

УДК 616.72-007.24-036.88:615.825

**MODERN APPROACHES TO PREVENTION OF KNEE JOINT
CONTRACTURES IN WOUNDED MILITARY PERSONNEL: THE ROLE
OF PASSIVE AND ACTIVE EXERCISES**

**СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОФІЛАКТИКИ КОНТРАКТУР КОЛІННОГО
СУГЛОБА У ПОРАНЕНИХ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ: РОЛЬ ПАСИВНИХ ТА
АКТИВНИХ ВПРАВ**

Stepanova H.M. / Степанова Г.М.

c.biol.s., as.prof. / д.біол.н., доц.

ORCID: 0000-0003-2285-0543

Cherkasy Medical Academy,

Cherkasy, Khreshchatyk, 215, 18000

Черкаська медична академія,

Черкаси, Хрещатик, 215, 18000

Danko R.V. / Данько Р.В.

c.med.s., as. / к.мед.н.

ORCID: 0009-0007-2682-5915

Cherkasy Medical Academy,

Cherkasy, Khreshchatyk, 215, 18000

Черкаська медична академія,

Черкаси, Хрещатик, 215, 18000

Yevtushenko O.S. / Євтушенко О.С.

ORCID: 0009-0004-2139-9804

Cherkasy Medical Academy,

Cherkasy, Khreshchatyk, 215, 18000

Черкаська медична академія,

Черкаси, Хрещатик, 215, 18000

Kononenko A.R. / Кононенко А.Р.

ORCID: 0009-0005-3113-9798

Cherkasy Medical Academy,

Cherkasy, Khreshchatyk, 215, 18000

Черкаська медична академія,

Черкаси, Хрещатик, 215, 18000

Reva L.M. / Рева Л.М.

ORCID: 0009-0008-1770-9557

Cherkasy Medical Academy,

Cherkasy, Khreshchatyk, 215, 18000

Черкаська медична академія,

Черкаси, Хрещатик, 215, 18000

Анотація. У роботі розглядається проблема профілактики контрактур колінного суглоба у поранених військовослужбовців. Встановлено двофазний характер розвитку контрактури з трансформацією міогенного компонента в артрогенний протягом перших чотирьох тижнів іммобілізації. Систематизовано сучасні методи профілактики: рання мобілізація, безперервний пасивний рух, нейром'язова електростимуляція та комплексні програми вправ. Оптимальна ефективність досягається при виконанні вправ тривалістю 5-15 хвилин, 4-5 разів на тиждень, протягом понад 26 тижнів. Визначено комплементарну роль

пасивних і активних вправ у профілактиці контрактур з необхідністю індивідуалізованої комбінації вправ та раннього початку втручання.

Ключові слова: контрактура колінного суглоба, військовослужбовці, бойові поранення, фізична терапія, пасивні вправи, активні вправи, профілактика.

Abstract. The paper examines the problem of knee joint contracture prevention in wounded military personnel. A biphasic nature of contracture development with transformation of myogenic component into arthrogenic during the first four weeks of immobilization was established. Modern prevention methods are systematized: early mobilization, continuous passive motion, neuromuscular electrical stimulation, and comprehensive exercise programs. Optimal effectiveness is achieved with exercises lasting 5-15 minutes, 4-5 times per week, for over 26 weeks. The complementary role of passive and active exercises in contracture prevention with the necessity of individualized exercise combination and early intervention initiation was determined.

Key words: knee joint contracture, military personnel, combat injuries, physical therapy, passive exercises, active exercises, prevention.

Вступ.

Проблема профілактики контрактур колінного суглоба у військовослужбовців набула особливої актуальності в умовах сучасних збройних конфліктів і воєн. Дослідження показують, що військовослужбовці мають у п'ять разів вищий ризик розвитку остеоартриту колінного суглоба порівняно з цивільним населенням, а частота розвитку посттравматичного остеоартриту становить 9,6% [1]. Вчасна профілактика контрактур має велике значення для збереження функціональної спроможності поранених та можливості їх повернення до активної діяльності.

Мета роботи – систематизувати сучасні підходи до профілактики контрактур колінного суглоба у поранених військовослужбовців та визначити роль пасивних і активних вправ у попередженні їх розвитку.

Матеріали і методи. Проведено систематичний аналіз наукової літератури з використанням баз даних PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library за період 2000-2025 років. Критеріями включення були систематичні огляди, метааналізи, рандомізовані контрольовані дослідження, присвячені етіопатогенезу, класифікації та профілактиці контрактур колінного суглоба.

Результати та обговорення.

Розвиток контрактури проходить дві основні фази: початкову міогенну (м'язову) та наступну артрогенну (суглобову). Міогенна контрактура прогресує протягом перших двох тижнів іммобілізації, після чого трансформується в

артрогенну [2]. У довгостроковій перспективі артрогенний компонент стає переважаючим – структури суглоба поступово відповідають за обмеження руху від $12,6^\circ$ через два тижні до $51,4^\circ$ через 32 тижні імобілізації [3]. Ключовими патогенетичними механізмами є фіброз суглобової капсули з підвищенням профіброзних генів (TGF- β 1, колаген типів I та III), синовіальні адгезії та запальні процеси [2; 4].

За ступенем тяжкості контрактури згинання класифікують на легкі (до 15°), помірні ($15-30^\circ$) та тяжкі (понад 30°) [5]. Частота контрактур згинання у пацієнтів з остеоартритом колінного суглоба становить 32,4%, причому клінічні прояви мають дозозалежний характер та включають больовий синдром, порушення ходи, обмеження повсякденної активності [6]. Пацієнти з контрактурами мають підвищений ризик розвитку остеоартриту та потребують тотального ендопротезування (скоригований відносний ризик 1,37; 95% ДІ 1,10-1,71) [6].

Рання мобілізація є ключовим напрямком профілактики. Систематичні огляди демонструють, що рання мобілізація ефективно зменшує ризик розвитку м'язової слабкості, скорочує тривалість госпіталізації та покращує функціональні результати [7]. Пасивні та активні вправи на діапазон руху запобігають розвитку жорсткості суглобів та підтримують нормальну комплаєнтність періартикулярних м'язових тканин.

Безперервний пасивний рух (CPM) застосовується для пацієнтів, які не можуть виконувати активні вправи через больовий синдром. Дослідження 2025 року показали, що застосування CPM у пацієнтів на штучній вентиляції легень значно покращувало пасивний діапазон руху, збільшуючи дорсифлексію на $4,18^\circ$ порівняно з контрольною кінцівкою [8]. Пасивний рух сприяє відтоку крові та набрякової рідини від суглоба, що запобігає накопиченню інтерстиціальної рідини та розвитку фіброзу.

Нейром'язова електростимуляція (NMES) є ефективним засобом для попередження м'язової атрофії при тривалій імобілізації. У військовій популяції комбінація NMES з домашньою програмою вправ протягом дев'яти

тижнів забезпечувала значно кращі результати у відновленні сили згинання та розгинання колінного суглоба порівняно з програмою вправ без електростимуляції [9].

Метаналіз 2025 року підтвердив, що нейром'язові тренування, тренування сили кора, вправи на баланс та пропріоцептивні тренування можуть ефективно знижувати частоту травм колінного суглоба. Оптимальна ефективність досягається при виконанні вправ тривалістю 5-15 хвилин, 4-5 разів на тиждень, протягом періоду понад 26 тижнів [10].

Пасивні вправи забезпечують підтримання або збільшення рухливості суглобів, запобігання адаптивному вкороченню м'язів та укороченню капсули, зв'язок та сухожилків. Попри обмеженість високоякісних доказів, пасивні вправи залишаються клінічним стандартом у профілактиці контрактур, особливо у пацієнтів, які не можуть виконувати активні рухи [11]. Регулярні пасивні рухи запобігають формуванню спайок між м'язовими фасціями та підтримують синовіальний рух.

Активні вправи забезпечують не лише збереження рухливості суглобів, але й підтримання м'язової сили та функціональної спроможності. Дослідження показують переваги активних вправ у відновленні після хірургічних втручань на колінному суглобі. Важливою перевагою активних вправ є їх здатність одночасно впливати на м'язову силу, координацію та функціональну спроможність.

Клінічні рекомендації зазначають, що мінімум 2-3 години щоденного стояння або ходьби необхідні на додаток до пасивного розтягування для контролю формування контрактур. Програма пасивного розтягування повинна включати утримання кожної позиції на рахунок 15, з повторенням кожної вправи 10-15 разів протягом сесії. Для максимальної ефективності рекомендується комбінація пасивних і активних вправ як частина комплексного підходу з щоденним набором рухів, що включають усі суглоби.

Висновки.

Контрактури колінного суглоба у поранених військовослужбовців мають

двофазний розвиток (спочатку міогенна, потім артрогенна) протягом перших чотирьох тижнів іммобілізації. Ключовими патогенетичними механізмами є фіброз суглобової капсули, синовіальні адгезії та запальні процеси.

Частота контрактур згинання у пацієнтів з остеоартритом становить 32,4%, причому клінічні прояви мають дозозалежний характер та є фактором ризику прогресування дегенеративних змін суглоба.

Науково обґрунтовані методи профілактики включають ранню мобілізацію, безперервний пасивний рух (CPM), нейром'язову електростимуляцію (NMES) та мультимодальні програми вправ з оптимальним дозуванням 5-15 хвилин, 4-5 разів на тиждень, протягом понад 26 тижнів.

Пасивні та активні вправи відіграють комплементарні ролі у профілактиці контрактур. Ефективна профілактика вимагає індивідуалізованої комбінації вправ з тривалістю щонайменше 2-3 години щоденного навантаження, інтегрованих у комплексну програму реабілітації з раннім початком втручання.

Література:

1. Cameron K. L., Hsiao M. S., Owens B. D. et al. Incidence of physician-diagnosed osteoarthritis among active duty United States military service members. // *Arthritis & Rheumatism*. 2011. Vol. 63, No. 10. P. 2974–2982. DOI: 10.1002/art.30498
2. Zhou C. X., Wang F., Zhou Y. et al. Formation process of extension knee joint contracture following external immobilization in rats. // *World Journal of Orthopedics*. 2023. Vol. 14, No. 9. P. 669–681. DOI: 10.5312/wjo.v14.i9.669
3. Trudel G., Uthoff H. K. Contractures secondary to immobility: is the restriction articular or muscular? An experimental longitudinal study in the rat knee. // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2000. Vol. 81, No. 1. P. 6–13. DOI: 10.1016/s0003-9993(00)90213-2
4. Trudel G., Seki M., Uthoff H. K. Synovial adhesions are more important than pannus proliferation in the pathogenesis of knee joint contracture after immobilization: an experimental investigation in the rat. // *The Journal of Rheumatology*. 2000. Vol.

27, No. 2. P. 351–357.

5. Marfo K., Berend K., Lombardi A. Flexion contractures: A stepwise algorithmic approach. // *Seminars in Arthroplasty*. 2019. Vol. 29, No. 3. DOI: 10.1053/j.sart.2019.01.009

6. Campbell T. M., McGonagle D. Flexion contracture is a risk factor for knee osteoarthritis incidence, progression and earlier arthroplasty: Data from the Osteoarthritis Initiative. // *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2021. Vol. 64, No. 2. Article 101439. DOI: 10.1016/j.rehab.2020.09.005

7. Anekwe D. E., Biswas S., Bussi eres A., Spahija J. Early Rehabilitation Reduces the Likelihood of Developing Intensive Care Unit-Acquired Weakness: A Systematic Review and Meta-Analysis. // *Physiotherapy*. 2020. Vol. 107. P. 1–10. DOI: 10.1016/j.physio.2019.12.004

8. Lin C. C., Lin Y. J., Wang H. C., Hsu W. C. Continuous passive motion for prevention of ankle contracture and muscle loss in mechanically ventilated ICU patients. // *BMC Research Notes*. 2025. Vol. 18, No. 1. Article 409. DOI: 10.1186/s13104-025-07457-z

9. Talbot L. A., Solomon Z., Webb L. et al. Electrical Stimulation Therapies for Active Duty Military with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Trial. // *Military Medicine*. 2020. Vol. 185, No. 7–8. P. e963–e971. DOI: 10.1093/milmed/usaa037

10. Zheng G., Zeng S., Li T. et al. The effects of training intervention on the prevention of knee joint injuries: a systematic review and meta-analysis. // *Frontiers in Physiology*. 2025. Vol. 16. Article 1455055. DOI: 10.3389/fphys.2025.1455055

11. Prabhu R. K., Swaminathan N., Harvey L. A. Passive movements for the treatment and prevention of contractures. // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013. Issue 12. Article CD009331. DOI: 10.1002/14651858.CD009331.pub2

Тези вiдправлено: 24.11.2025 р.

  Степанова Г.М., Данько Р.В., Свтушенко О.С., Кононенко А.Р., Рева Л.М.