

4. Мищенко В.С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте: монография / В.С. Мищенко, Е.Н. Лысенко, В.В. Виноградов – Киев: Науковий світ, 2007. – 351 с
5. Платонов В.Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение / В. Н. Платонов. – К.: Олимп. лит. –2013. – 624 с
6. Флерчук В. В. Орієнтація спортсменів на різні змагальні дистанції на етапі спеціалізованої базової підготовки (на прикладі веслування на каное) / Флерчук Віктор Вікторович. Автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук з фізичного виховання і спорту. 24.00.01 – Олімпійський і професійний спорт. – Львів, 2010. –21 с.
7. Bailey S.J. Fast-start strategy improves VO₂ kinetics and high-intensity exercise performance / Bailey S.J., Vanhatalo A., DiMenna F.J., Wilkerson D.P., Jones A.M. // Med Sci Sports Exerc. 2011; 43:457-467.
8. Bazzucchi I. Cardiorespiratory and electromyographic responses to ergometer and on-water rowing in elite rowers / I. Bazzucchi, P. Sbriccoli, A. Nicolò, A. Passerini, F. Quinzi, F. Felici, M. Sacchetti // Eur J Appl Physiol –2013, 113 (5): 1271-1277
9. Hao Wu Effects of Respiratory Muscle Training on the Aerobic Capacity and Hormones of Elite Rowers before Olympic Games / Hao Wu; Xing, Huang; Bing, Li Jian // Medicine & Science in Sports & Exercise. 2010; 42(5): 695.
10. Lacour J.R. Physiological correlates of performance. Case study of a world-class rower / J.R. Lacour, L. Messonnier, M. Bourdin // Eur. J. Appl. Physiol., 2009. - 106(3) : 407–413.
11. Pool D.B. Critical Power: An Important Fatigue Threshold in Exercise Physiology / David C. Poole, Mark Burnley, Anni Vanhatalo, Harry B. Rossiter, Andrew M. Jones // Medicine & Science in Sports & Exercise. Nov 2016; 48 (11):2320–2334,
12. Shepard Roy J. Science and medicine of rowing: A review. Journal of Sport Science, 1998, 16, 603-620.
13. Tomiak T. Effect of moderate and high intensity training sessions on cardiopulmonary chemosensitivity and time-based characteristics of response in high performance rowers/ Tomasz Tomiak, Viktor Mishchenko, Elena Lusenko, Andrej Diachenko, Adam Korol // Baltic journal of health and physical activity. Gdansk University of Physical Education and Sport in Gdansk. –Vol. 6, No. 3, 2014. P. – 218-228.

Вихляев Ю.М., Пеценко Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА МЕТОДИК ЕЛЕКТРОМАСАЖУ І ЕЛЕКТРОСТИМУЛЮВАННЯ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ФІЗИОТЕРАПІЇ

Розглянуті різні варіанти методик електромасажу і електростимулювання у сумісному поєднанні з електрофорезом та виконанням фізичних вправ. Для надання фізіотерапевтичних впливів необхідні спеціальні пристосування – м'які розчин поглинаючі електроди, пересувні валики, що використовують для електромасажу поверхні тіла або для спеціалізованого впливу на подошовну поверхню стопи з метою зміцнення зв'язочно-м'язово-суглобних структур стопи і гомілки. Ці способи мають своє нішу застосування, так як варіантів ушкоджень, травм, або переломів тих чи інших сегментів тільки опорно-рухового апарату безліч, а кожен з них відповідно має свою, найбільш ефективну методику відновлення.

Ключові слова: електромасаж, електростимулювання, електрофорез, відновна дія.

Вихляев Ю.Н., Пеценко Н.И. «Сравнительная оценка использования методик электромассажа и электростимуляции в физиотерапии». Ручной массаж не всегда является оптимальным методом по различным причинам, например, травмы, в частности, травмы суставов, где необходимо восстановить трофику ткани. Однако механическое давление на поврежденную часть тела является неприемлемым. Кроме того, необходимо устранить болезненные ощущения в поврежденных сегментах тела. В таких случаях возможно применение электромассажа, электростимуляции та електрофорезу. Рассмотрены различные варианты методик электромассажа и электростимуляции в совместном сочетании с электрофорезом и выполнением физических упражнений. Электрические импульсы вырабатывает генератор, например, электростимулятор «Миоритм». Импульсы через гибкие проводники и токоприемники попадают на поверхность электродов. Для выполнения электрофореза необходим раствор лечебных ингредиентов, которые смачивают электроды. Во время электростимуляции ионы лечебных ингредиентов сквозь кожу человека попадают в подкожный слой и далее в мышечные ткани. Для оказания физиотерапевтических воздействий необходимы специальные приспособления - мягкие раствор поглощающие электроды, передвижные валики, используемые для электромассажа поверхности тела или для специализированного воздействия на подошвенную поверхность стопы с целью укрепления связочно-мышечно-суставных структур стопы и голени. Эти способы имеют свои нишу применения, так как вариантов повреждений, травм или переломов тех или иных сегментов только опорно-двигательного аппарата множество, а каждый из них соответственно имеет свою, наиболее эффективную методику восстановления. Проведенные исследования показали действенность разработанных средств для электромассажа, электростимуляции и электрофореза мышечно-суставных структур человека.

Ключевые слова: электромассаж, электростимуляция, электрофорез, восстановительное воздействие.

Vykhliaiev Yu.M., Pecenko N.I. "Comparative evaluation of the use of electro massage and electrostimulation techniques in physiotherapy." Manual massage is not always an optimal method for various reasons, for example, injuries, in particular joint injuries, where it is necessary to restore trophic of the tissue. However, mechanical pressure on the injured part of the

body is unacceptable. Also, it is necessary to eliminate painful sensations in the damaged segments of the body. Various variants of electro massage and electrostimulation techniques are discussed in combination with electrophoresis and physical exercises. Electrical impulses produce a generator, for example, an electrostimulator "Miorhythm". Pulses through flexible conductors and current collectors fall on the surface of the electrodes. To perform electrophoresis, you need a solution of medicinal ingredients that moisten the electrodes. During electrostimulation, ions of medicinal ingredients through the human skin enter the subcutaneous layer and then into the muscle tissue. These devices are used for electromassage of the body surface or for specialized effects on the plantar surface of the foot to strengthen the joint-muscular articular structures of the foot and shin. These methods have their niche applications, since the variants of injuries, injuries or fractures of those or other segments of the musculoskeletal system are numerous, and each of them accordingly has its own, most effective recovery technique. The conducted researches showed the effectiveness of the developed means for electro-massage, electrostimulation and electrophoresis of the musculo-articular structures of a person.

Key words: electromassage, electrostimulation, electrophoresis, restorative action.

Постановка проблеми та аналіз літератури. Одним з дієвих засобів фізичної реабілітації є масаж. Техніки і методики застосування ручного масажу детально описані в різних підручниках і методичних посібниках, тому ми не будемо на них зупинятися [1, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17].

Не завжди ручний масаж є оптимальним засобом з різних причин, наприклад, це травми, особливо суглобів, де необхідно відновлювати трофіку тканин, але механічне надавлювання травмованої частини тіла неприйнятне, це і необхідність усунення болю в ушкоджених сегментах, тощо. В таких випадках можливе застосування електромасажу, електростимулювання та електрофорезу [2, 3, 4, 5, 7, 9].

За результатами досліджень багатьох авторів при застосуванні електростимулювання відбувається збільшення енергетичного потенціалу м'язів і усього організму, підвищення активності ферментних систем в тканинах та органах тіла. Це підсилює окислювальні процеси і підвищує стійкість м'язів до втоми. Крім того збільшується наявність глікогену в м'язах. В електростимульованому м'язі вміст молочної кислоти (вона викликає відчуття м'язового болю після інтенсивних навантажень) не збільшується зовсім або ж трохи збільшується, в той час як робота такої ж інтенсивності викликає в м'язах іншої кінцівки (що не стимулюється) різке збільшення складу цієї речовини. Таким чином, електростимулювання запобігає накопиченню молочної кислоти. Після сеансів електростимулювання в м'язах підвищується аеробне окислення. Електростимулювання викликає збільшення рівня кальцію, натрію, заліза і міоглобіну, який передає кисень безпосередньо працюючим тканинам, і депонує його в м'язах. Інтенсивне навантаження викликає значний розпад АТФ (аденозинтрифосфорної кислоти). При такому ж навантаженні в попередньо стимульованому м'язі зміст АТФ більш значний, так як створюються сприятливі умови для ресинтезу АТФ [5, 7, 8, 9].

На жаль, методики застосування електромасажу, в особливості із сумісним наданням електрофорезу, недостатньо розроблені і майже не описані в спеціальних джерелах, що спонукало нас провести експериментальні дослідження у цьому напрямку.

Робота виконана згідно зі затвердженою тематикою науково-дослідних робіт Факультету біомедичної інженерії Національного технічного університету України «КПІ імені Ігоря Сікорського» за № 0117 У 002933 «Розробка технологій фізичної терапії та технічних засобів їх здійснення»

Мета роботи - розробити варіанти методики електромасажу та електростимулювання сумісно з електрофорезом, прийнятні для застосування у фізіотерапії.

Методика дослідження – а) конструкторська розробка пристосувань, що дозволяють сумісно, тобто одночасно виконувати електромасаж, електростимулювання і електрофорез шкірних і м'язових структур людини; б) експериментальна перевірка дослідних взірців з метою покращення ефективності застосування варіантів методик електромасажу, електростимулювання та електрофорезу ушкоджених сегментів органів та опорно-рухового апарату людини.

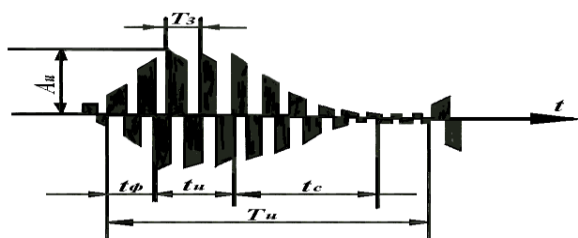
Дослідження проведені на базі лабораторії фізичної реабілітації кафедри біобезпеки і здоров'я людини Національного технічного університету України «КПІ імені Ігоря Сікорського»

Обговорення результатів дослідження. Нами були розроблені пристосування для масажу, а саме: а) електроди розміром 40-120 x 20-30 мм, товщиною 4-8 мм, для основи яких було використано спінений поліетилен, на який наклеєний губоподібний матеріал, що всмоктує водний розчин з лікувальними речовинами; б) валик для здійснення електромасажу, на який фіксується електрод з м'якого губкоподібного матеріалу, між електродом і тілом валика було розміщено струмоприймач з розклепаного мідного дроту, який було скручено у скрутку, що оберталась навколо вісі (міцна стальна катанка) разом з тілом валика, а вісь була вигнута у вигляді цифри сім, на протилежний кінець якої була насунута пластмасова ручка, причому к вісі у місці вигину був зафіксований мідний гнучкий провідник, що було приєднано до генератора електричного струму (міоелектростимулятор «Міоритм»). Другий електрод було зафіксовано на тілі пацієнта нерухомо. Таким чином, терапевт, тримаючи за ручку пристрій, переміщує його по поверхні тіла пацієнта, одночасно стимулюючи шкіро-м'язові структури тіла, наприклад, сплини пацієнта [2, 5]. Інший варіант цього пристосування містить два валика, кожний з яких слугує пересувним електродом [5]. Також ми задіяли спрощений варіант пристрою для зміцнення зводів стопи, що уявляє собою конусоподібний валик, по бокам якого прикріплені котки, а на валик натягнуто електрод, інший електрод фіксується на поверхні гомілки. Генерація електроімпульсів здійснюється електростимулятором. [4]

Серед існуючих електростимуляторів вітчизняного виробництва найбільш ефективним за якістю вихідних сигналів та добром режимів електромасажу і електростимулювання, є електростимулятор «Міоритм»

Наводимо його технічні характеристики. Вихідні стимулюючі імпульси (СІ) являють собою регульовані за амплітудою симетричні біполярні імпульси керованої частоти заповнення, модульовані за трапецеїдальним законом з експонентною формою фронту і спаду. Форма СІ представлена на рис. 1, де: Аи – амплітуда СІ; Тз – період проходження

імпульсів заповнення; T_i – період проходження СІ; T_c – тривалість зрізу СІ; t_i – тривалість імпульсу.



Фіг.1

Фіг.2а,

Рис. 1. Вихідні стимулюючі модульовані імпульси: Фіг.1 форма імпульсів за трапецеїдальним законом; Фіг.2а – режим безперервної генерації; Фіг.2б – режим амплітудної модуляції (за В.Ю. Давиденко) [5].



а

б



Стимулятор забезпечує роботу в режимі безперервної генерації (рис.1, 2а) і в режимі амплітудної модуляції (рис.1, 2б). Електричні імпульси спеціальної форми проходять по тканинах тіла, які знаходяться між накладеними електродами. Виникає подразнення, яке призводить до скорочення нервово-м'язових структур, що сприяє зменшенню жирових відкладень, утворенню нових м'язових волокон і збільшенню діаметра старих м'язових волокон, тобто зміцненню м'язового корсета і підвищенню силових якостей м'язів, а також поліпшенню трофіки тканин, тургору шкіри і м'язів. При радикулітах, радикулоневритах, подразнення електричними імпульсами периферичних нервів активізує механізми гальмування болісної чутливості (більш ефективно сумісне застосування електростимулювання і електрофорезу, наприклад, з розчином новокаїну). Проведені нами дослідження показали, що при проведенні електромасажу та електростимулювання, (якщо потрібно, їх можна проводити сумісно з електрофорезом або виконанням фізичних вправ), можна виділити наступні їх різновиди і способи застосування: Спосіб 1. Електромасаж, в якому використовують два електроди, що зафіксовані м'якими гумовими джгутами з боків ураженої ділянки. Слабкий електрострум біляпорогової величини у безперервному режимі, або більш сильний потік електроімпульсів у модульованому режимі, що вже буде носити ознаки електростимулювання, де джерелом струму є генератор електроімпульсів, наприклад, міоелектростимулятор «Міоритм». Хворий при наданні слабких електроімпульсів відчуває приємне поколювання-лоскотання у місці травмованого сегменту опорно-рухового апарату або того чи іншого органу людини. Якщо режим електростимулювання модульований, переривчастий, а сила струму достатня, м'яз, що стимулюється цими електроімпульсами, починає скорочуватися. Мета застосування може бути різною, наприклад, відновлення м'язових груп або підвищення їх силових якостей, відновлення суглобів [2, 4, 5]. Спосіб 2. Електромасаж з використанням пересувних електродів. Перший варіант цього способу є більш простий, коли пересувається по тілу один електрод, що зафіксовано на валику з можливістю обертання навколо своєї осі, а інший зафіксовано на іншому секторі тіла людини. Перевага цього варіанту у тім, що з його допомогою можна стимулювати як великі м'язові групи з відносно великими розмірами електроду, а відповідно і валика, так і невеличкі за розміром або важко доступні сегменти тіла в залежності від завдань або площі ураженого сегменту. Також, до переваг можна віднести можливість масувати відносно болючі сегменти, наприклад, ніжним дотиком пересувного електроду та відносно локальною дією вздовж ураженого ребра [5, 2].

Другий варіант потребує пристрою у вигляді двох валиків, на яких зафіксовані розчин поглинаючі електроди, що об'єднані в одну пересувну пару (устрій містить загальну раму, на якій обертаються два валика), що переміщується вручну по тілу людини, а між електродами під час їх синхронного переміщення утворюється масажна дія струму. Особливістю варіанту є необхідність масування доступної та відносно великої площі тіла людини, наприклад спини або стегон, хоча масажна дія електроструму є локальною і охоплює лише поверхню тіла між двома електродами [5].

Спосіб 3. Наприклад, у пристрої відновлення деформацій стопи використовують вправу сгинання-розгинання кінцівок в кульшових, колінних та гомілкових суглобах, коли стопа ковзає по поверхні валика, на який насунений електрод, а по бокам до валика прикріплені котки, що не дають валику контактувати з підлогою (в гігієнічних цілях), тобто цей електрод виконує роль пересувного, другий електрод фіксують гумовими джгутами на гомілці, причому переставлення другого електроду на інше сектори гомілки (тобто на інші м'язи) змінює характер скорочення тих чи інших структур стопи. Перевагою цього варіанту масажу є сумісна дія фізичної вправи разом з електростимулюванням (масажем), що охоплюють зв'язочно-м'язово-суглобні структури стопи та гомілки (підшовну поверхню стопи та м'язи гомілки) [3]. Спосіб 4. Електромасаж або електростимулювання застосовують на нижніх структурах обличчя і шиї у косметичних або відновних цілях. Для цього використовують спеціальну маску з прозорого матеріалу, наприклад, гуми, латексу. Одягають її на обличчя і скрізь неї визначають проблемні зони та форму електродів, що малюють на ній фломастером, після чого маску вивертають, клеять на неї м'які, розчин поглинаючі електроди згідно топографії і малюють ослаблених зон обличчя. Після чого маску знову вивертають і одягають на обличчя і шию пацієнта. Попередньо електроди зволожують розчином лікувальних речовин для електрофорезу і сумісно з електростимулюванням (електромасажем), починають стимулювати одночасно всі проблемні зони, причому для кожної зони величина струму підбирається окремо. В перший раз необхідно затратити час на всі підготовчі дії, на другий сеанс маска вже готова і чекає на свого пацієнта [4].

Спосіб 5. Електросон. Використовують два електроди зі лобно-шийним розташуванням. Використання методики

електромасажу допомагає перевести пацієнта в стан сну, що сприяє його відновленню після напружених розумових і фізичних навантажень [2]. Можливі і інші варіанти електромасажу і електростимулювання, але ми надаємо саме ті способи, які ми використовували в своїх дослідженнях і які довели свою ефективність. Оскільки, ми часто використовуємо поняття електромасаж і електростимулювання, нам необхідно визначитись у цих поняттях. Електромасажем визнається дія електроімпульсів на тіло людини з біляпороговою амплітудою, (тобто силою подразнення), у безперервному режимі, тоді як електростимулювання передбачає струм збільшеної амплітуди, причому, як правило, використовується поперемінний режим, коли дія струму (посилка) переривається і настає пауза, що задається електростимулятором, причому співвідношення і тривалість терміну дії посылки і паузи можна змінювати за допомогою відповідної кнопки керування міоелектростимулятора. Під час масажу використовують слабкий електрострум біляпорогової величини у безперервному режимі, який виконується без механічного надавлювання легким торканням пересувного або станційна зафіксованого зволоженого, м'якого, губкоподібного електрода. Якщо електрод зволожити розчином лікувальних речовин, то іони цих речовин будуть проникати скрізь шкіру людини і ми одержимо додатково дію електрофорезу. При використанні більш сильного потоку електроімпульсів у модульованому режимі (щоб перейти на цей режим, достатньо переключити кнопку керування пристроєм), застосована фізіотерапевтична дія вже буде носити ознаки електростимулювання, де в обох випадках джерелом струму є генератор електроімпульсів, наприклад, міоелектростимулятор «Міоритм».

У фізичній реабілітації масаж і електростимулювання можна застосувати для: а) відновлення тканин і суглобів після травм, розтягнень або запалень (без порушень цілісності тканин); б) відновлення працездатності м'язів і суглобів після великих навантажень; в) відновлення і зрощування кісток (через 3-4 тижня після перелому чи ушкодження цілісності кісток); г) нормалізації жирового обміну; д) відновлення психофізичного стану пацієнтів методом електросну після виснажливих розумових та фізичних навантажень; є) підвищення максимальної сили і силової витривалості, як з нарощуванням маси і рельєфу м'язів, так і без підвищення їх маси. Протипоказання. Електромасаж і електростимулювання не рекомендується проводити при наступних хворобах: гемофілія, епілепсія, різні форми пухлин, важкі форми гіпертонії, хвороби шкіри в активній формі, свіжі кровотечі порожнин і тканин, розсіяний склероз у фазі загострення, розриви м'язів і зв'язок, у 3-4-тижневий період відразу після переломів кісток. Протипоказано стимулювати голосові зв'язки та нервові волокна, що їх іннервують, осіб з імплантованим кардіостимулятором. В деяких випадках є індивідуальне несприймання електричних імпульсів (підвищена чутливість шкіри), тощо. Проведені нами дослідження дієвості застосування цих способів показали позитивний результат, тому подальші наші дослідження будуть проведені у напрямку розробки і вивчення конкретних методик відновлення тих чи інших ушкоджень або травм опорно-рухового апарату.

Висновки. Електромасаж та електростимулювання, особливо сумісно з електрофорезом, а в деяких випадках з одночасним виконанням фізичних вправ є дієвим засобом фізичної терапії.

1. Способів застосування електромасажу та електростимулювання багато, але кожен з них має своє нішу застосування, так як варіантів ушкоджень, травм, або переломів тих чи інших сегментів тільки опорно-рухового апарату безліч, а кожен з них, відповідно, має свою, найбільш ефективну методику відновлення.

Література

1. Бирюков А.А. Лечебный массаж / А.А. Бирюков. – М.: Академия, 2004. – 361с
2. Вихляев Ю.М. Корекція функціонального стану студентів технічними засобами. К. НТУУ «КПІ» 2006. – С. 91–99.
3. Вихляев Ю. М., Давиденко В. Ю. Пристрій для зміцнення склепіння стопи. Патент України на винахід № 22454 А від 30.06.98, Бюл. № 3, 1998..
4. Вихляев Ю. М., Давиденко В. Ю. Спосіб дії на шкіро-м'язові утворення обличчя і шиї та пристрій для його здійснення. Патент України на винахід № 67044А від 15.06.04 Бюл.№ 6, 2004.
5. Давиденко В. Ю. Многоканальная электростимуляция. Тернополь. / «Підручники посібники», 2000, – 255 с.
6. Епифанов. Лечебная физическая культура и массаж.– М.–2004.– 554 с.
7. Зубовський Д.К. Введение в спортивную физиотерапию: монография / Д.К.Зубовський, В.С.Улащик. – Минск: БГФК, 2009, - 235 с.
8. Мухін В.М. Фізична реабілітація: (підручник) / В.М.Мухін. – К. : Олімп. Л-ра, 2009. – 488 с.
9. Улащик В. С. О новых направлениях использования лечебных физических факторов / В.С.Улащик // Физиотерапевт. – 2010 - № 3. – С. 12-22.
10. Prasad S.A. Cemy F.J. Factors that influence adherence to exercise and their effectiveness: application to cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonology* 34 (1), 66-72. 11. Golod N.R. Principles of developing a well-rounded program of physical rehabilitation for female students in the special medical group with consideration of physical activity impairment / N.R. Golod // *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sport*, 2015. – Vol. 5. – P. 9-15.
12. Gerasievicz A. Współczesne metody diagnozowania i rehabilitacji dzieci ze skolioza jako forma aktywnosci ruchowej / A. Gerasievicz, L. Skinder. N. Siergiejchik // *Aktywnosc ruchowa ludzi w roznym wieku*. - Szczecin: Albatros, 2005. - Т. 9. - S. 552-556.
13. Kasperczyk T. Metody oceny postawy ciała / T. Kasperczyk. - Krakow: AWF, 2000. -179 s.
14. Zeyland-Malawka E. Cwiczenia korekcyjne / E. Zeyland-Malawka. - Gdansk: Wyd. uczeln. AWFis im. Y. Sniadeckiego, 2009.- 132 s.
15. Kolodziej J. Postawa ciała, jej wady i korekcja / J. Kolodziej, K. Kolodziej, I. Momola. - Rzeszów: FOSZE, 2004. - S. 65-107.
16. Brownson S. A. Occupational therapy in the promotion of health and the prevention of disease and disability statement / S. A. Brownson // *American Journal of occupational therapy*. – 2010. – P. 656 – 660.
17. Rudenko R. Improvement of the massage curriculum for the future physical therapists / Romanna Rudenko // *Proceedings of the 4th EMUNI Higher Education & Research Conference : Brdo pri Kranju, Slovenia*, 2013. S 47-52.