

DOI 10.36074/logos-12.11.2021.v3.22

ПОТЕНЦІЙНІ ВИГОДИ ПНЕВМОКОМПРЕСІЙНОЇ ТЕРАПІЇ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ COVID-19

ORCID ID: 0000-0002-0841-1504

Зайцев Дмитро Валерійович

старший викладач

кафедри медицини праці, психофізіології та медичної екології

Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика

ORCID ID: 0000-0002-0875-462X

Василюк-Зайцева Світлана Вікторівна

інженер кафедри молекулярної фізики

Київський національний університет ім. Т.Г. Шевченка

УКРАЇНА

Вступ. Відповідно до іноземної практики переміжна пневматична компресія нижніх кінцівок застосовується в Україні з метою тромбопрофілактики у хворих на COVID-19 [1]. Оскільки навіть активний період COVID-19 не є протипоказанням для пневмокомпресійної терапії, доцільно брати до уваги досвід її широкого застосування в медичній реабілітації. Серед очікуваної користі:

- у осіб з групи ризику та осіб з постковідним синдромом - ліквідація набряків (зменшення серцево-судинного навантаження, полегшення місцевого транспорту лейкоцитів та антитіл, фармацевтичних препаратів); корекція наслідків хронічної гіподинамії або фізичних перенавантажень (відновлення аеробного метаболізму); зменшення наслідків стресу (прискорення процесів відновлення, компенсації, репарації).

- У осіб з COVID-19 - додатково компенсація ішемічних порушень (корекція гемодинамічної та гемічної гіпоксії, елемент попередження пролежнів); профілактика флеботромбозу, симптоматична терапія.

Будь-який апарат для переміжної пневматичної компресії (об'ємного пневмопресингу, пресотерапії), зокрема й не сертифікований в Україні як виріб медичного призначення, може бути використаний для реалізації цих рекомендацій, якщо за його допомогою можна відтворити рекомендовані параметри впливу. За потреби один апарат може працювати одночасно з двома пацієнтами. Для цього деякі виробники передбачають можливість підключення кількох пневмоманжет до одного апарата шляхом розгалуження пневматичних трубок. При цьому слід визначити втрати робочого тиску шляхом тимчасового під'єднання манометра до пневматичної системи. Втрати в межах 10% можна вважати допустимими. Дезінфекція апаратів має проводитись згідно з інструкціями виробника. Як правило, поверхні апаратів можуть оброблятися ультрафіолетовим опроміненням, а також мильними та спиртовими розчинами, за умови запобігання потрапляння рідин всередину електронної та пневматичної частин пристрою. Пневматичні елементи деяких апаратів розраховані на індивідуальне використання. Можлива додаткова ізоляція поверхонь апарата водонепроникними плівками з наступною обробкою чи заміною лише цих чохлів. До визначення обмежень та протипоказань, специфічних для COVID-19, рекомендовано спиратись на рекомендації міжнародної групи експертів з компресійної терапії [2], рекомендації виробника конкретного пневмокомпресійного пристрою та локальні обставини і умови надання медичної допомоги.

Корекція дихальної недостатності. Пневмопресинг описаний як додатковий засіб в комплексній реабілітації пацієнтів з пневмоконіозами, хронічною бронхообструктивною патологією (зокрема у фазі загострення). У стані спокою його однократне застосування викликає зростання венозного повернення та хвилинного об'єму крові, підвищення перфузії малого кола кровообігу [3], підвищення PO_2 артеріальної крові [4], сприяє розрідженню та виведенню мокротиння та суб'єктивному полегшенню дихання. Є позитивний досвід застосування пневмопресингу в роботі з пацієнтами з хронічною неспецифічною пневмонією. Частіше пневмокомпресійну терапію застосовують за методикою тромбопрофілактики, наприклад, у пацієнтів з серцевосудинними захворюваннями в разі розвитку гострої респіраторної інфекції [5]. В умовах стаціонарної, амбулаторної допомоги та медичної реабілітації пневматична компресія при запаленні легеневої паренхіми застосовується від початку полегшення (припинення) лихоманки. Можливе короткочасне посилення симптомів, зокрема, дихальної недостатності (перші хвилини), інтоксикації (перші години), кашлю (кілька днів). За відсутності декомпенсованої серцевої недостатності пневмокомпресійна терапія не посилює набряк легень.

Безпека застосування пневмопресингу в умовах гіперцитокінемії та гострого респіраторного дистрес-синдрому потребує спеціального вивчення. Передбачуваність стану пацієнта впродовж доби є вирішальним фактором у прийнятті рішення про допустимість проведення пневмопресингу пацієнту з COVID-19.

Початково процедури можуть виконуватись за методикою, типовою для тромбопрофілактики. Можливе скорочення процедур (але не менше 20 хв), тривалість надуву 1-2 с, тиск 40-50 мм рт.ст., тривалість паузи 2-4 с. При хорошій переносимості можливе проведення також процедур вздовж спини (особливо у маломобільних пацієнтів як елемент попередження пролежнів) з тими ж налаштуваннями, напрямок руху пневматичної хвилі від голови до стегон і поперемінно у зворотньому напрямку. Загальна тривалість процедур складає 40-60 хв щоденно.

Корекція інтоксикаційного синдрому. Серед практичних лікарів, які застосовують пневмопресинг, поширена думка про те, що процедури неспецифічно зменшують прояви інтоксикаційного синдрому. Невідомі клінічні дослідження, спеціально присвячені визначенню порівняльної клінічної значущості дезінтоксикаційного ефекту пневмокомпресійної терапії. Окремі дані дозволяють опосередковано обґрунтувати можливість дезінтоксикаційного ефекту та пояснити ймовірний механізм. Зокрема, відомо, що процедури пневмопресингу можуть вести до окиснення проміжних метаболітів [6]; підвищення проникності біологічних мембран; прискорення руху лімфи [7] і збільшення об'єму лімфатичного відтоку; активації сечоутворення [8]. Ряд досліджень за участю спортсменів показав, що короткотривалі метаболічні зміни незначні і, можливо, залежать від методики пневмопресингу. Окрема процедура в перерві між фізичними навантаженнями збільшувала вміст лактату в плазмі (автори не виключили можливість посиленого виведення лактату з м'язів) [9]; навпаки, близьке за дизайном дослідження виявило не значуще зниження лактату [10]; третє близьке за дизайном дослідження, де пневмокомпресія була поєднана з гіпотермією, показало зниження лактату одразу після терапії на 62%, однак подібний ефект дала гіпотермія без компресії [11]. Більш докладне дослідження з анаеробним навантаженням продемонструвало значиме зниження концентрації лактату після

пневмокомпресійного втручання порівняно з плацебо [6]. Водночас дослідження демонструють суттєве прискорення процесів репаративної регенерації сухожилів, кісткової тканини та шкіри. Ці явища опосередковано підтверджують можливість, принаймні, локального прискорення дезінтоксикаційних процесів. Ці непрямі доводи можливої користі застосування пневмопресингу доцільно взяти до уваги в період реабілітації, при стабільному стані пацієнтів.

Початково процедури можуть виконуватись за методикою тромбoproфілактики. При добрій переносимості можливе збільшення пневмомеханічного навантаження (тривалість надуву довільна, тиск 40-50 мм рт.ст., напрямок руху пневматичної хвилі від пальців до тулуба), достатнім є проведення процедур на нижніх кінцівках, тривалістю 40-60 хв щоденно або через день.

Корекція розладів адаптації. Процедура може бути рекомендована медичним працівникам (особам в групі ризику зараження), які мають можливість отримувати процедури за місцем роботи; особам, яким призначено реабілітацію у зв'язку з віддаленими наслідками коронавірусної інфекції. Метою терапії є попередження порушень адаптації в умовах постійних фізичних та психоемоційних перенавантажень, корекція станів передхвороби та клінічно виражених дезадаптованих, симптоматична терапія постковідного синдрому.

Уявлення про дію пневмопресингу ґрунтується на спостереженнях явищ м'язевого розслаблення, рефлекторного гальмування вищих відділів центральної нервової системи (сонливість, релаксація), нормалізації тону симпатичного і парасимпатичного відділів автономної нервової системи. У підтримці адаптаційно-компенсаторних реакцій мають роль локальна (зони підвищеного навантаження: ноги, спина) та загальна корекція кровообігу та прискорення обміну речовин.

Вивчення можливостей пневмопресингу при десинхронозних розладах та втомі при тривалому перебуванні в екстремальних умовах показало зниження систолічного артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, покращення даних ЕКГ, а також суб'єктивні зміни у вигляді покращення загального самопочуття та емоційного фону, припинення головного болю, появу бажання рухової діяльності [12].

Ряд спостережень був зроблений при залученні пневмопресингу в комплекс реабілітаційних заходів для військовослужбовців - учасників АТО/ООС. Було показано, що деякі режими пневмопресингу, зокрема, в ділянці спини, рефлекторно сприяють розвитку загальної релаксації, парасимпатикотонії, та активують систему пропріорецепції, сприяють зменшенню серцевого навантаження (передусім нормалізують артеріальний тиск), зростанню активності регуляторних, зокрема нейрогуморальних систем і зменшенню їхньої напруженості [13]. Упродовж комплексної реабілітації спостерігаються ознаки активних адаптаційних процесів та розвиток компенсації функціонального стану. Оскільки адаптаційні зміни найінтенсивніші в період 3-7 доби від початку курсу, тривалість лікування пневмопресингом при дезадаптазах має становити 7-10 діб [14].

Відоме застосування пневмопресингу в програмі медичної реабілітації хворих після перенесеної інфекції COVID-19 з супутньою патологією центральної нервової системи [15].

У малому дослідженні суб'єктивної самооцінки якості нічного сну під час курсу пневмопресингу у пацієнтів з хронічними неінфекційними захворюваннями було відмічено тенденцію до зростання фактичної тривалості сну та підвищення

загальної якості сну. Покращення відзначались за такими симптомами, як самопочуття після ранкового пробудження, відчуття розбитості, недосипання при ранковому пробудженні, глибина сну, денна сонливість, денна перевтома, психоемоційне збудження або прийом стимуляторів перед сном.

Вплив пневмопресингу на імунну систему потребує подальшого вивчення. Вважається, що пневмопресинг інгібує ексудативну фазу запалення та, ймовірно, прискорює транспорт медіаторів запалення, лейкоцитів та імуноглобулінів [16]. Процедура пневмопресингу підвищує тканинну оксигенацію [17], інгібує експресію CYR61 та CTGF [18], підвищує експресію MCP-1, CXCL1 та VEGF [19], а також впливає на деякі плазматичні маркери запалення [20], Akt-mTOR сигнальний каскад [21] і не впливає на С-реактивний протеїн [22]. При травматичному запаленні курс ОП збільшує локальну присутність сенсорного нейропептиду, пептиду, зв'язаного с геном кальцитонину (CGRP), та субстанції P, які не тільки прозапальні, але і стимулюють проліферацію [23].

Для адаптаційної терапії достатньо виконання процедури пневмопресингу спини й обох ніг. У випадку дефіциту часу можна, починаючи з другої процедури, обмежитись якоюсь однією локалізацією (ноги чи спина), обравши її з урахуванням відчуттів пацієнта. В будь-якому разі загальний сеанс має тривати не менше 15 хв, оптимально 25-40 хв. Тривалість надуву від 1 до 10 с (оптимально 1-2 с), максимальний тиск 50-60 мм рт. ст., тривалість сдуву довільна. Напрямок руху пневмохвилі: на кінцівках від пальців до кульшових суглобів, для спини поперемінно від шиї (голови) до стегон і в зворотній бік, а за схильності до гіпертензії чи підвищеної збудливості - тільки від голови до стегон. На курс необхідно 7-11 процедур, бажано щоденних.

Список використаних джерел:

- [1] Про затвердження протоколу «Надання медичної допомоги для лікування коронавірусної хвороби (COVID-19)» (Наказ МОЗ України). № 762. (2020). Вилучено з <https://moz.gov.ua/article/ministry-mandates/nakaz-moz-ukraini-vid-2042020--762-pro-zatverdzhennja-protokolu-nadannja-medichnoi-dopomogi-dlja-likuvannja-koronavirusnoi-hvorobi-covid-19>.
- [2] Rabe, E., Partsch, H., Morrison, N., Meissner, M. H., Mosti, G., Lattimer, C. R., ... Hirsch, T. (2020). Risks and contraindications of medical compression treatment - A critical reappraisal. An international consensus statement. *Phlebology*, 35(7), 447-460. <https://doi.org/10.1177/0268355520909066>
- [3] Moady, G., Bickel, A., Shturman, A., Khader, M. & Atar, S. (2019). The safety and hemodynamic effects of pneumatic sleeves in patients with severe left ventricular dysfunction. *Isr Med Assoc J*, (21), 649-652.
- [4] Kwak, H. J., Lee, D., Lee, Y. W., Yu, G. Y., Shinn, H. K., & Kim, J. Y. (2011). The intermittent sequential compression device on the lower extremities attenuates the decrease in regional cerebral oxygen saturation during sitting position under sevoflurane anesthesia. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, 23(1), 1-5. <https://doi.org/10.1097/ana.0b013e3181e97a5e>
- [5] Горелов, А. В., Плоскирева, А. А., Руженцова, Т. А., Семенов, Т. А., Ойноткинова, О. Ш., Воевода, М. И., ... Кукушкин, С. К. (2020). Ведение пациентов с острыми респираторными инфекциями на фоне хронической сердечно-сосудистой патологии. Клинические рекомендации 2020. *Академия медицины и спорта*, 1(1), 45-85. <https://doi.org/10.15829/2712-7567-2020-1-45-85>
- [6] Martin, J. S., Friedenreich Z.D., Borges A.R. & Roberts M.D. (2015). Acute effects of peristaltic pneumatic compression on repeated anaerobic exercise performance and blood lactate clearance. *J Strength Cond Res*, 29(10), 2900-2906. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000928>
- [7] Kitayama, Sh., Maegawa, J., Matsubara, Sh., Kobayashi, Sh., Mikami, T., Hiroto, K. & Kagimoto, Sh. (2017). Real-time direct evidence of the superficial lymphatic drainage effect of intermittent pneumatic compression treatment for lower limb lymphedema. *Lymphatic Research and Biology*, 15(1), 77-86. <https://doi.org/10.1089/lrb.2016.0031>
- [8] Bickel, A., Loberant, N., Bersudsky, M., Goldfeld, M., Ivry, Sh., Herskovits, M., Eitan, A. (2007). Overcoming reduced hepatic and renal perfusion caused by positive-pressure pneumoperitoneum. *Arch Surg*, 142(2), 119-124. <https://doi.org/10.1001/archsurg.142.2.119>

- [9] Marcello, R. T., Fortini, L. & Greer, B. K. (2019). Intermittent pneumatic compression boot use elevates blood lactate during subsequent exercise. *Int J Exerc Sci*, 12(2), 385-392.
- [10] Overmayer, R. G. & Driller, M. W. (2018). Pneumatic compression fails to improve performance recovery in trained cyclists. *Int J Sports Physiol Perform*, 13(4), 490-495. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0207>
- [11] Chan, Y. Y., Yim, Y. M., Bercades, D., Cheng, T. T., Ngo, K. L. & Lo, K. K. (2016). Comparison of different cryotherapy recovery methods in elite junior cyclists. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*, (5), 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.asmart.2016.06.001>
- [12] Моїсеєнко, Є. В. (2006). Психофізіологічний супровід антарктичних експедицій. *Методичні рекомендації*. Київ.
- [13] Зайцев, Д. В., Кальниш, В. В. & Пишнов, Г. Ю. (2017). Ефективність застосування методу об'ємного пневмопресингу під час реабілітації учасників антитерористичної операції. *Український журнал з проблем медицини праці*, (2), 46-54. <https://doi.org/10.33573/ujoh2017.02.046>
- [14] Зайцев, Д. В. (2019). Особливості динаміки функціонального стану комбатантів з наслідками бойового стресу за показниками варіабельності серцевого ритму впродовж курсу комплексної реабілітації. *Український журнал з проблем медицини праці*, 15(2), 152-161. <https://doi.org/10.33573/ujoh2019.02.152>
- [15] Ефименко, Н. В., Кайсинова, А. С., Тер-Акопов, Г. Н., Семухин, А. Н., Великанов, Д. И., Ходасевич, Л. С., ... Месропян, С. К. (2020). Медицинская реабилитация на курорте больных, перенесших новую коронавирусную инфекцию (2019-nCoV). *Курортная медицина*, (2), 4-13.
- [16] Chase, J. E. (2017). *The impact of a single intermittent pneumatic compression bout on performance, inflammatory markers, and myoglobin in football athletes* (a thesis ... for the degree of Master of Science). University of Manitoba. Winnipeg, Canada.
- [17] Chohan, A., Abram, S., Parkes, A., Haworth, L. & Whitaker, J. C. (2020). Examination of a new mobile intermittent pneumatic compression device in healthy adults. *J Wound Care*, 29(6), 370-374. <https://doi.org/10.12968/jowc.2020.29.6.370>
- [18] Sheldon, R. D., Roseguini, B. T., Thyfault, J. P., Crist, B. D., Laughlin, M. H. & Newcomer, S. C. (2012). Acute impact of intermittent pneumatic leg compression frequency on limb hemodynamics, vascular function, and skeletal muscle gene expression in humans. *J Appl Physiol*, 112(12), 2099-2109. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00042.2012>
- [19] Roseguini, B. T., Arce-Esquivel, A. A., Newcomer, S. C. & Laughlin, M. H. (2011). Impact of a single session of intermittent pneumatic leg compressions on skeletal muscle and isolated artery gene expression in rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 301(6), R1658-R1668. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00457.2011>
- [20] Tessari, M., Tisato, V., Rimondi, E., Zamboni, P. & Malagoni, A. M. (2018). Effects of intermittent pneumatic compression treatment on clinical outcomes and biochemical markers in patients at low mobility with lower limb edema. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*, 6(4), 500-510. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2018.01.019>
- [21] Martin, J. S., Kephart, W. C., Mobley, C. B., Wilson, T. J., Goodlett, M. D. & Roberts, M. D. (2017). A single 60-min bout of peristaltic pulse external pneumatic compression transiently upregulates phosphorylated ribosomal protein s6. *Clin Physiol Funct Imaging*, 37(6), 602-609. <https://doi.org/10.1111/cpf.12343>
- [22] Draper, S. N., Kullman, E. L., Sparks, K. E., Little, K. & Thoman, J. (2020). Effects of intermittent pneumatic compression on delayed onset muscle soreness (DOMS) in long distance runners. *Int J Exerc Sci*, 13(2), 75-86.
- [23] Dahl, J., Li, J., Bring, D. K., Renström, P. & Ackermann, P. W. (2007). Intermittent pneumatic compression enhances neurovascular ingrowth and tissue proliferation during connective tissue healing: a study in the rat. *J Orthop Res*, (25), 1185-1192.