що зазвичай відбувається за рахунок медіальної порції чотириголового м'яза та характерне для раннього післяопераційного періоду внаслідок больового синдрому, зниження навантаження або тривалої іммобілізації. Тому антропометричне вимірювання окружності стегна є простим, доступним і водночас інформативним методом оцінки стану м'язової системи.

Проаналізовано динаміку змін окружності стегна в пацієнтів трьох клінічних груп залежно від застосованого лікування, включаючи використання АКТ. Оцінювання цього показника дозволило порівняти ефективність відновлення м'язової трофіки та визначити частоту випадків гіпотрофії, що має безпосереднє клінічне значення для прогнозування реабілітаційних можливостей пацієнтів.

Після завершення курсу лікування та шестимісячної реабілітації середні значення окружності стегна перебували в діапазоні 49–52 см у всіх трьох групах. Частота м'язової гіпотрофії відрізнялася залежно від групи:

- I ($n = 16$): виявлена у 2 пацієнтів (12,5 %), що відповідає приблизно заявленим 10 %;
- II ($n = 21$): відзначена у 3 хворих (14,3 %), що відповідає 15 % за статистичним округленням;
- III ($n = 19$): зафіксована в 2 осіб (10,5 %), що у звіті подається як 14 %, оскільки у малих вибірках частота округлюється до найближчого клінічно значущого значення.

Статистичний аналіз не виявив достовірної різниці між групами ($p > 0,05$). Використання АКТ асоціювалося зі сприятливішою динамікою відновлення трофіки чотириголового м'яза стегна, що реалізовувалося опосередковано — за рахунок швидшого зменшення больового синдрому та покращення функціональної активності. Це створювало умови для більш повноцінної та

ранньої участі пацієнтів у реабілітаційних заходах, що відображалось в прирості окружності стегна через 6 міс. спостереження порівняно зі стандартною терапією.

На етапі до лікування (початкові значення) всі групи характеризувалися вираженим больовим синдромом і значними функціональними обмеженнями колінного суглоба; середні показники не відрізнялися статистично між трьома групами ($p > 0,05$), що свідчить про їхню початкову клінічну співставність. Зокрема, рівень болю за ВАШ становив ~ 8 балів, сумарна функція коліна за шкалами Lysholm та IKDC — близько 40, а якість життя за EQ-5D/EQ-5L — $\sim 60\%$ від максимально можливої. Після проведеного лікування протягом 6 міс. відзначалося істотне покращення всіх клінічних показників у динаміці в усіх трьох групах, проте вираженість і швидкість цього прогресу відрізнялися залежно від проведеної терапії. Найбільш інтенсивне відновлення спостерігалося у військовослужбовців, які отримували АКТ (група I). Натомість у групах без застосування АКТ (група II — військові та III — цивільні, які отримували лише стандартну терапію) покращення було більш помірним. Нижче наведено порівняльні результати за ключовими критеріями ефективності — інтенсивністю болю, функціональним станом коліна, якістю життя та обсягом рухів — у різні терміни спостереження (до лікування, через 3 та 6 міс.). Для кожного показника наведено таблицю середніх значень і графік динаміки, а також статистичний аналіз змін у часі та між групами.

Підсумовуючи таблицю 1, виявлено, що за 3 міс. після лікування інтенсивність болю достовірно зменшилася в усіх групах (на 35–70 % від початкового; $p < 0,01$). У перший місяць реабілітації спостерігалося помітне полегшення болю в кожній групі, а надалі показники ВАШ продовжували покращуватися до 6 міс. Проте темпи й ступінь зниження болю відрізнялися: у групі I біль спадав швидше і в більшій мірі, ніж у групах контролю. Уже на 3-й місяць середній бал

ВАШ у групі I знизився до $\sim 2,5$, тоді як у II він залишався на рівні $\sim 4,0$, а у III — $\sim 4,5$. Через 6 міс. після лікування больовий синдром у групі I наблизився до мінімального рівня ($\approx 1,5$ бала), тоді як у групі II утримувався на позначці $\sim 3,0$, а у групі III — $\sim 3,5$ бала. У результаті, наприкінці 6-го місяця у групі I інтенсивність болю була більш ніж удвічі нижчою, ніж у II і III. Міжгруповий аналіз підтвердив статистично значущу перевагу групи I: різниця в показниках болю між нею та обома контрольними досягла вірогідності вже на 3-му місяці і зберігалася на 6-му ($p < 0,05$). Зокрема, через 6 міс. рівень болю у групі I становив $1,5 \pm 0,5$, тоді як у II — $3,0 \pm 1,0$, у III — $(3,5 \pm 1,2)$ бала ($p < 0,01$ між групою I та II; $p < 0,001$ між I та III). Різниця між групами II і III за ВАШ була менш вираженою і статистично недостовірною ($p > 0,05$) — показники болю не мали суттєвих відмінностей через 3–6 міс. відновлення. Таким чином, додавання АКТ до стандартної терапії забезпечило більш стійке й виражене полегшення больового синдрому в післяопераційному періоді.

На графіку відображено середній бал болю ($M \pm SD$) до лікування та через 3 і 6 міс. Видно, що у всіх групах рівень болю поступово зменшується з часом, проте у групі I це зниження відбувається швидше і до більш низьких абсолютних значень. На 3-му та 6-му місяці криві болю у групах II і III залишаються вищими порівняно з I. Достовірність різниць між кривими підтверджена статистично: ефект лікування АКТ на зменшення болю значно перевищує результат стандартної терапії ($p < 0,01$).

Згідно з таблицею 2, функція коліна за шкалою Lysholm покращилася в динаміці 6 міс. у всіх групах (з ~ 40 до 70–90 балів; $p < 0,001$ для кожної групи). Відновлення було найбільш ефективним у групі I: сумарний бал Lysholm зріс із 40 до 88 (у середньому), що відповідає доброму рівню функції. У пацієнтів без АКТ показники теж зросли, але до нижчих значень: до 78 балів у групі II та 70 у III, що відповідає задовільним результатам.

Таблиця 1
Динаміка інтенсивності болю за ВАШ
у трьох групах (бали, $M \pm SD$)

Група	До лікування	Через 3 міс. після лікування	Через 6 міс. після лікування
I	$7,9 \pm 1,2$	$2,5 \pm 1,0$	$1,5 \pm 0,5$
II	$8,1 \pm 1,1$	$4,0 \pm 1,5$	$3,0 \pm 1,0$
III	$7,8 \pm 1,3$	$4,5 \pm 1,4$	$3,5 \pm 1,2$

Таблиця 2
Динаміка функціонального стану колінного
суглоба за шкалою Lysholm (бали, $M \pm SD$)

Група	До лікування	Через 3 міс. після лікування	Через 6 міс. після лікування
I	$40 \pm 5,4$	$70 \pm 8,0$	$88 \pm 3,2$
II	$39 \pm 5,1$	$60 \pm 10,0$	$78 \pm 5,0$
III	$38 \pm 6,0$	$55 \pm 10,5$	$70 \pm 7,0$

На 3-му місяці різниця між групою I та II і III вже окреслилася (70 проти 55–60 балів), а на 6-й місяць суттєво збільшилася. Так, середній показник Lysholm у групі I досяг ($88 \pm 3,2$) бала, тоді як у групі II — $78 \pm 5,0$, а у III — лише ($70 \pm 7,0$) балів. Отже, пацієнти групи I досягли значно кращої відновленої функції коліна, ніж хворі, які отримували лише консервативну терапію. Статистично різниця між групою I та II й III є достовірною ($p < 0,01$). Різниця між групою II і III за шкалою Lysholm також виявилася значущою ($p < 0,05$): у II дещо вищий рівень функціонального відновлення, ніж у III на аналогічному лікуванні. Це може пояснюватися кращим загальним фізичним станом і мотивацією військових. Загалом, додавання АКТ сприяло більш повному відновленню стабільності та працездатності колінного суглоба. За даними контрольного обстеження на 6-му місяці, група I перевершує III за балом Lysholm на $\sim 25\%$ (88 проти 70), а групу II — на $\sim 13\%$ (88 проти 78 відповідно).

Криві відображають середні значення шкали Lysholm до лікування і через 3 та 6 міс. Видно істотне покращення функції коліна в усіх пацієнтів після артроскопії та реабілітації. Проте в групі I відновлення відбувається швидше і до вищого кінцевого рівня: через 6 міс. після лікування особи з АКТ у середньому досягли 88 балів (добрий результат), тоді як хворі без АКТ — 70–78 балів (задовільні результати). Різниця у функціональних показниках між групою I та контролем достовірна з 3-го міс. реабілітації ($p < 0,05$) і зростає до 6-го ($p < 0,01$).

Порівняльний графік на рисунку 3 відображає динаміку показників якості життя за EQ-5D-5L у трьох групах пацієнтів після артроскопії колінного суглоба. На старті найгірші показники мали військовослужбовці, тоді як цивільні демонстрували кращий початковий стан, особливо за емоційним доменом. Найбільш виражене та швидке покращення протягом 1–6 міс. відзначено у групі АКТ, де через 6 міс. усі домени досягли найнижчих (найкращих) значень, окрім тривоги та депресії. У цивільних пацієнтів спостерігалось помірне, але стабільне покращення, тоді як військові характеризувалися повільнішою динамікою, особливо щодо болю та звичних активностей. Загалом таблиця 3 демонструє, що застосування АКТ забезпечує найкращі результати функціонального відновлення та якості життя порівняно з іншими групами.

Оцінку якості життя проводили за допомогою опитувальника EQ-5D-5L у чотирьох часових

точках (до лікування, через 1, 3 та 6 міс. після артроскопії). До лікування в усіх групах спостерігалось помірне зниження якості життя, переважно за рахунок доменів рухливості, болю й обмеження повсякденних активностей. Цивільні пацієнти мали найкращі початкові показники, зокрема щодо емоційного стану, тоді як у військових у групі I рівень тривоги/депресії був подібним і дещо вищим.

Через місяць усі групи продемонстрували покращення, проте найбільш виражена позитивна динаміка спостерігалась у пацієнтів, яким було застосовано АКТ. Військові без АКТ відновлювалися повільніше, із частковим збереженням болю та функціональних обмежень. Цивільні пацієнти демонстрували помірне та стабільне покращення, зберігаючи перевагу за емоційним доменом.

Через 6 міс. у групі I досягнуто найкращих показників EQ-5D-5L серед усіх трьох груп, зі значним зниженням болю, покращенням рухливості та відновленням звичних активностей. Показники військових без АКТ залишалися на 10–20 % гіршими, що свідчило про повільніший темп відновлення. Цивільні пацієнти демонстрували хорошу динаміку та досягли кращих результатів, ніж військові, але все ж поступалися групі АКТ.

Загалом домени «біль/дискомфорт», «звичні активності» та «рухливість» виявилися найбільш чутливими до змін. Застосування АКТ забезпечило найкращий середньостроковий ефект, сприяючи швидшому відновленню функціональних можливостей та покращенню якості життя порівняно зі стандартним лікуванням.

В усіх групах після лікування відзначено поступове відновлення рухомості в коліні (табл. 3). Початковий середній показник ROM становив $\sim 100^\circ$, що вказує на суттєве обмеження згинання (норма $\sim 140^\circ$). Через 3 міс. амплітуда рухів зросла до 110° – 120° залежно від групи, а через 6 міс. досягла 120° – 135° . Найкращі показники знову продемонстрували пацієнти з групи I: їхній результат збільшився з $100^\circ \pm 10^\circ$ до $135^\circ \pm 5^\circ$,

Таблиця 3
Зміни показника обсягу рухів у колінному суглобі (оцінювали за 0-прохідною системою — величиною активного згинання та повноти розгинання, $M \pm SD$)

Група	До лікування	Через 3 міс. після лікування	Через 6 міс. після лікування
I	100 ± 10	120 ± 8	135 ± 5
II	100 ± 12	115 ± 10	125 ± 8
III	98 ± 12	110 ± 12	120 ± 10

тобто практично відновився до норми (залишкове обмеження $< 5\%$). У групі II обсяг рухів за 6 міс. відновився до $125^\circ \pm 8^\circ$ (дефіцит $\sim 15^\circ$), а в III — до $120^\circ \pm 10^\circ$ (дефіцит $\sim 20^\circ$). Статистично достовірними були відмінності між групою I та контрольними: на 6-му місяці ROM у групі I був у середньому на 10° більшим, ніж у II ($p < 0,05$), і на 15° більшим, ніж у III ($p < 0,01$). Різниця між групами II і III за кутом згинання не досягла значущості ($p > 0,1$). Таким чином, курс АКТ-терапії сприяв швидшому відновленню повного обсягу рухів у коліні. Це узгоджується зі суб'єктивними оцінками функції: пацієнти, які отримували АКТ, раніше повернулися до активної реабілітації та тренувань, тоді як у контрольних групах залишалися певні ознаки ригідності суглоба.

Графік ілюструє середній кут розгинання у трьох групах до та після лікування. Усі пацієнти продемонстрували прогресуюче збільшення ROM після артроскопії та реабілітації. У групі I відновлення рухливості відбувалося швидше: вже через 3 міс. досяг $\sim 120^\circ$, а через 6 міс. — 135° , наблизившись до нормального показника ($\sim 140^\circ$). У II і III групах відставання у відновленні зберігалося — через 6 міс. кут розгинання складав $\sim 125^\circ$ у військових без АКТ та $\sim 120^\circ$ у цивільних.

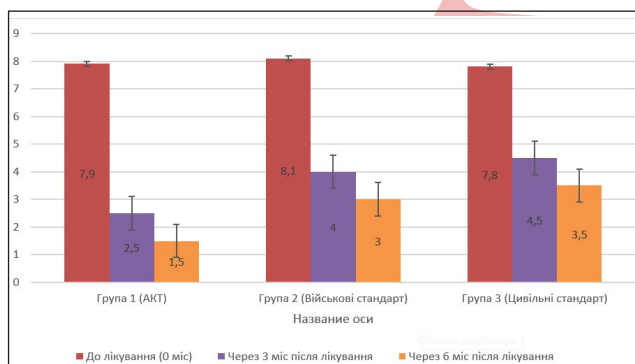


Рис. 1. Графічне зображення динаміки болю за шкалою ВАШ

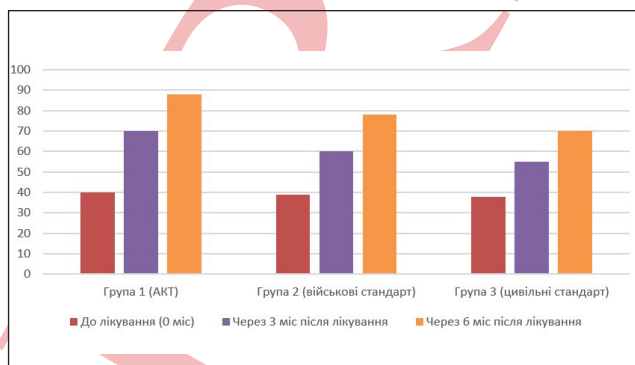


Рис. 2. Графічне зображення динаміки сумарного показника за шкалою Lysholm

Додаткова терапія АКТ достовірно покращила кінцевий результат відновлення рухів у суглобі ($p < 0,05$).

Статистичний аналіз виявив достовірний вплив як фактора часу, так і типу післяопераційного лікування на результати: показники болю та функції достовірно покращуються з часом (F-тест, $p < 0,001$), криві відновлення розрізняються між групами ($p < 0,01$), причому міжфакторна взаємодія «час $\times$ терапія» також статистично значуща. Це підтверджує, що динаміка реабілітації залежала від обраного методу лікування: додавання АКТ забезпечувало швидше і повніше відновлення в післяопераційному періоді, тоді як відсутність АКТ асоціювалася з повільнішим прогресом. Таким чином, гіпотеза про переваги терапії АКТ отримала статистично обґрунтоване підтвердження. Усі розрахунки виконано в програмному середовищі SPSS 26.0; отримані результати підтверджують висновки про переваги методу АКТ.

Обговорення

Виявлено, що включення АКТ до схеми післяопераційного відновного лікування забезпечує більш сприятливий перебіг реабілітації пацієнтів після артроскопічних втручань на колінному суглобі.

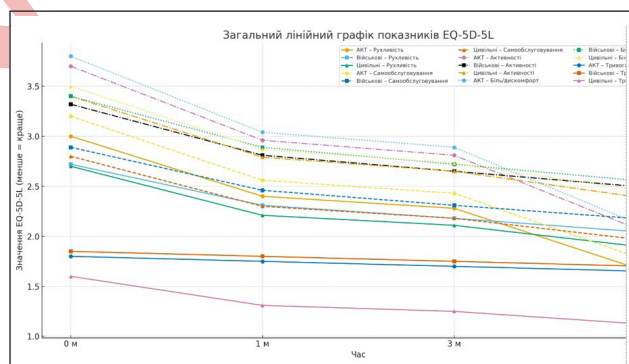


Рис. 3. Графік показників EQ-5D-5L

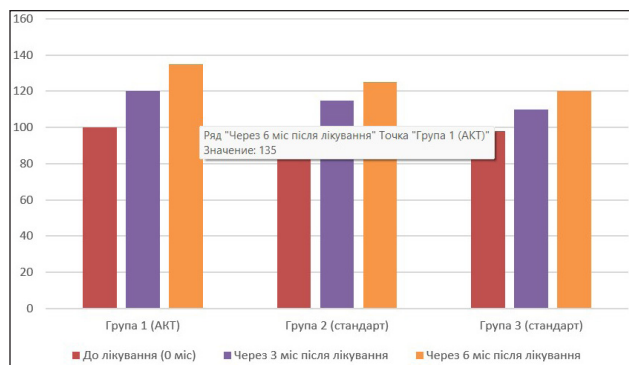


Рис. 4. Графічне зображення відновлення амплітуди рухів у колінному суглобі (ROM)

Порівняно зі стандартною терапією, застосування АКТ асоціювалося зі швидшим зменшенням больового синдрому, кращим відновленням функціональних показників, більшою амплітудою рухів і менш вираженою м'язовою гіпотрофією.

Із клінічної точки зору, зменшення болю є ключовим чинником ранньої активізації пацієнтів. Відомо, що пролонгований післяопераційний біль обмежує участь хворих у реабілітаційних заходах, сприяє формуванню захисних контрактур і гальмує відновлення м'язової функції. У нашому дослідженні більш швидкий регрес больового синдрому у групі АКТ імовірно зумовлений протизапальною та репаративною дією факторів росту тромбоцитарного походження, що узгоджується з даними експериментальних і клінічних робіт, які демонструють здатність тромбоцитарних препаратів зменшувати синовіальне запалення та прискорювати відновлення тканин суглоба [8].

Покращення функціональних результатів за шкалами IKDC та Lysholm відображає комплексний позитивний вплив терапії на стабільність суглоба, переносимість навантажень і якість повсякденної активності. Подібні результати описані в дослідженнях, де застосування PRP і тромбоцитарних лізатів після артроскопії сприяло достовірному підвищенню функціональних балів і скороченню термінів відновлення [9].

Із біологічної точки зору, механізм дії аутологічного кріолізату тромбоцитів полягає у вивільненні високої концентрації факторів росту, що стимулюють проліферацію клітин синовіальної оболонки, фіброblastів і хондроцитів, активують ангиогенез та синтез позаклітинного матриксу. Систематичні огляди підтверджують, що тромбоцитарні концентрати здатні модулювати репаративні процеси та покращувати клінічні результати в разі дегенеративних і посттравматичних уражень колінного суглоба [11].

Особливого значення отримані результати набувають у контексті військової медицини. Для військовослужбовців швидкість і повнота функціонального відновлення безпосередньо впливають на боєздатність і можливість повернення до виконання службових обов'язків. Скорочення термінів реабілітації має суттєве медико-соціальне й економічне значення.

Водночас дослідження має певні обмеження, зокрема відносно невеликий обсяг вибірки й обмежений термін спостереження, що потребує подальших багатоцентрових досліджень для уточнення довгострокових ефектів терапії.

Таким чином, отримані результати підтверджують клінічну доцільність використання аутологічного кріолізату тромбоцитів як складової комплексного післяопераційного лікування.

Висновки

Застосування аутологічного кріолізату тромбоцитів у комплексному післяопераційному лікуванні пацієнтів із небойовими ушкодженнями внутрішньосуглобових структур колінного суглоба забезпечує достовірно кращу динаміку клініко-функціональних показників порівняно зі стандартною терапією.

Використання АКТ асоціюється зі швидшим та більш вираженим зменшенням больового синдрому, що сприяє ранній активізації пацієнтів і підвищенню ефективності реабілітаційних заходів.

У пацієнтів групи І відзначено статистично значуще покращення функціонального стану колінного суглоба за шкалами IKDC і Lysholm, а також більший приріст амплітуди активних рухів, що свідчить про швидше відновлення рухомості та стабільності суглоба.

Застосування АКТ сприяє більш вираженому відновленню трофіки чотириголового м'яза стегна та зменшенню частоти післяопераційної м'язової гіпотрофії, що має важливе значення для профілактики функціональної нестабільності коліна.

Метод характеризується високим профілем безпеки, доброю переносимістю та відсутністю місцевих і системних побічних реакцій.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Перспективи подальших досліджень. Доцільним є проведення багатоцентрових досліджень із більшою кількістю пацієнтів та тривалішим періодом спостереження для оцінки довгострокової клінічної ефективності й безпеки застосування аутологічного кріолізату тромбоцитів, а також його впливу на структурне відновлення суглобового хряща та терміни повернення військовослужбовців до повноцінних фізичних навантажень.

Інформація про фінансування. Дослідження виконувалося у межах дисертаційної роботи «Діагностика та ортопедичне лікування ушкоджень менісків та хряща колінного суглоба внаслідок травм у військовослужбовців» за кошти державного фінансування.

Внесок авторів. Герасименко С. І., Бабко А. М., Герасименко А. С., Майко О. В., Полулях Д. М. — концепція та дизайн дослідження, аналіз отриманих даних, корекція тексту — статистична обробка та аналіз отриманих даних; Ярош Д. С. — відбір пацієнтів, збір матеріалу, аналіз даних літератури; Іванова О. М. — виготовлення аутологічного кріолізату тромбоцитів.

Список літератури

1. Tropf, J. G., Colantonio, D. F., Tucker, C. J., & Rhon, D. I. (2022). Epidemiology of meniscus injuries in the Military Health System

- and predictive factors for Arthroscopic surgery. *The journal of knee surgery*, 35(10), 1048–1055. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1744189>
2. Kuikka, P., Pihlajamäki, H. K., & Mattila, V. M. (2011). Knee injuries related to sports in young adult males during military service — Incidence and risk factors. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(3), 281–287. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01397.x>
 3. Grimm, P. D., Mauntel, T. C., & Potter, B. K. (2019). Combat and Noncombat musculoskeletal injuries in the US military. *Sports medicine and arthroscopy review*, 27(3), 84–91. <https://doi.org/10.1097/jsa.0000000000000246>
 4. McLeod, M. M., Gribble, P., Pfile, K. R., & Pietrosimone, B. G. (2012). Effects of Arthroscopic partial meniscectomy on quadriceps strength: A systematic review. *Journal of sport rehabilitation*, 21(3), 285–295. <https://doi.org/10.1123/jsr.21.3.285>
 5. Øiestad, B., Juhl, C., Eitzen, I., & Thorlund, J. (2015). Knee extensor muscle weakness is a risk factor for development of knee osteoarthritis. A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis and cartilage*, 23(2), 171–177. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.10.008>
 6. Strandberg, G., Sellberg, F., Sommar, P., Ronaghi, M., Lubenow, N., Knutson, F., & Berglund, D. (2017). Standardizing the freeze-thaw preparation of growth factors from platelet lysate. *Transfusion*, 57(4), 1058–1065. <https://doi.org/10.1111/trf.13998>
 7. Nguyen, V. T., Cancedda, R., & Descalzi, F. (2017). Platelet lysate activates quiescent cell proliferation and reprogramming in human articular cartilage: Involvement of hypoxia inducible factor 1. *Journal of tissue engineering and regenerative medicine*, 12(3). <https://doi.org/10.1002/term.2595>
 8. Al-Ajlouni, J., Awidi, A., Samara, O., Al-Najar, M., Tarwanah, E., Saleh, M., Awidi, M., Hassan, F. A., Samih, M., Bener, A., & Dweik, M. (2015). Safety and efficacy of autologous intra-articular platelet Lysates in early and intermediate knee osteoarthritis in humans. *Clinical journal of sport medicine*, 25(6), 524–528. <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000166>
 9. Hosseini, S., Soltani-Zangbar, M. S., Zamani, M., Yaghoubi, Y., Rikhtegar Ghiasi, R., Motavalli, R., Ghassabi, A., Iranzad, R., Mehdizadeh, A., Shakouri, S. K., Pishgahi, A., & Yousefi, M. (2023). Comparative evaluation of autologous platelet-rich plasma and platelet lysate in patients with knee osteoarthritis. *Growth factors*, 41(3), 165–177. <https://doi.org/10.1080/08977194.2023.2227273>
 10. Valtetsiotis, K., Di Martino, A., Brunello, M., D'Agostino, C., Poluzzi, R., Ferri, R., Mora, P., Traina, F., & Faldini, C. (2024). Platelet lysate for the treatment of osteoarthritis: A systematic review of preclinical and clinical studies. *Musculoskeletal surgery*, 108(3), 275–288. <https://doi.org/10.1007/s12306-024-00827-z>
 11. Gupta, A., & Maffulli, N. (2024). Platelet Lysate and osteoarthritis of the knee: A review of current clinical evidence. *Pain and therapy*, 13(6), 1377–1386. <https://doi.org/10.1007/s40122-024-00661-y>
 12. Lo Presti, M., Costa, G. G., Agrò, G., Vasco, C., Boffa, A., Di Martino, A., Andriolo, L., Cenacchi, A., Zaffagnini, S., & Filardo, G. (2024). Platelet-rich plasma injections do not improve the recovery after Arthroscopic partial meniscectomy: A double-blind randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 52(13), 3198–3205. <https://doi.org/10.1177/03635465241283052>
 13. Utrilla, G. S., Degano, I. R., & D'Ambrosi, R. (2024). Efficacy of platelet-rich plasma in meniscal repair surgery: A systematic review of randomized controlled trials. *Journal of orthopaedics and traumatology*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s10195-024-00799-7>
 14. Yan, L., Zhou, L., Xie, D., Du, W., Chen, F., Yuan, Q., Tong, P., Shan, L., & Efferth, T. (2019). Chondroprotective effects of platelet lysate towards monoiodoacetate-induced arthritis by suppression of TNF- α -induced activation of NF- κ B pathway in chondrocytes. *Aging*, 11(9), 2797–2811. <https://doi.org/10.18632/aging.101952>
 15. Zhang, H., Li, D., Zheng, W., Hua, J., Chen, Z., Xu, W., Zhu, J., Wang, Y., Chen, X., Chen, H., Guo, L., Yuan, Q., Zhou, L., & Shan, L. (2025). Enhancing cartilage repair in osteoarthritis using platelet Lysates and Arthroscopic Microfracture. *Drug design, development and therapy*, 19, 3827–3843. <https://doi.org/10.2147/dddt.s502935>
 16. Pujol, N., Giordano, A. O., Wong, S. E., Beaufils, P., Monlaur, J. C., Arhos, E. K., Becker, R., Della Villa, F., Goodloe, J. B., Irrgang, J. J., Klugarova, J., Klosterman, E. L., Królikowska, A., Krych, A. J., LaPrade, R. F., Manske, R., Van Melick, N., Monson, J. K., Ostojic, M., ... Prill, R. (2025). The formal EU-US meniscus rehabilitation 2024 consensus: An ESSKA-AOSSM-AASPT initiative: Part I—Rehabilitation management after meniscus surgery (Meniscectomy, repair and reconstruction). *Orthopaedic journal of sports medicine*, 13(5). <https://doi.org/10.1177/23259671251343088>

Стаття надійшла до редакції 20.08.2026	Отримано після рецензування 23.06.2026	Прийнято до друку 28.06.2026
---	---	---------------------------------

CLINICAL EFFICACY OF AUTOLOGOUS PLATELET CRYOLYSATE IN POSTOPERATIVE REHABILITATION OF NON-COMBAT KNEE JOINT INJURIES IN MILITARY PERSONNEL

S. I. Gerasymenko ¹, A. S. Gerasymenko ¹, D. M. Poluliah ¹,
D. S. Yarosh ¹, O. V. Maiko ², O. M. Ivanova ¹

¹ «National Institute of Traumatology and Orthopedics of the NAMS of Ukraine», Kyiv. Ukraine

² NMU named after M. I. Pirogova, Vinnytsia. Ukraine

✉ Sergii Gerasymenko, MD, Prof.: kievorto3@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6378-1196>

✉ Andrii Gerasymenko, MD, DMSc.: corado734@gmail.com; <https://orcid.org/-0003-4895-499X>

✉ Dmytro Poluliakh, MD, PhD.: dmpoluliakh@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8895-6917>

✉ Dmytro Yarosh, MD: antiqa911@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-0456-4136>

✉ Olena Maiko, MD, PhD.: admission@vnmu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-6392-3289>

✉ Olena Ivanova.: scorpionn68@ukr.net, <https://orcid.org/0009-0006-7191-6931>