

УДК 612.014.47:615.821+615.835.12

Зайцев Д.В.¹, Карамзина Л.А.²

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ДЕЙСТВИЯ ОБЪЕМНОГО ПНЕВМО-ПРЕССИНГА

1. *Институт технологий оздоровления «Новое в медицине», г. Киев*

2. *ГУ «Институт стратегических исследований Министерства здравоохранения Украины», г. Киев*

Ключевые слова: объемный пневмопрессинг, локальная баротерапия, перемежающаяся пневматическая компрессия, механизм действия.

Introduction. Most of contemporary Russian authors base the mechanism of action of local barotherapy on the reaction of the capillaries and the dynamics of the interstitial fluid. In European and American literature intermittent pneumatic compression bases on the reactions of the blood flow, endothelial and haemostatic system. We assume to combine these viewpoints and add a reflex action component.

Results and discussion. The air wave pressure on the skin, subcutaneous and deeper tissues causes a change in the electrical potential of the cells and pulsation of capillary walls. Tissue oxygenation and redox processes acceleration leads to restoration of aerobic pathway of glucose oxidation, degradation of metabolites and blood alkalization. Hypoxia reduces and biological membranes permeability improves. Activation of local and general elimination of toxins relieve symptoms of intoxication and chemical irritation of the nerve terminations. Improvement of blood and lymph microcirculation bases on correcting of spasms of precapillaries and arteriovenous anastomoses, improvement of tonus and contractility of the vessel walls. Effect on mechanoreceptors and nociceptors, proprioceptors and interoreceptors leads to restoration of function, improvement of impulse conduction and nerve regeneration, and reduction of trophic vasomotor disorders. Improved circulation of the central nervous system leads to removing of pain and hypertensive syndromes. Cortical inhibition in the central nervous system shows sedative and hypnagogic effects with normalization of the autonomic nervous system.

Conclusion. Pressure oscillation in the area of single section implements cell effects, while the movement of the pressure wave by sequenced injection of the cuff causes tissue effects and successive impacts on different areas of the body – systemic effects. Volumetric pneumopressing integrates physical therapy, massage and reflexological mechanisms of action. It combines hydrodynamic and reflex primary effect with local and general secondary metabolic reactions. The ultimate object of these processes is the nervous and humoral regulation, and the ultimate clinical goal of the volumetric pneumopressing is non-specific stimulation of sanogenesis.

Key words: volumetric pneumopressing, local barotherapy, intermittent pneumatic compression, mechanism of action.

Вступ. У сучасній російськомовній літературі механізм дії об'ємного пневмопресингу базується на реакції капілярів і динаміці складу міжклітинної рідини, а в англійській – на реакціях магістрального кровотоку, ендотелію та системи гемостазу. Ми припускаємо, що ці точки зору можна сумістити. Також слід звернути увагу на рефлекторний компонент дії пневмопресингу.

Результати та обговорення. Тиск повітряної хвилі на шкірні покриви, підшкірну клітковину, підлегли тканини викликає зміну електричного потенціалу клітин та коливання стінок капілярів. Відбувається прискорення віддачі еритроцитами кисню, лізис мікротромбів, прискорення окисно-відновних процесів за рахунок переходу з анаеробного на аеробний шлях окислення глюкози. Відбувається доокиснення метаболітів, олужнення крові. Ліквідується тканинна і гемічна гіпоксія, поліпшується проникність біологічних мембран. Активізується виведення токсинів з організму, зняття синдрому інтоксикації і усунення подразнення нервових закінчень. Знімається спазм прекапілярів, артеріовенозних анастомозів, йде поліпшення мікроциркуляторного крово- і лімфообігу. Підвищується тонус і скорочувальна здатність стінок судин. Вплив на екстеро-, пропріо- й інтерорецептори призводить до відновлення їх функції, поліпшення провідності, регенерації нервів, зменшення трофічних і вазомоторних розладів. Поліпшення кровообігу центральної нервової системи призводить до зняття больового та гіпертензивного синдромів. Розвиток гальмівних процесів в корі головного мозку проявляється вираженим седативним і снодійним ефектами, нормалізацією діяльності вегетативної нервової системи.

Висновки. Колювання тиску в проєкції однієї камери реалізує ефекти на клітинному рівні; переміщення тиску при послідовному нагнітанні сусідніх камер – ефекти на тканинному рівні; послідовний вплив на різні ділянки тіла – системні ефекти. Дія об'ємного пневмопресингу інтегрує можливості фізіотерапії, масажу та рефлексотерапії, поєднує первинні гідродинамічні і рефлекторні механізми зі вторинними місцевими і загальними метаболічними реакціями. Кінцевим об'єктом цих процесів є нервова і гуморальна регуляція, а кінцевою клінічної метою пневмопресингу стає неспецифічна стимуляція саногенезу.

Ключові слова: об'ємний пневмопресинг, локальна баротерапія, переміжна пневматична компресія, механізм дії.

Введение. Использование внешнего давления как лечебного физического фактора известно с середины XVII в. и применялось по различным методикам в зависимости от конструктивного решения соответствующей физиотерапевтической аппаратуры [1]. До середины XX в. часто использовались однокамерные системы (барокамера Кравченко и др.), оказывавшие постоянное или импульсное сдавливание в пределах определенной зоны тела, обычно, конечности. Опыт их применения отражен в современной русскоязычной физиотерапевтической литературе, где понимание механизма действия локальной баротерапии основано на реакции капилляров и составе межклеточной жидкости [7; 8]. В более современных аппаратах для перемежающейся пневмокомпрессии применяются многосекционные рукава и сапоги, позволяющие смещать зону сдавливания. Это приводит к реакциям со стороны магистрального крово- и лимфотока, эндотелия и системы гемостаза, на чем и основано рассмотрение механизма действия метода у англоязычных авторов [11; 20]. Для современного отражения взглядов на механизм действия объемного пневмопресинга характерна разобщенность данных западноевропейской и американской науки с одной стороны, и постсоветской – с другой.

В период 1992-2013 гг. в Украине накоплен значительный опыт применения объемного пневмопресинга (перемежающейся пневматической компрессии по методу И.В. Таршинова). Главной особенностью метода является последовательное воздействие на все тело человека в течение одного сеанса. Эффект достигается с помощью аппаратного комплекса «Биорегулятор-004М» и его модификаций «Био-1», «Био-2», «Био-5». Такой подход привел к формированию оригинальной концепции в трактовке механизма действия объемного пневмопресинга. Сравнительно с вышеизложенными подходами она выдвигает следующие основные идеи:

1. Действие пневмопресинга обусловлено как местным колебанием внутритканевого давления в проекции отдельной камеры, так и перемещением пика давления (движением воздушной волны) по обрабатываемому участку тела.
2. Пневмопресинг воздействует не только на сосуды и межклеточную жидкость, но и на рецепторы.
3. Оказывая влияние на регуляторные системы (периферическую иннервацию и транспорт гуморальных факторов), пневмопресинг даже при местном применении должен иметь общее воздействие.

Такая схема, на наш взгляд, является наиболее полной и должна быть взята за основу представления механизма действия объемного пневмопресинга, тогда как данные зарубежных авторов существенно детализируют, уточняют, подтверждают и развивают ее.

Результаты и обсуждение. Рабочим органом аппаратов для объемного пневмопресинга является многосекционная пневматическая манжета. Для проведения процедуры она закрепляется на определен-

ном участке тела пациента (в виде рукава, сапога, куртки, фартука, шорт и т.д.) в соответствии с зоной воздействия. Для работы с головой применяется уникальная пневмоманжета, выполненная в виде шапочки. Объемный пневмопрессинг проводится на трех уровнях:

1. Циклическое изменение барометрического давления в отдельно взятой камере: плавное возрастание и удержание достигнутого максимума (надув), плавное снижение и удержание достигнутого минимума (сдув).
2. Последовательная активизация соседних камер с циклическим перемещением зоны максимального давления. Создаваемое при этом движение само по себе является особым лечебным фактором, ввиду чего объемный пневмопрессинг становится не «чистой» баротерапией, а приобретает черты массажа.
3. Перемещение пневмоманжеты с одного участка тела на другой в процессе одного сеанса.

Общая картина реакций, обусловленных этими уровнями действия, представлена на рис. 1 (количество горизонтальных и вертикальных связей в реальности значительно больше).

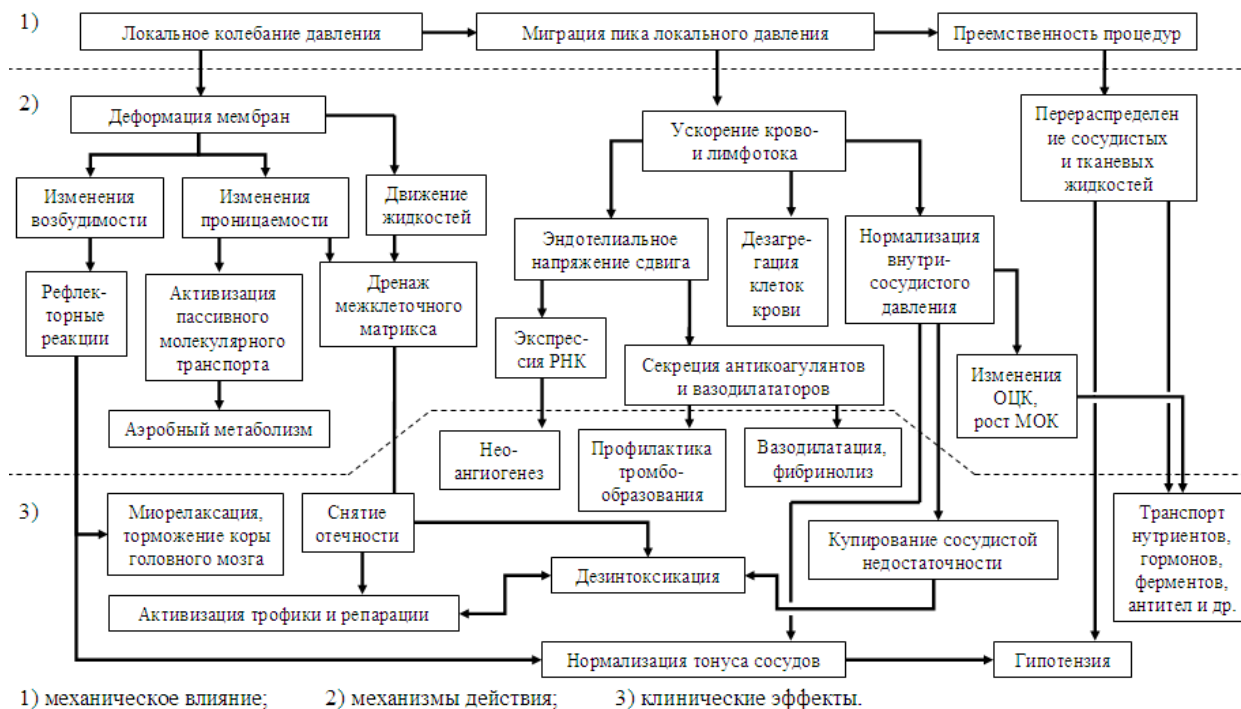


Рис. 1. Схема физиологического воздействия объемного пневмопрессинга на организм.

На клеточном и тканевом уровнях организации «мишенями» объемного пневмопрессинга, вероятно, являются структуры, защищающие клетки от деформации (в первую очередь мембраны), а также подвижные жидкости. Неизотропное растяжение и изгибание мембран могут приводить к изменениям их проницаемости и возбудимости. Изменения проницаемости мембран приводят к дальнейшим субклеточным реакциям, неспецифичным в том смысле, что изменения модальностей пневмопрессинга (скорости, силы давления и др.) не оказывают на них избирательного действия, тогда как количественные изменения прямо зависят от продолжительности лечения. Сочетание периодов локального повышения и понижения барометрического давления избирательно влияет на проницаемость капилляров, ускоряет трансапиллярный обмен и конвекционный поток жидкости между кровью и интерстицием, способствует реабсорбции воды в венозном конце капилляра и активизирует лимфоотток [3; 7]. При этом

ускоряется отдача эритроцитами кислорода, повышается парциальное давление кислорода в тканях, ускоряются окислительно-восстановительные процессы, возобновляется аэробное окисление глюкозы, доокисляются промежуточные метаболиты, возрастает количество АТФ [5].

Как наличие самого механического раздражителя, так и вызванные им метаболические изменения влияют на экстерорецепторы (болевые, термические, барорецепторы), проприорецепторы мышц, сухожилий, а также на интерорецепторы внутренних органов. В результате многодневного воздействия улучшается проводимость, ускоряется регенерация нервов, уменьшаются нейротрофические и вазомоторные расстройства [6; 13].

Капилляротропное действие объемного пневмопрессинга проявляется не только в местных, но и в отдаленных рефлекторных реакциях, а при длительном применении – в восстановлении симпатической регуляции сосудистого тонуса, предположительно за счет ликвидации спазма прекапилляров и артериовенозных анастомозов. Непосредственно во время процедуры может возникать слабая местная гиперемия. Капилляроскопически наблюдается нормализация цвета фона, формы и просвета артериальной и венозной ветвей капилляров, при исходном спазме – увеличение числа функционирующих капилляров [2]. Возрастает амплитуда колебания стенок капилляров и лимфатических сосудов, урежается и стабилизируется их ритм [6]. Сосудодвигательные реакции сопровождаются изменением микроциркуляторного кровотока: повышением артерио-венозного градиента давления, снижением вязкости крови и циркуляторного сопротивления в коллатералях и анастомозах.

Длительное применение объемного пневмопрессинга при так называемых «высокочастотных» режимах (цикл нагнетания и сдува камер находится в секундном диапазоне) в зоне проведения процедуры и близлежащих участках тела вызывает повышение экспрессии мРНК-фактора роста соединительной ткани, фактора роста эндотелия, некоторых лейкоцитарных хемоаттрактантов [23; 24; 25; 26].

При работе многосекционных пневмоманжет кровь и лимфа (а при длительном воздействии высоких доз давления – и межклеточная жидкость) начинают принудительно смещаться вслед за движением воздушной волны, вызывая напряжение сдвига сосудистой интимы и выраженную эндокринную активность эндотелия. Одним из продуктов эндотелия является мощный местный вазодилататор оксид азота NO. Активность NO-синтазы как в зоне воздействия, так и в близлежащих сосудистых бассейнах остается стабильно высокой в течение всего сеанса пневмопрессинга и снижается в течение 6 часов после него [14; 28]. При длительном применении данного метода наблюдается постепенный рост концентрации нитратов и нитритов плазмы крови, причем у клинически здоровых людей этот процесс может длиться и после курса лечения [27].

Исследования с участием пациентов и клинически здоровых добровольцев показали, что пневмопрессинг не влияет на прокоагулянтную активность подавлением ее с угнетением внешнего (тканевого) пути свертывания крови, и вместе с тем активизирует фибринолиз. Помимо NO, тормозящего агрегацию тромбоцитов, эндотелиоциты высвобождают активатор плазминогена, простациклин и антитромбин-III. При этом у клинически здоровых людей снижается концентрация фактора фон Виллебранда. Как показали исследования, гуморальные механизмы антикоагуляции более выражены при «низкочастотном» пневмопрессинге, тогда как «высокочастотные» режимы влияют преимущественно на гемо-

динамику, повышая пиковую скорость кровотока и восстанавливая однородность крови как неньютоновской жидкости [12; 16; 17; 21].

Анализ данных выявил, что имеющиеся сегодня наблюдения реакции центральной гемодинамики на проведение пневмопрессинга недостаточны (табл. 1).

Таблица 1.

Варианты динамики показателей кровообращения при проведении объемного пневмопрессинга на разных зонах тела

Показатели гемодинамики	Снижение показателя	Отсутствие динамики	Повышение показателя
Артериальное давление	Процедура на спине [2], на стопе [22]		Процедура на ноге [15; 18]
Общее периферическое сопротивление сосудов	Процедура на руке [10], на стопе [22]		Процедура на ноге [15]
Частота сердечных сокращений	Процедура на ноге [156]	Процедура на руке [10]	
Ударный объем сердца	Процедура на ноге [15]		Процедура на руке [10], на ноге [18]
Минутный объем крови			Процедура на спине [2], на руке [10]

Тенденция к гипотензии, часто наблюдаемая у больных, получающих объемный пневмопрессинг, в настоящее время не имеет окончательного объяснения. Приведенные данные дают основание предположить, что объемный пневмопрессинг способствует повышению венозного возврата, сердечного выброса, снижению периферического сосудистого сопротивления без выраженного влияния на частоту сердечных сокращений. Эти показатели, и в особенности артериальное давление, должны зависеть от зоны, силы и длительности воздействия. Полученный гипотензивный эффект пытались объяснить рефлекторной реакцией хемо- или барорецепторов (И.И. Сухарев, 2000), снижением вязкости крови и улучшением ее регионарной проходимости (И.В. Таршинов, 2004), NO-опосредованным расслаблением миоцитов артериол (Т.Н. Пленова, 2008).

Еще недостаточно изучено влияние пневмопрессинга на состояние и функциональную активность головного мозга. П.В. Волошин с соавт. (1998) при проведении пневмопрессинга на спине, а Н.Л. Kwak et al. (2011) – при действии на нижние конечности, показали, что уже при однократном воздействии повышается количество кислорода в крови мозговых артерий, а при курсовом применении – активно стимулируется церебральная гемодинамика, что способствует улучшению венозного оттока и уменьшению внутричерепной гипертензии [4; 19]. При некоторых режимах и продолжительности воздействия пневмопрессинга усиливается рефлекторное и нейромедиаторное торможение ретикулярной формации и коры головного мозга, снижается энергетическая потребность нейронов при повышении местного кровоснабжения. Впоследствии это приводит к улучшению функционального состояния коры и уменьшению нервной возбудимости [9]. Эти условия облегчают развитие и обогащают спектр индуцированных пневмопрессингом вегетативных реакций. Как показало многодневное проведение пневмопрессин-

га, у пациентов наблюдаются тенденции к улучшению и стабилизации эмоционального фона, социализации, внимания, памяти, мыслительной деятельности, снижению тревожности. В ряде случаев глубже и продолжительнее становился ночной сон. Непосредственно во время сеанса возможно непроизвольное развитие выраженной общей релаксации с сонливостью, либо же тонизации (при разных режимах), и быстрое прекращение ощущения усталости.

Все выше сказанное позволяет заключить, что действие объемного пневмопрессинга на организм человека является многогранным и направлено на регулирующие и интегрирующие системы (рис. 2).

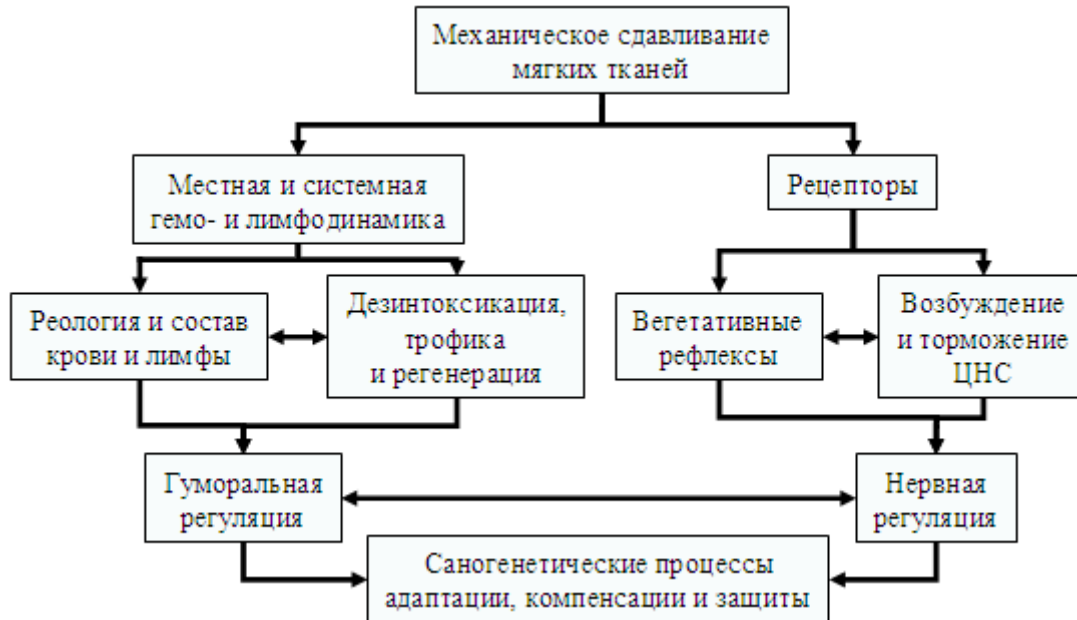


Рис. 2. Концептуальная модель влияния объемного пневмопрессинга на процессы саногенеза.

В то же время пневмопрессинг восстанавливает «колеблющееся равновесие» симпатического и парасимпатического звеньев автономной регуляции. Лабораторно это проявляется в приближении вегетативных проб к средним значениям нормотонии, а клинически – к смягчению бальнеореакции, метеопатического синдрома, дисфункций органов желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы.

С позиций рефлексотерапии пневмопрессинг стимулирует зоны сегментарных рефлексов и Захарьина-Геда, активизирует вертебровисцеральные связи и вегетососудистые реакции, являясь частным случаем сегментарной рефлексогенной кинезинейростимуляции. Генерализованное воздействие переменного давления воздуха через пневмоманжету на биологически активные точки (в виде одновременной активизации группы точек, ассоциированных с различными органами) приводит к функциональной активизации одновременно всех систем и органов. [2].

Выводы.

1. С позиций механизма действия объемный пневмопрессинг следует рассматривать как метод, интегрирующий возможности физиотерапии, массажа и рефлексотерапии, при котором колебание давления в проекции одной камеры реализует эффекты на клеточном уровне; перемещение пика давления при последовательном нагнетании соседних камер – эффекты на тканевом уровне; преемственное воздействие на разные участки тела – системные и организменные эффекты.

2. Действие пневмопрессинга совмещает первичные гидродинамические и рефлекторные механизмы со вторичными местными и общими метаболическими реакциями. Конечным объектом этих процессов является нервная и гуморальная регуляция, а конечной клинической целью пневмопрессинга становится неспецифическая стимуляция саногенеза.
3. Вопрос о механизмах действия объемного пневмопрессинга требует дальнейшего изучения для уточнения оптимальных параметров его практического применения в клинике.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабова І.К. Метод об'ємного пневмопресингу: від витоків до сього-дня / І.К. Бабова, Т.В. Єльчиць, Д.В. Зайцев // Медична реабіліта-ція, курортологія, фізіотерапія. – 2013. – № 4. – С. 34-37.
2. Безпалый Н.А. Пневмопрессинг – новый метод саногенетического лечения. Оценка полученных результатов / Санаторий «Сосновый Бир» / М.О. Безпалый, В.В. Вірченко, К.В. Бажан та ін. // Лотава: [б.в.], 1999 (Піраміда. Кременчук). – 109 с.
3. Боголюбов В.М. Общая физиотерапия : учебное пособие [для студ. мед. вузов] / В.М. Боголюбов, Г.Н. Пономаренко // СПб. : Правда, 1998. – 480 с.
4. Волошин П.В. Лечение сосудистых заболеваний головного и спинного мозга / П.В. Волошин, В.И. Тайцлин // М. : Знание-М, Запоро-жье: Знание, 1999. – 162 с.
5. Лисенюк В.П. Рефлексотерапія : [навч. посібник] / В.П. Лисенюк, В.О. Фадєєв, О.М. Головчанський // К., Ходак, 2002. – 132 с.
6. Сухарев І.І. Звіт про науково-дослідну роботу "Створення технологій терапевтичного лікування, профілактики та реабілітації судинних захворювань кінцівок за допомогою терапевтичного комплексу власної розробки «Біорегулятор»" / І.І. Сухарев, А.О. Гуч, Г.О. Кузьменко, І.В. Таршинов та ін. // К., М-во освіти і науки, ІТО "Нове у медицині", Ін-т хірургії та трансплантології, 2000. – 167 с.
7. Улащик В.С. Физиотерапия. Универсальная медицинская энцикло-педия // Мн. : Книжный Дом, 2008. – 640 с.
8. Физиотерапия. Т.1 / Под ред. О.А. Владимірова, В.В. Ежова, Г.Н. Пономаренко // К., Формат, 2013. - 432 с.
9. Чуприков А.П. Застосування пневмопресингу у дитячій психоневро-логії. Інформаційний лист про нововведення в системі охорони здо-ров'я №174-2009 / А.П. Чуприков, О.М. Дзюба, В.Д. Мішієв, І.В. Таршинов та ін. [НМА-ПО ім. П.Л. Шупика, ІТО «Нове у медицині», Укрмедпатентінформ МОЗ України] – К., 2009. – 8 с.
10. Bickel A. The physiological impact of intermittent sequential pneumatic compression leg sleeves on cardiac activity / A. Bickel, A. Shturman, I. Grevtzev, N. Roguin, A. Eitan // American Journal of Surgery. – 2011. – № 202 (1) – P. 16-22.
11. Cameron M.H. Physical Agents in Rehabilitation – E Book: From Re-search to Practice. Elsevier Health Sciences. – 2013. – P. 455.
12. Chouhan V.D. Inhibition of tissue factor pathway during intermittent pneumatic compression: A possible mechanism for antithrombotic effect / V.D. Chouhan, A.J. Comerota, L. Sun, R. Harada et al. // Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. - 1999. - № 19 (11). - P. 2812-2817.
13. Dahl J. Intermittent pneumatic compression enhances neurovascular in-growth and tissue proliferation during connective tissue healing: a study in the rat / J. Dahl, J. Li, D.K. Bring, P. Renström, P.W. Ackermann // Journal of Orthopaedic Research. – 2007. – № 25 (9). – P. 1185-1192.
14. Dai G. An in vitro cell culture system to study the influence of external pneumatic compression on endothelial function / G. Dai, O. Tsukurov, R.W. Orkin, W.M. Abbott et al. // Journal of Vascular Surgery. – 2000. – № 32 (5). – P. 977-987.
15. Fanelli G. Systemic hemodynamic effects of sequential pneumatic com-pression of the lower limbs: a prospective study in healthy volunteers / G. Fanelli, M. Zasa, M. Baciarello, R. Mazzani et al. // Journal of Clinical Anesthesia. – 2008. – № 20 (5). – P. 338-342.
16. Giddings J.C. Systemic haemostasis after intermittent pneumatic com-pression. Clues for the investigation of DVT prophylaxis and travellers thrombosis / J.C. Giddings, R.J. Morris, H.M. Ralis, G.M. Jennings et al. // Clinical and Laboratory Haematology. – 2004. – № 26 (4). – P. 269-273.

17. Kohro S. Intermittent pneumatic foot compression can activate blood fi-brinolysis without changes in blood coagulability and platelet activation / S. Kohro, M. Yamakage, K. Sato, J.I. Sato, A. Namiki // *Acta Anaesthe-siologica Scandinavica*. – 2005. – № 49 (5). – P. 660-664.
18. Kwak H.J. The effect of a sequential compression device on hemodynam-ics in arthroscopic shoulder surgery using beach-chair position / H.J. Kwak, J.S. Lee, D.C. Lee, H.S. Kim, J.Y. Kim // *Arthroscopy*. – 2010. – № 26 (6). – P. 729-733.
19. Kwak H.J. The intermittent sequential compression device on the lower extremities attenuates the decrease in regional cerebral oxygen saturation during sitting position under sevoflurane anesthesia / H.J. Kwak, D. Lee, Y.W. Lee, G.Y. Yu et al. // *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. – 2011. – № 23 (1). – P. 1-5.
20. Lowe E., Bellew J.W. Modalities for Therapeutic Intervention. – 2012. – P. 199.
21. Morris R.J. The influence of inflation rate on the hematologic and hemo-dynamic effects of intermittent pneumatic calf compression for deep vein thrombosis prophylaxis / R.J. Morris, J.C. Giddings, H.M. Ralis, G.M. Jennings et al. // *Journal of Vascular Surgery*. – 2006. – № 44 (5). – P. 1039-1045.
22. Ringley C.D. Evaluation of pulmonary arterial catheter parameters utiliz-ing intermittent pneumatic compression boots in congestive heart failure / C.D. Ringley, J.M. Johanning, J.C. Gruenberg, T.J. Veverka, K.R. Barber // *The American Surgeon*. – 2002. – № 68 (3). – P. 286-289.
23. Roseguini B.T. Intermittent pneumatic leg compressions acutely upregu-late VEGF and MCP-1 expression in skeletal muscle / B.T. Roseguini, S. Mehmet Soylu, J.J. Whyte, H.T. Yang et al. // *The American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology*. – 2010. – № 298 (6). – P. 1991-2000.
24. Roseguini B.T. Impact of a single session of intermittent pneumatic leg compressions on skeletal muscle and isolated artery gene expression in rats / B.T. Reseguini, A.A. Arce-Esquivel, S.C. Newcomer, M.H. Laugh-lin // *The American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. – 2011. – № 301 (6). – P. 1658-1668.
25. Sheldon R.D. Acute impact of intermittent pneumatic leg compression frequency on limb hemodynamics, vascular function, and skeletal muscle gene expression in humans / R.D. Sheldon, B.T. Roseguini, J.P. Thyfault, B.D. Crist et al. // *Journal of Applied Physiology*. – 2012. – № 112 (12). – P. 2099-2109.
26. Stapleton C.H. Flow-mediated dilation and intima-media thickness of the brachial and axillary arteries in individuals with and without inducible ax-illary artery compression / C.H. Stapleton, D.J. Green, N.T. Cable, K.P. George // *Ultrasound in Medicine & Biology*. – 2009. – № 35 (9). – P. 1443-1451.
27. Sutkowska E. Intermittent pneumatic compression in stable claudicants: effect on hemostasis and endothelial function / E. Sutkowska, M. Woz-niewski, A. Gamian, I. Gosk-Bierska et al. // *The International Journal of Angiology*. – 2009. – № 28 (5). – P. 373-379.
28. Tan X. Intermittent pneumatic compression regulates expression of nitric oxide synthases in skeletal muscles / X. Tan, W.N. Qi, X. Gu, J.R. Ur-baniak, L.E. Chen // *Journal of Biomechanics*. – 2006. – № 39 (13). – P. 2430-2437.