

Волкова С.А.², Калінкін К.Л.^{1,2}, Калінкіна О.Д.^{1,2}

Використання пневматичної манжети у фізичній терапії: механізми дії та перспективи реабілітації пацієнтів із неврологічними та ортопедичними захворюваннями: аналітичний огляд наукових інформаційних джерел

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ, Україна

²Центр фізичної реабілітації «Фенікс», м. Київ, Україна

Volkova S.A.², Kalinkin K.L.^{1,2}, Kalinkina O.D.^{1,2}

The use of Blood-Flow Restriction in physical therapy: mechanisms of action and rehabilitation prospects for patients with neurological and orthopedic disorders: analytical review of scientific information sources

¹National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

²“Fenix” Physical Rehabilitation Center, Kyiv, Ukraine

kalinkin.pt@gmail.com

Вступ

Використання пневматичної манжети у фізичній терапії є перспективним підходом до реабілітації пацієнтів із неврологічними та ортопедичними захворюваннями [1]. Сучасні дослідження показують, що тренування з використанням пневматичної манжети з низьким навантаженням (20–30 % від одного максимального повторення) сприяє значній гіпертрофії м'язів і покращенню силових показників. Ця методика дає змогу створити умови, аналогічні високоінтенсивним вправам, але з меншим механічним навантаженням на суглобово-м'язову систему, що є особливо важливим для пацієнтів з обмеженою фізичною здатністю [2].

Пневматичні манжети використовують для оклюзії кровотоку до тренуваного сегмента тіла, що спричиняє метаболічний стрес, підвищення рівня анаболічних гормонів та активацію міогенних стовбурових клітин, сприяючи так адаптаційним процесам в організмі. Унаслідок цього відбувається підвищення ефективності тренувань, зменшення ризику травм і скорочення часу реабілітації [3].

Розширення застосування тренувань з використанням пневматичної манжети в клінічній практиці зумовлене дедалі більшою доказовою базою щодо її ефективності за таких патологій, як інсульт, хвороба Паркінсона, остеоартрит, а також після ортопедичних втручань, як-от реконструкція передньої хрестоподібної зв'язки [2; 4].

Попри значний прогрес у вивченні цього підходу, є певні питання щодо оптимальних параметрів застосування манжети, як-от рівень тиску, тривалість сесій та частота тренувань, що потребують подальших досліджень.

Мета дослідження – оцінити ефективність використання пневматичної манжети у фізичній терапії пацієнтів із неврологічними та ортопедичними захворюваннями.

Об'єкт і методи дослідження

Об'єктом дослідження є дані науково-методичної літератури, що висвітлює питання використання пневматичної манжети у фізичній терапії пацієнтів із неврологічними та ортопедичними захворюваннями.

У процесі дослідження проаналізовано науково-методичну літературу та інтернет-ресурси, синтезовано та узагальнено отриману інформацію. Проаналізовано 25 наукових інформаційних джерел закордонних авторів. Використано такі методи: бібліосемантичний, структурно-логічний аналіз.

Обробку даних здійснювали шляхом аналізу науково-методичної літератури та інтернет-ресурсів, синтезу та узагальнення отриманої інформації щодо особливостей використання пневматичної манжети у фізичній терапії пацієнтів із неврологічними та ортопедичними захворюваннями.

Результати дослідження та їх обговорення

Тренування з використанням пневматичної манжети – це техніка, яка поєднує вправи низької інтенсивності з локальною оклюзією кровопостачання до м'язу, який тренується. Ця техніка надає результати, подібні до високоінтенсивних силових тренувань. Деякий час тренування з використанням пневматичної манжети застосовували в спорті для досягнення гіпертрофії м'язів, техніка набуває популярності в клінічних умовах. Техніка передбачає застосування пневматичної

манжети, яка розміщується проксимально від м'яза, який тренується. Пневматичну манжету можна застосовувати для терапії верхньої та нижньої кінцівки. Для отримання локальної оклюзії кровопостачання необхідно накачати пневматичну манжету до визначеного тиску. Є різні методи визначення тиску в манжеті: стандартні показники 180 мм. рт. ст., тиск відносного систолічного артеріального тиску пацієнта, який перевищує 1,2–1,5 раза за систолічний, тиск відносний окружності стегна [1]. Для розуміння механізму дії пневматичної манжети на сегмент тіла людини необхідно розглянути фізіологічні процеси, які є наслідком такого впливу.

Метаболічний стрес. Під впливом механічного навантаження на м'яз зростає концентрація анаболічних гормонів та відбувається активація міогенних стовбурових клітин, що призводить до гіпертрофії м'язів [3].

Анаболізм м'язової тканини відбувається за таких умов: гіпоксія, набряк клітин, вивільнення гормонів, метаболічний стрес [4].

Активация міогенних стовбурових клітин. Міогенні стовбурові клітини розташовані між базальною пластинкою та плазматичною мембраною міоволокон. Стовбурові клітини активуються у відповідь на механічне пошкодження м'язів. Ці клітини відповідають як за відновлення пошкоджених м'язових волокон, так і за ріст нових волокон.

Вивільнення гормонів. Фізичні навантаження спричиняють значне підвищення гормону росту. Інсуліноподібний фактор та гормон росту відповідають за посилений синтез колагену після тренування. Гормон росту безпосередньо не викликає гіпертрофію м'язів, але він сприяє відновленню м'язів, чим потенційно сприяє процесу зміцнення м'язів [2].

Тренування з використанням пневматичної манжети призводить до механічного стиснення кровонесучих судин м'язів. Це спричиняє гіпоксичне середовище через зниження кисню до м'язів. У результаті гіпоксії активується гіпоксія-індукований фактор (HIF-1 α), що призводить до підвищення анаеробного метаболізму молочної кислоти та вироблення лактату [3]. При заповненні кров'ю м'яза відбувається набряк клітин. Набряк викликає анаболічна реакція, яка й призводить до гіпертрофії.

Метою тренування з використанням пневматичної манжети є імітація високоінтенсивних вправ шляхом відтворення гіпоксичного середовища за допомогою манжети [4].

Незважаючи на дедалі більшу кількість доказів впливу тренування з використанням пневматичної манжети на різні функції організму, його вплив на судинну систему є суперечливим [5]. Тренування повинні забезпечувати покращення результатів за умов меншого часу на виконання вправ і менших фізичних зусиль. Є велика кількість публікацій, які демонструють збільшення гіпертрофії та сили м'язів за допомогою вправ з опором у поєднанні з тренуванням з використанням пневматичної манжети. Численні систематичні

огляди та метааналізи проілюстрували ефективність цієї комбінації для збільшення сили скелетних м'язів [6]. Установлено, що гіпертрофія м'язів і силові показники досягнуті технікою тренування з використанням пневматичної манжети, як правило, є більш ефективними, ніж ті, що досягаються лише вправами із силою з низьким навантаженням [7]. Покращення силових показників спостерігаються протягом короткотривалого періоду на 2–10 день втручання. У разі регулярних тренувань з опором та низьким рівнем інтенсивності період збільшення м'язової сили довший та триває від трьох до восьми тижнів.

Для техніки тренування з використанням пневматичної манжети дозволено використовувати різні типи манжет: джгут, надувну манжету, еластичні пов'язки манжети для вимірювання артеріального тиску. Ширина манжети може бути вузькою або широкою відповідно до сфери застосування. Діапазон ширини для верхньої кінцівки становить 3–12 см, а для нижньої – 4,5–18,5 см [8].

Пацієнта просять виконувати терапевтичні вправи з опором із низькою інтенсивністю 20–30 % від одного максимального повторення з великою кількістю повторень на підхід 15–30 і короткими інтервалами відпочинку між підходами (30 секунд). Порівняно з традиційним силовим тренуванням, техніка тренування з використанням пневматичної манжети має характеристики низького навантаження та високої ефективності. Дослідження показали, що лише 20–30 % тренування з опором тренування з використанням пневматичної манжети з максимальним одним повторенням може дати такий самий рівень переваг, як тренування з високою інтенсивністю, тому тренування з використанням пневматичної манжети рекомендовано для груп населення, які потребують реабілітаційних втручання [9].

Умови експерименту вимагали від учасників виконувати вправу в тренажері «жим ногами» з низькоінтенсивним навантаженням (30 % 1ПМ) за схемою: чотири робочі підходи, де перший підхід 30 повторень, другий підхід 15 повторень, третій підхід 15 повторень, четвертий підхід 15 повторень (схема: 30–15–15–15 повторень). Інтервал відпочинку триває 30 секунд між підходами. Після кожної вправи учасники поверталися до лабораторії для тестування (24 години). Однак слід зазначити, що повторення, виконані «до відмови», також показали свою ефективність для індукції деяких нервово-м'язових адаптацій [10]. Тривалість інтервалу відпочинку між підходами коливається від 30 секунд до 2 хвилин, 1 хвилина та 1:30 хвилини є найпоширенішими періодами відпочинку. Під час відпочинку манжета залишається на сегменті тіла, створюючи тиск, та залишається під час усього тренування.

Під час виконання вправ з використанням пневматичної манжети може виникати дискомфорт. Пневматична манжета здимається в період відпочинку між підходами.

У цьому дослідженні зібрано дані застосування пневматичної манжети для осіб з різними розладами

стану здоров'я, зокрема для пацієнтів з неврологічними розладами, як-от: хвороба Паркінсона, інсульт, спино-мозкова травма, розсіяний склероз; ортопедичними проблемами, зокрема: остеоартрит, артроз, травми зв'язок та сухожилів, а також досвід застосування пневматичної манжети для спортсменів, для осіб похилого віку. Техніка тренування з використання пневматичної манжети є предметом суперечок. Не всі типи тренувань, особливо силові вправи з високим навантаженням, слід виконувати при ішемічній хворобі серця. Надмірне стиснення вен може спричинити підвищення венозного тиску. Це може пошкодити клапани вен і призвести до хронічної венозної недостатності [11]. Підвищення систолічного артеріального тиску під час і після виконання вправ з пневматичною манжетою викликає занепокоєння, оскільки це фактор ризику потенційних серцево-судинних побічних подій [12].

Дефіцит сили та маси чотириголового м'яза є поширеним явищем після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки [13].

Приблизно 30 % пацієнтів мають дефіцит сили квадрицепсів через 12 місяців після операції на передніх хрестоподібних зв'язках. Дефіцит маси чотириголового м'яза може досягати 30 % і зберігатися протягом багатьох років після реконструкції зв'язок [14].

Оклюзійний тиск коливався від 148 до 238 мм рт.ст., а ширина манжети – від 9 до 14 см. Тривалість втручання варіювалася від 11 днів до 14 тижнів, а навчальні сесії – від двох сеансів на тиждень до двох сеансів на день. Тренування з використанням пневматичної манжети використовували в поєднанні з вправами жим ногами з низьким навантаженням, розгинання ніг або підняття прямих ніг [15]. Силу чотириголового м'яза вимірювали перед операцією та через 9–16 тижнів після операції. Силу квадрицепса оцінювали у двох дослідженнях шляхом вимірювання RM, ізокінетичного скорочення при 60°/с, ізокінетичного скорочення при 150°/с, ізокінетичного скорочення при 180°/с, ізокінетичного скорочення при 300°/с або ізометричного скорочення при 60° згинанні коліна. Основним завданням у реабілітації після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки є оптимізація м'язової сили за мінімізації механічного навантаження на колінний суглоб [16]. Отже, полегшення болю може бути результатом низьких зовнішніх навантажень та ефектів гіпоалгезії тренування з використанням пневматичної манжети порівняно з традиційним силовим тренуванням [17].

Більшість досліджень техніки тренування з використанням пневматичної манжети навчання зосереджена на здорових популяціях [18]. Обсерваційні дослідження проведені серед пацієнтів з неврологічними захворюваннями, як-от: хвороба Паркінсона, гостре порушення мозкового кровообігу, розсіяний склероз.

Програма тренувань з використанням пневматичної манжети зможе покращити м'язову силу, рівновагу та ходьбу в людей із розсіяним склерозом. Толерантність до фізичних навантажень у пацієнтів із розсіяним склерозом може бути обмеженою, а відновлення

довготривалим. Традиційні програми тренувань можуть бути складними, оскільки вони можуть спричинити збільшення відчутної втоми. Тренування з використанням пневматичної манжети допоможе збільшити силу, не підвищуючи втоми.

Знижена інтенсивність тренування може мати обмежене підвищення температури тіла, спричинене фізичними вправами. Використання тренування з пневматичною манжетою забезпечити адекватну терапевтичну дозу зі зниженими витратами енергії та зміною температури, які б спостерігалися за традиційної програми [19].

У дослідженні, проведеному за участю пацієнтів із міопатією, захворювання також пов'язане зі зниженням м'язової сили, як і у випадку з неврологічними розладами, протокол тренування з пневматичною манжетою не покращив об'єктивної фізичної функції, але мав профілактичний ефект вплив на силу м'язів ніг. Результати проведеного метааналізу, здійсненого закордонними дослідниками, показали, що спостерігалось покращення м'язової сили нижніх кінцівок у літніх людей, коли тренування низької інтенсивності поєднувалися з тренуванням з пневматичною манжетою. Крім того, ці автори прокоментували, що тривалість тренування може бути важливою регулювальною змінною для позитивного впливу на м'язову силу, оскільки їх результати показали, що приріст силових показників, досягнутий за допомогою методики тренування, коли розвиток тривав понад 10 тижнів, близький до того, якому сприяло високоінтенсивне тренування. Навіть значно краще, якщо навчання триває 16 тижнів. Статті в нашому огляді мали середню тривалість 6 тижнів, і, можливо, це могло вплинути на відсутність покращення м'язової сили. У будь-якому разі сила буде змінною величиною, яку варто враховувати при неврологічних проблемах. Ураховуючи механізм легкого навантаження, який використовують у методиці тренування із застосуванням пневматичної манжети, його можна використовувати в реабілітації без підвищеного рівня навантаження на суглоби та серцево-судинного ризику, пов'язаного з тренуванням із важким навантаженням. Крім того, тренування з використанням пневматичної манжети демонструє багатообіцяльні з погляду підвищення функції та якості життя. Щодо силових тренувань, то виявлено, що вони сприяли втомі, функціональній здатності та якості життя при розсіяному склерозі [20], автори вивчали тренування з використанням пневматичної манжети за цієї патології, хоча слід зазначити, що це супроводжувалося аеробними вправами, а не силовими тренуваннями. Інші автори визначили ефективний вплив тренування з використанням пневматичної манжети із силовими тренуваннями з низьким навантаженням, їх добре переносять пацієнти з розсіяним склерозом, вимагаючи менших м'язових зусиль, і це не завдає болю порівняно з тренуваннями з високим навантаженням. В одних випадках використання пневматичної манжети супроводжувалося аеробними вправами,

в інших – силовими чи електростимуляцією. Що стосується останньої терапії, також є дані в зарубіжній літературі, які підкреслюють збільшення розміру скелетних м'язів, а також сили зап'ястя та функції кисті в людей із травмами спинного мозку [21].

В іншому дослідженні гіпертрофія м'язів також була індукована, коли тренування з використанням пневматичної манжети поєднувалися з тренуванням повільної ходьби. Крім того, ці автори стверджували, що одним із можливих механізмів, який може викликати це, може бути інсуліноподібний фактор росту типу I (IGF-I), гормон росту (GH) та інші міогенні регуляторні фактори [22].

Деякі дослідження показали, що тиск у манжеті за 40 % тиску артеріальної оклюзії є достатнім для ефективної гострої м'язової відповіді. Однак вищий тиск може посилити біль, що може знизити прихильність в основі досліджень, внесених до цього огляду, виявляється, що терапія з використанням пневматичної манжети, здається, є корисною при неврологічних розладах без побічних ефектів [23]. Виявлено покращення сенсомоторної функції, симетрії частоти та довжини кроку, сприйнятого навантаження, частоти серцевих скорочень та швидкості ходи, витривалості під час ходьби, втоми, якості життя, гіпертрофії м'язів [24]. Не виявлено жодних покращень балансу. Слід також зазначити, тренування з використанням пневматичної манжети не досліджували як окремий метод терапії, оскільки його завжди тестували в поєднанні з іншими методами фізичної терапії [25].

Абсолютними протипоказаннями є: пацієнти з порушенням системи кровообігу, функціонування нирок, ожирінням, цукровим діабетом, кальцифікацією артерій, серповидно-клітинною ознакою, артеріальною гіпертензією. Потенційними протипоказаннями, які

варто враховувати, є венозна тромбоемболія, ураження периферичних судин, анемія, запальні процеси та рани кінцівок, лімфаденектомія, онкологічні захворювання, ацидоз, відкритий перелом, судинні трансплантати з підвищеним внутрішньочерепним тиском [9].

Тренування з використанням пневматичної манжети є безпечним і пов'язане зі значним покращенням м'язової сили та покращенням функції м'язів у пацієнтів з ішемічною хворобою серця, а також кожні вісім тижнів тренувань з використанням пневматичної манжети можуть значно стабілізувати систолічний та діастолічний артеріальний тиск.

Перспективи подальших досліджень

Перспективи подальших досліджень убагаємо в апробації в клінічних умовах зазначених стратегій втручання з використанням пневматичної манжети у фізичній терапії для пацієнтів із неврологічними та ортопедичними захворюваннями.

Висновки

Використання пневматичної манжети у фізичній терапії є ефективним методом реабілітації пацієнтів із неврологічними та ортопедичними захворюваннями. Техніка сприяє збільшенню м'язової маси, сили та витривалості за значного зменшення механічного навантаження на суглоби та серцево-судинну систему. Аналіз представлених у науковій літературі результатів досліджень указує на те, що тренування з пневматичною манжетою можуть бути безпечними та ефективними для пацієнтів з обмеженими фізичними можливостями, як-от хворі на розсіяний склероз, пацієнти після інсульту, остеоартриту та інших патологій.

Література

1. Loenneke JP, Kim D, Fahs CA, Thiebaud RS, Abe T, Larson RD, Bembien DA, Bembien MG. The influence of exercise load with and without different levels of blood flow restriction on acute changes in muscle thickness and lactate. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2017;37(6):734–740. doi:10.1111/cpf.12367.
2. de Freitas MC, Gerosa-Neto J, Zanchi NE, Lira FS, Rossi FE. Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: practical applications. *World J Methodol*. 2017 Jun 26;7(2):46.
3. Bonniieu A, Carnac G, Vernus B. Myostatin in the pathophysiology of skeletal muscle. *Current genomics*. 2007 Nov 1;8(7):415–22.
4. Sato Y. The History and Future of KAATSU Training. *Int. J. KAATSU Train. Res*. 2005;1:1–5. doi: 10.3806/ijkr.1.1.
5. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Loenneke JP, Naimo MA. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013 Nov 1;27(11):3068–75.
6. Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin FC, Conceição MS, Damas F, Libardi CA, Roschel H. Magnitude of muscle strength and mass adaptations between high-load resistance training versus low-load resistance training associated with blood-flow restriction: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2018;48(2):361–378. doi:10.1007/s40279-017-0795-y.
7. Damas F, Phillips SM, Lixandrão ME, Vechin FC, Libardi CA, Roschel H, Tricoli V, Ugrinowitsch C. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(1):49–56. doi:10.1007/s00421-015-3243-4.
8. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. Blood flow restriction exercise position stand: considerations of methodology, application, and safety. *Front Physiol*. 2019;10:1–15. doi:10.3389/fphys.2019.00533.
9. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2019;49(1):95–108. doi:10.1007/s40279-018-0994-1.
10. Sieljacks P, Degen R, Hollaender K, Wernbom M, Vissing K. Non-failure blood flow restricted exercise induces similar muscle adaptations and less discomfort than failure protocols. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;29(2):336–347. doi:10.1111/sms.13346.

11. Santler B, Goerge T. Chronic venous insufficiency—a review of pathophysiology, diagnosis, and treatment. *JDDG J Ger Soc Dermatol*. 2017;15(5):538–556. doi:10.1111/ddg.13242.
12. Hughes L, Patterson SD, Haddad F, Rosenblatt B, Gissane C, McCarthy D, Clarke T, Ferris G, Dawes J, Paton B. Examination of the comfort and pain experienced with blood flow restriction training during post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: a UK national health service trial. *Phys Ther Sport*. 2019 Sep;39:90-98. doi: 10.1016/j.ptsp.2019.06.014.
13. Lorenz D. Blood flow restriction: cause for optimism, but let's not abandon the fundamentals. *Int J Sports Phys Ther*. 2021;16(5):962–967. doi:10.26603/001c.23725.
14. Janssen RPA, van Melick N, van Mourik JBA, Reijman M, van Rhijn LW. ACL reconstruction with hamstring tendon autograft and accelerated brace-free rehabilitation: a systematic review of clinical outcomes. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2018 Apr;4(1):e000301. doi: 10.1136/bmjsem-2017-000301.
15. Hughes L, Rosenblatt B, Haddad F, Gissane C, McCarthy D, Clarke T, Ferris G, Dawes J, Paton B, Patterson SD. Comparing the effectiveness of blood flow restriction and traditional heavy load resistance training in the post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: a UK national health service randomised controlled trial. *Sports Med*. 2019 Jul 12;49(11):1787-1805. doi: 10.1007/s40279-019-01137-2.
16. Ithurburn MP, Altenburger AR, Thomas S, Hewett TE, Paterno MV, Schmitt LC. Young athletes after ACL reconstruction with quadriceps strength asymmetry at the time of return-to-sport demonstrate decreased knee function 1 year later. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(2):426-433. doi:10.1007/s00167-017-4600-1.
17. Loenneke JP, Kim D, Fahs CA, Thiebaud RS, Abe T, Larson RD, Bembien DA, Bembien MG. Effects of exercise with and without different degrees of blood flow restriction on torque and muscle activation. *Muscle Nerve*. 2015;51(5):713-21. doi: 10.1002/mus.24448.
18. Soligon SD, Lixandrão ME, Biazon TMPC, Angleri V, Roschel H, Libardi CA. Lower occlusion pressure during resistance exercise with blood-flow restriction promotes lower pain and perception of exercise compared to higher occlusion pressure when the total training volume is equalized. *Physiol Int*. 2018;105(3):276-84. doi: 10.1556/2060.105.2018.3.18.
19. Birchmeier T, Lisee C, Kane K, Brazier B, Triplett A, Kuenze C. Quadriceps muscle size following ACL injury and reconstruction: a systematic review. *J Orthop Res*. 2020;38(3):598-608. doi:10.1002/jor.24489.
20. Cohen ET, Cleffi N, Ingersoll M, Karparkin HI. Blood-Flow Restriction Training for a Person with Primary Progressive Multiple Sclerosis: A Case Report. *Phys Ther*. 2021;101(3):pzaa224. doi:10.1093/ptj/pzaa224.
21. Jørgensen AN, Jensen KY, Nielsen JL, Frandsen U, Hvid LG, Bjørnshauge M, Diederichsen LP, Aagaard P. Effects of blood-flow restricted resistance training on mechanical muscle function and thigh lean mass in SIBM patients. *Scand J Med Sci Sports*. 2022;32:359-371. doi:10.1111/sms.14079.
22. Mun D-J, Park J-C. Effect of strength training combined with blood flow restriction exercise on leg muscle thickness in children with cerebral palsy. *PNF Mov*. 2021;19:441-449. doi:10.21598/JKPNFA.2021.19.3.441
23. Vinolo-Gil MJ, Rodríguez-Huguet M, Martín-Vega FJ, García-Munoz C, Lagares-Franco C, García-Campanario I. Effectiveness of Blood Flow Restriction in Neurological Disorders: A Systematic Review. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(12):2407. doi:10.3390/healthcare10122407. PMID: 36553931; PMCID: PMC9778162.
24. Gonzalez Usigli HA. Distonía—Enfermedades cerebrales, medulares y nerviosas—Manual Merck versión para el público general [Internet]. [cited 2022 Sep 19]. Available from: <https://www.merckmanuals.com>
25. Vinolo-Gil MJ, Rodríguez-Huguet M, Martín-Vega FJ, García-Munoz C, Lagares-Franco C, García-Campanario I. Effectiveness of Blood Flow Restriction in Neurological Disorders: A Systematic Review. *Healthcare (Basel)*. 2022 Nov 30;10(12):2407. doi:10.3390/healthcare10122407. PMID: 36553931; PMCID: PMC9778162.

Мета: оцінка ефективності використання пневматичної манжети у фізичній терапії пацієнтів із неврологічними та ортопедичними захворюваннями.

Матеріали й методи дослідження. Аналіз науково-методичної літератури та інтернет ресурсів, синтез й узагальнення отриманої інформації з питання застосування пневматичної манжети в процесі фізичної терапії пацієнтів із неврологічними та ортопедичними захворюваннями. Використано такі методи: бібліосемантичний, структурно-логічного аналізу.

Результати. Процес фізичної терапії із використанням пневматичної манжети сприяє значному покращенню м'язової сили, витривалості та функціонального стану пацієнтів. Дослідження продемонстрували значну м'язову гіпертрофію за низького навантаження, що робить методику безпечною для осіб з обмеженими фізичними можливостями. Пацієнти з інсультом, хворобою Паркінсона та розсіяним склерозом відзначили покращення координації, балансу та ходьби. В ортопедичних пацієнтів спостерігається зменшення больового синдрому, збільшення амплітуди активних рухів та відновлення функціонального стану пацієнтів. Методика тренування з пневматичною манжетою активує механізми метаболічного стресу, сприяє виділенню анаболічних гормонів, як-от гормон росту та інсуліноподібний фактор росту, а також стимулює міогенні стовбурові клітини, що пришвидшує регенерацію тканин. Використання методики дає змогу зменшити навантаження на суглоби та серцево-судинну систему, що робить процес фізичної терапії більш безпечним й ефективним для широкого кола пацієнтів.

Висновки. Використання пневматичної манжети є ефективною стратегією в процесі реабілітації, що дає змогу досягати значного покращення фізичних показників за мінімального ризику для пацієнтів. Додаткові дослідження необхідні для оптимізації протоколів застосування пневматичної манжети у фізичній терапії для пацієнтів із неврологічними та ортопедичними захворюваннями.

Ключові слова: пневматична манжета, фізична терапія, нейрореабілітація, ортопедія.

Purpose: To evaluate the effectiveness of using Blood-Flow Restriction in physical therapy for patients with neurological and orthopedic conditions.

Materials and Methods: Analysis of scientific and methodological literature and internet resources, synthesis, and generalization of the obtained information on the application of a pneumatic cuff in the process of physical therapy for patients with neurological and orthopedic conditions. The following methods were used: bibliosemantic method and structural-logical analysis method.

Results: The process of physical therapy using Blood-Flow Restriction significantly improves muscle strength, endurance, and functional status of patients. Studies have demonstrated significant muscle hypertrophy with low-intensity loads, making the method safe for individuals with limited physical abilities. Patients with stroke, Parkinson's disease, and multiple sclerosis reported improvements in coordination, balance, and gait. Orthopedic patients experienced a reduction in pain syndrome, an increase in active range of motion, and restoration of functional status. Training with Blood-Flow Restriction activates mechanisms of metabolic stress, promotes the release of anabolic hormones such as growth hormone and insulin-like growth factor, and stimulates myogenic stem cells, accelerating tissue regeneration. The use of this technique reduces the load on the joints and cardiovascular system, making physical therapy safer and more effective for a wide range of patients. **Conclusions:** The use of Blood-Flow Restriction is an effective rehabilitation strategy that enables significant improvement in physical parameters with minimal risk to patients. Further research is needed to optimize application protocols for Blood-Flow Restriction use in physical therapy for patients with neurological and orthopedic conditions.

Key words: Blood-Flow Restriction, physical therapy, neurorehabilitation, orthopedics.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflict of interest: absent.

Відомості про авторів

Волкова Софія Андріївна – магістр фізичної терапії; фізичний терапевт центру фізичної реабілітації «Фенікс»; просп. Героїв Небесної Сотні, 18/1, с. Софіївська Борщагівка, Київська область, Україна, 08205. sofiiavolkova3@icloud.com, ORCID ID 0009-0002-7941-1955.

Калінкін Костянтин Львович – кандидат наук з фізичного виховання та спорту, викладач кафедри фізичної терапії та ерготерапії Національного університету фізичного виховання та спорту; вул. Фізкультури, 1, м. Київ, Україна, 03150.

kalinkin.pt@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-0668-2906.

Калінкіна Олександра Денисівна – кандидат наук з фізичного виховання та спорту, викладач кафедри фізичної терапії та ерготерапії Національного університету фізичного виховання та спорту; вул. Фізкультури, 1, м. Київ, Україна, 03150.

kalinkina.pt@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-4453-375X.

Стаття надійшла до редакції 28.01.2025

Дата першого рішення 04.02.2025

Стаття подана до друку 25.02.2025