

APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN KINESITHERAPY IN RECOVERY OF TRAUMATIC INJURIES OF THE KNEE JOINT

Nora Taneva-Georgieva

Trakia University, Medical Faculty – Stara Zagora, Bulgaria, nora.taneva@trakia-uni.bg

Ruska Paskaleva

Trakia University, Medical Faculty – Stara Zagora, Bulgaria, ruska.paskaleva@trakia-uni.bg

Abstract: Kinesitherapy occupies an important place in the treatment of injuries in the area of the knee joint, the main task of which is to restore normal arthrokinematics and the supporting function of the limb. Despite the continuous updating of kinesitherapy programs, there is still no widespread application of innovative methods and technologies for the recovery of patients.

The aim of the current literature review is to present and analyze innovative methods and technologies applied in kinesitherapy to accelerate the recovery process in injuries to the knee joint.

The research methodology includes a systematic literature review (in the period 2010-2022) and extensive analysis of published scientific articles in specialized databases, electronic medical publications, scientific journals. A literature review was performed in the following databases: Web of science, Pub Med, Research Gate, Embase, Scopus, PEDro, Google Scholar. In the studied scientific literature, 1310 studies were found, referring to the application of kinesitherapeutic innovative methods for the recovery of injuries in the area of the knee joint. A Google Scholar search found 17,600 results regarding the use of kinesitherapy in knee arthroplasty.

Conclusions: The application of innovative technologies is not enough, which confirms the need to include them in kinesitherapy programs, improving the patient's quality of life and stimulating recovery processes.

Keywords: innovative technologies, kinesitherapy, knee joint, traumatic injuries.

ПРИЛАГАНЕ НА ИНОВАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ В КИНЕЗИТЕРАПИЯТА ПРИ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ТРАВМАТИЧНИ УВРЕДИ НА КОЛЯННА СТАВА

Нора Танева-Георгиева

Тракийски университет, Медицински факултет – Р. България, гр. Стара Загора,

nora.taneva@trakia-uni.bg

Руска Паскалева

Тракийски университет, Медицински факултет – Р. България, гр. Стара Загора,

ruska.paskaleva@trakia-uni.bg

Резюме: Кинезитерапията заема важно място при лечение на травмите в областта на колянна става, чиято основна задача е възстановяване на нормалната артрокинематика и опорната функция на крайника. Въпреки непрекъснатото актуализиране на кинезитерапевтичните програми все още не се наблюдава обширно прилагане на иновационни методи и технологии за възстановяване на пациентите.

Цел на настоящия литературен преглед е представяне и анализиране на иновационни методи и технологии прилагани в кинезитерапията за ускоряване на възстановителния процес при травми в областта на колянна става.

Методологията на проучването включва систематичен литературен обзор (в периода 2010 – 2022г.) и обширен анализ на публикувани научни статии в специализирани бази данни, електронни медицински издания, научни списания. Преглед на литературата е извършен в следните бази данни: Web of science, Pub Med, Research Gate, Embase, Scopus, PEDro, Google Scholar. В проучената научна литература са открити 1310 проучвания, отнасящи се за прилагане на кинезитерапевтични иновативни методики за възстановяване на травми областта на колянната става. Търсенето в Google Scholar открива 17 600 резултата, касаещи прилагане на кинезитерапия при ендопротезиране на колянната става.

Изводи: Приложението на иновативни технологии не е достатъчно, което потвърждава необходимостта от включването им в кинезитерапевтичните програми, подобряващи качеството на живот на пациента и стимулиращи възстановителните процеси.

Ключови думи: иновативни технологии, кинезитерапия, колянна става, травматични увреди.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Мекотъкните травми в областта на колянната става са едни от най-честите мускулно-скелетни наранявания при физически активните хора. Тези увреди нарушават механиката на ставата и опорната функция на долния крайник. Дългосрочните последици, които този тип травми крият са свързани с ранна поява на дегенеративни промени и трайна патологична походка.

Кинезитерапията заема важно място при възстановяването на пациентите и връщането им към предишните спортни дейности или пренасочване към друг вид спортна дейност с по-малък риск от повторни травми. Стандартната методика за рехабилитация включва прилагане на лечебен масаж (отточен или избиращ), пасивна и/или активна кинезитерапия, стречинг и мускулна релаксация за скъсените мускули, упражнения за възстановяване на равновесието и координацията, плиометрични упражнения, обучение в ходене с или без помощно средство, физикална терапия - електростимулации за слабите мускули и криотерапия. Подходът и подборът на средствата е строго индивидуален, съобразен с възрастта на пациента, индивидуалните му възможности и очаквания резултат. Цели се максимално бързо възстановяване на нормалната артрокинематика на коляното, адаптиране и връщане към предишните двигателни дейности и подобряване качеството на живот. Спазват се принципите за постепенно увеличаване на натоварването и системност на рехабилитационните процедури. Задачите, които изпълняват средствата на кинезитерапията са редукция на отока, болката, преодоляване на мускулния дисбаланс, борба с хипокинезията, увеличаване обема на движение в засегнатите стави и максимално възстановяване на цялостната функция на долния крайник. Правилно изграденият рехабилитационен алгоритъм осигурява повишена динамика на отделните възстановителни периоди и по-скорошно връщане към предишни спортни и професионални дейности.

Иновационните технологии и роботизираната рехабилитация имат все по-важна роля във възстановяването на пациенти с травми на ОДА, постигайки по-голяма функционална независимост на пациента. (Koch U., Petermann F., 2011) Осигурява се прецизно дозиране и увеличаване на обременяването върху заздравяващите структури, без риск от претоварване. Все още в кинезитерапевтичните програми липсват високотехнологични методи и средства за максимално бързо възстановяване на пациента. [7]

Цел на настоящия литературен преглед е представяне и анализиране на иновационни методи и технологии прилагани в кинезитерапията за ускоряване на възстановителния процес при травми в областта на колянна става.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Методологията на проучването включва систематичен литературен обзор (в периода 2010 – 2022г.) и обширен анализ на публикувани научни статии в специализирани бази данни, електронни медицински издания, научни списания. Преглед на литературата е извършен в следните бази данни: Web of science, Pub Med, Research Gate, Embase, Scopus, PEDro, Google Scholar. За целта на този систематичен преглед са избрани ключови публикации, имащи пряко отношение към засегнатия проблем.

В световен мащаб са разработени иновативни методи и технологии, които спомагат за съкращаване на възстановителния период, осигуряване на прецизно дозиране и изпълнение на кинезитерапевтичните средства, без риск от усложнения и повторни травми. Резултатите от търсенето им може да се разгледат според някои основни критерии – технологии насочени към редукция на болката и отока, подобряване на двигателния контрол, обема на движение и подобряване качеството на живота на пациента, чрез занимателни дейности, отвлечащи вниманието му от наличния двигателен дефицит и продължаваща домашна рехабилитация.

Иновационни технологии, благоприятно повлияващи болката и отока са разгледани в редица научни публикации. Авторите Aydoğdu On., et al. (2017) осъществяват едно от първите клинични изследвания за ефекта от прилагане на виртуална рехабилитация при руптури на предна кръстна връзка. Проучването е извършено чрез MarVAJED система, осигуряваща визуални и слухови стимули, насочени към обучение и контрол на ставата. Системата е разработена от катедрата по физиотерапия и рехабилитация към университет Мармага, Турция. Иновативното устройство позволява непрекъсната оценка на гониометрични и проприоцептивни отклонения по време на движение в колянната става. В системата са документирани статистически значими резултати, сочещи подобрене в проприорецепцията, увеличаване обема на движение, намаляване на болката и отока след прилагане на виртуалната рехабилитация. Потвърдена е тезата, че интегрирането на виртуалната рехабилитация във възстановителната програма на пациентите подобрява резултатите на кинезитерапията. Проучването отчита статистически значими резултати ($p < 0,05$), че интегрирането на виртуалната рехабилитация подобрява проприорецепцията, обема на движение, редуцира болката и отока на колянната става. [2]

Изследване, проведено в университет по медицински науки в Техеран от Hajouj E. et al. (2021) проучва иновативно проприоцептивно обучение във водна среда при прилагане на конвенционален протокол за ускорена рехабилитация. В проучването са включени 38 професионални или любители спортисти, при които е приложено оперативно лечение при руптура на ПКВ. На случаен принцип са разделени в две групи, при които са приложени еднакви рехабилитационни алгоритми, като за експерименталната група е включено и иновативно водно проприоцептивно обучение. Всички процедури са всекидневни със средна продължителност 45-60 мин. за период от шест седмици. Резултатите от проучването доказва, че прилагането на ускорената методика на рехабилитация заедно с проприоцептивното водно обучение води до подобряване на проприорецепцията, редуция на болката и възстановяване функцията на колянната става след реконструкция на предна кръстна връзка (ПКВ). [6]

Технологиите, подобряващи обема на движение в колянната става са насочени към разработването на иновативни ортопедични средства. Иновативна ортеза за колянна става е разработена в спортна клиника Villa Stuart, Италия от Rocchi J. et al. (2020), която подобрява походката в ранните етапи на възстановяване след реконструкция на ПКВ. Чрез нея се оказва съпротивление при движение в колянна става, което засилва флексорите още в ранните фази на възстановяването. Изследвани са две групи пациенти след артроскопска реконструкция на ПКВ. През първите 15 дни след оперативното лечение, половината от пациентите са носили стандартна, а останалите иновативна ортеза заключена на 0°. През следващите 15 дни, иновативната е с пълен обхват на движение. Рехабилитационните мероприятия са еднакви и при двете групи, включени в изследването. Резултатите от проучването установяват, че прилагане на иновативната става подобрява кинематиката на колянната става и походката още в ранния стадий на възстановяване. При експерименталната група се установява по-голям обем на движение по отношение на флексията с над 10°, както и по-добра симетрия, в сравнение с контролната група. [9]

Проведени са разработки, насочени към упражняване на домашна рехабилитация и добър двигателен контрол на долния крайник. В катедрата по компютърни науки в Brunel University, Великобритания, Bhachu L. et al. (2014) разработват мобилно приложение KneeCare в подкрепа на пациентите, които се нуждаят от продължително възстановяване след травми на колянна става. Приложението дава възможност за проследяване на оздравителния процес и контрол в домашни условия. Чрез него се съставят и прилагат физиотерапевтични упражнения, проследява се болката и усилията при изпълнението. Чрез визуални изображения се следи за точното изпълнение на движенията. Приложението е тествано от здравни специалисти и пациенти потвърдили положителния ефект използване на приложението в помощ на домашната рехабилитация. [4]

Друго проучване, проведено в Пакистан от Sadiq S. et al. (2022) подкрепя ползите и ефективността от приложението на домашна телерехабилитация, сравнена със стандартната методика на кинезитерапията при възстановяването на тези проблеми. Резултатите от проучването доказват статистически значими данни, че пациентите, резултатите при пациенти с проведена традиционна рехабилитация имат сходни постижения на пациентите, при които е използвана телерехабилитация. [10]

Yang Qiu et al. в болница в Сингапур създават Fun-Knee™ (2017) - игра, разработена за възстановяване на колянна става след тотална ендопротеза. Основната идея на играта е отвлечане вниманието на пациента от оплакванията, като осигурява динамично му участие. Целта е подобряване на лечебните резултати, чрез точно определени специфични движения. При влизане в играта от пациента се изисква да премине през няколко етапа, изискващи извършване на специфични движения, които спомагат първоначалната оценка на пациента и изчисляване на ъгъла на коляното. Чрез тази оценка се осигурява персонализиране на играта към съответните резултати. Играта е разработена на базата на риболов, който се осъществява посредством долния крайник, чрез изпълнение на специфични движения за достигане на крайната цел. Допълнително са включени движения за време, които да усложнят изискваните дейности. Разработката е положително оценена от 26 физиотерапевти по отношение на хардуерен и софтуерен дизайн, удобство при използване, ползи и ефективност. [12]

На Международната конференция за интелигентни работи и системи (IROS) в Канада са представени иновативни технологии за рехабилитация на колянната става чрез мек и надуваем екзокостюм за рехабилитация, разработен от авторски колектив (Sridar S., et al. 2017). Авторите представят иновацията, разработена на базата на термопластични полиуретанови материали и sEMG сензори. При здрави индивиди m. quadriceps femoris стабилизира колянната става и отговаря за екстензията по време на ходене. При травматични увреди, поради наличието на мускулна хипотрофия на четириглавия мускул се наблюдава загуба на контрол в разгъването на коляното и нарушаване на походката и развитие на патологични модели на ходене. Основната цел на иновативната технология е да подпомага движенията на пациента, чрез задвижващи механизми на колянната става. След обработване на резултатите е установено намаляване на

мускулната активност на m. rectus femoris със 7%, а останалите мускулни групи с по-малки проценти. Потвърждава се, че използването на екзокостюм по време на рехабилитация на колянната става се произвежда по-голяма изходна сила, чрез намаляване на мускулното усилие. [11]

Bell, K. et al. (2019) в Швейцария разработват преносима система за дистанционна рехабилитация, която да помага на пациентите за правилно изпълнение на кинезитерапията. Системата е изградена от безжични инерционни единици за измерване, интерактивно мобилно приложение и уеб портал. Разработката е тествана чрез приложението interACTION върху няколко участника, извършващи десет повторения на три упражнения за колянна става, в контролирана среда. Резултатите от проучването потвърждава потенциала на системата за измерване обема на движение по време на движение в колянното и визуална обратна връзка. Чрез използване на приложението е установено значително увеличаване обема на движение, което е водещо при изпълняване на кинезитерапевтичните упражнения. [3]

През 2020г. Jason Corban et al. правят систематичен преглед в научните бази данни PubMed, MEDLINE, Embase, Web of Science и SPORTDiscus относно прилагане на изкуствен интелект в рехабилитацията след руптура на предна кръстна връзка. Установява се, че изкуствения интелект все още е насочен предимно към диагностиката и публикациите, публикациите свързани с приложението му все още са незадоволителен брой. Резултатите доказват, че освен в диагностиката, изкуствения интелект има ключова роля за прогнозата относно риска за нараняване на предна кръстна връзка. От своя страна прогнозирането е ценен показател за оптималност при подбора на средствата за лечение и възстановяване след травматични увреди. [5]

При възстановяването на травматичните увреди на колянна става се използват и роботизирани системи за рехабилитация на долните крайници, при които се спазват основните принципи - индивидуален подход към пациента, имплементиране на игрови модели и обратна връзка. Роботизираните системи навлизат в рехабилитационната практика в редица специализирани болници за рехабилитация в България. Чрез тях се повлияват основните функции на долните крайници – опорна и локомоторна (Рибагин С., 2022). За възстановяването на локомоторните способности се използват различни системи - Luna EMG използва реактивна електромиография за обучение на сензомоторния кортекс. Движението на пациента е активно - въз основа на биоелектрични сигнали (ЕМГ), придобити от мускулите на пациента. Той е особено ефективен при пациенти с клинична слабост, което позволява активиране на по-голям брой двигателни единици по време на кинезитерапевтичното занимание. [1,8]

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на проведения систематичен преглед може да се заключи, че са проведени научни проучвания за ефективността и ползата от приложението на иновативни методи и технологии, прилагани комплексно със стандартните кинезитерапевтични средства, които обаче все още заемат твърде малък относителен дял. Откритите резултати касаят главно увреди на предна кръстна връзка. Не са намерени публикации засягащи други мекотъкани структури на колянната става. Публикуваните проучвания потвърждават ползата и ефективността на иновационните технологии, включени към стандартните средства кинезитерапията за възстановяване на травматични увреди в областта на коленния комплекс. Приложението на иновативни технологии все още не е широко интегрирано и резултатите от проведения до момента преглед не са задоволителни, което потвърждава необходимостта от бъдещо проучване на значението, ролята и възможностите за прилагането им в кинезитерапията.

ЛИТЕРАТУРА

- Рибагин, С. (2022) Телемедицина и Роботизирана рехабилитация. Монография. Флат, Бургас
- Aydoğdu, O., Z. Sari, U. Yurdalan, M. G. Polat, (2017) The effect of an innovative technology applied as virtual rehabilitation on clinical outcomes in anterior cruciate ligament injuri, CBU International Conference Proceedings 5:933
- Bell, K., C. Onyeukwu, M. McClincy, M. Allen, L. Bechard, A. Mukherjee, R. Hartman, C. Smith, A. Lynch, J. Irrgang (2019) Verification of a Portable Motion Tracking System for Remote Management of Physical Rehabilitation of the Knee. Sensors (Basel) Vol. 28; 19(5):1021
- Bhachu, L., L. Saldatova, I. Spasic, K. Button (2014) Mobile application KneeCare to support knee rehabilitation. Science and Information Conference (SAI) London, UK,
- Corban, J., J. Lorange, P. Martineau, C. Laverdiere, J. Khoury, G. Rachevsky, M. Burman, P. Martineau (2021) Artificial Intelligence in the Management of Anterior Cruciate Ligament Injuries. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 9 (7)

- Hajouj, E., M. Hadian, S. Mir, S. Telebian, S. Ghazi (2021) Effects of Innovative Aquatic Proprioceptive Training on Knee Proprioception in Athletes with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *The Archives of Bone and Joint Surgery*. 9(5) pp. 519-526
- Koch U., F. Petermann (2011) Innovations in medical rehabilitation. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*. Vol. 54, pp: 401–403
- Ribagin S., P. Raykov, R. Raykova. (2019) Mechanical design of an active elbow orthosis prototype. XXVIII MHTK „АДП-2019”, pp:171-174.
- Rocchi, J., L. Labanca, V. Luongo, L. Rum (2020) Innovative rehabilitative bracing with applied resistance improves walking pattern recovery in the early stages of rehabilitation after ACL reconstruction: a preliminary investigation. *BMC Musculoskelet Disord* 21:644
- Sadiq, S., A. Ahmad, A. Fatima (2020) Tele-rehabilitation versus Face To Face Rehabilitation after Knee Joint Replacement. *Pakistan journal of medicine and dentistry*, Vol. 9 (02) pp: 66-71
- Sridar, S., P. Nguyen, M. Zhu, P. Lam, P. Polygerinos, (2017) Development of a soft-inflatable exosuit for knee rehabilitation, *International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Vancouver, Canada, pp. 3722-3727
- Qiu, Y., K. Li, E. Neoh, H. Zhang, X. Khaw, X. Fan, C. Miao (2017) Fun-Knee™: A Novel Smart Knee Sleeve for Total-Knee-Replacement Rehabilitation with Gamification. *IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, Washington, pp. 1-8