https://doi.org/10.17116/kurort201895251-57

Применение метода усиленной наружной контрпульсации в лечении сердечно-сосудистых заболеваний

В.А. БАДТИЕВА, Д.Н. ВОРОШИЛОВА*

ГАУЗ Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения Москвы», Москва, Россия

Сердечно-сосудистые патологии занимают ведущее место в структуре заболеваемости населения не только в России, но и в других развитых странах мира, нанося значительный социальный и экономический ущерб современному обществу. При этом системный атеросклероз рассматривается как одно из наиболее распространенных, серьезных и угрожающих жизни заболеваний. Несмотря на наличие большого количества медикаментозных и хирургических способов лечения данной патологии, они не всегда эффективны. Применение шунтирующих операций и эндоваскулярных методов не решило проблемы лечения системного атеросклероза и атеросклероза нижних конечностей. Относительно новым методом, который все более успешно применяется при лечении пациентов с сосудистой патологией, несмотря на достаточно давно обоснованные теоретические и экспериментальные предпосылки его использования, является усиленная наружная контрпульсация. Это неинвазивный метод лечения, позволяющий добиться увеличения перфузионного давления в коронарных артериях в диастолу и снижения сопротивления сердечному выбросу в систолу. Цель обзора — провести анализ данных литературы по использованию усиленной наружной контрпульсации в лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы с оценкой эффективности применения данного метода и доступности для пациентов.

Ключевые слова: *сердечно-сосудистые заболевания, облитерирующий атеросклероз сосудов нижних конечностей, микроциркуляция, консервативное лечение, метод усиленной наружной контрпульсации.*

The implementation of the method of enhanced external counter pulsation for the treatment of cardiovascular diseases

V.A. BADTIEVA, D.N. VOROSHILOVA

Moscow Research and Practical Centre for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Moscow Health Department, Moscow, Russia

The cardiovascular diseases occupy a leading place in the structure of overall morbidity affecting the population not only of Russia but also of the majority of the developed countries throughout the world; they thus impose the heavy social and economic burden on both the public healthcare services and the modern society in general. At the same time, systemic atherosclerosis is considered to be one of the most common, severe, and life-threatening condition. Despite the presence of a large number of pharmaceutical and surgical methods for the treatment of this pathology, they are not infrequently lacking the desired effectiveness. The use of the shunting operations and endovascular methods failed to radically resolve the problem of managing systemic atherosclerosis and atherosclerosis of the lower limbs. A relatively novel approach which currently begins to find the ever increasing application for the treatment of patients presenting with cardiovascular pathology is based on the enhanced external counterpulsation method although both the clinical and theoretical prerequisites of its application were developed rather long ago. This non-invasive therapeutic method allows to increase the perfusion pressure in the coronary arteries in diastole and to reduce the resistance to the cardiac ejection in the systole. The objective of this review article was to perform the analysis of the available literature publications on the use of the enhanced external counter-pulsation technique for the treatment of the patients presenting with the diseases of the cardiovascular system and to evaluate the clinical effectiveness of this approach as well as the availability of the treatment for the patients.

Keywords: *cardiovascular diseases, obliterative atherosclerosis of the blood vessels in the lower extremities, microcirculation, conservative treatment, enhanced external counter-pulsation technique.*

Введение

Сердечно-сосудистые патологии занимают ведущее место в структуре заболеваемости населения не только в России, но и в других развитых странах мира, нанося значительный социальный и экономический ущерб современному обществу [1, 2]. При этом системный атеросклероз рассматривается как одно из наиболее распространенных, серьезных и угрожающих жизни заболеваний. Несмотря на наличие большого количества медикаментозных и хирургических способов лечения данной патологии, они не всегда эффективны.

Применение шунтирующих операций и эндоваскулярных методов не решило проблемы лечения системного атеросклероза и атеросклероза нижних

© В.А. Бадтиева, Д.Н. Ворошилова, 2018

конечностей. Значительной части пациентов невозможно выполнить реваскуляризацию (чрескожные внутрикоронарные вмешательства) из-за наличия тяжелых сопутствующих заболеваний [2, 3]. Показано, что увеличение частоты выполнения инвазивных вмешательств не приводит к снижению числа пациентов с рецидивами заболевания, обусловленными рестенозами вследствие окклюзии шунтов и стентов. Все это диктует необходимость поиска новых методов лечения системного атеросклероза [4].

Относительно новым методом, который все более успешно применяется при лечении пациентов с сосудистой патологией, несмотря на достаточно давно обоснованные теоретические и экспериментальные предпосылки его использования, является усиленная наружная контрпульсация (УНКП). УНКП — это неинвазивный метод лечения, позволяющий добиться увеличения перфузионного давления в коронарных артериях в диастолу и снижения сопротивления сердечному выбросу в систолу [4—6].

Существует мнение, что показания к применению УНКП следует расширять. Проводятся исследования по изучению эффективности данного метода при различных заболеваниях, таких как сахарный диабет 2-го типа, патологии периферических артерий, сексуальная дисфункция у мужчин.

Приоритет использования УНКП принадлежит специалистам из США и Китая. В течение последнего десятилетия метод применяется в целом ряде клиник США, Европы и Азии. С 1998 г. в медицинском центре Питтсбургского университета создан и функционирует Международный регистр пациентов, в США лечение с помощью УНКП прошли несколько десятков тысяч пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и сердечной недостаточностью (СН) [3].

Отечественный опыт применения УНКП соответствует международному, дополняя данные крупных многоцентровых исследований — MUST—EECP (Multicenter Study of Enhanced External Counterpulsation) и PEECH (Prospective Evaluation of EECP in Congestive Heart Failure).

Уникальными преимуществами метода являются возможность его применения у пациентов на любом этапе лечения (в том числе в предоперационном периоде у больных, ожидающих реваскуляризацию коронарного бассейна), а также оказываемый системный антиишемический эффект у лиц, страдающих мультифокальным атеросклерозом. Метод может быть использован в амбулаторных условиях, не требует дополнительной специальной подготовки и подходит для пациентов, ведущих активный образ жизни [6].

Особого внимания заслуживает предложенный отечественными учеными новый перспективный неинвазивный метод лечения хронических облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей (ХОЗАНК) — кардиосинхронизированная последовательная антеградная пневмокомпрессия (КПАПК). Основной особенностью данного метода является возможность одномоментно проводить терапию ИБС и ХОЗАНК у лиц, страдающих мультифокальным атеросклерозом. Поскольку доля таких пациентов в практике ангиохирургов и кардиологов крайне высока, изучение КПАПК представляет не только научный, но и сугубо практический интерес.

При проведении исследований по оценке различных аспектов применения данного способа в клинической практике в соответствии с принципами доказательной медицины используются высокоинформативные методы оценки результатов и контроля за пациентами: позитронно-эмиссионная и нагрузочная эмиссионная компьютерная томография миокарда, допплерография, радиоизотопные методы исследования и др. [3, 7].

В современных терапевтических комплексах УНКП реализуется принцип «вспомогательного периферического сердца» посредством последовательного секвенциального пневматического воздействия на нижнюю часть тела человека [8]. Это воздействие осуществляется одновременно с электрокардиографией (ЭКГ) в режиме реального времени и производится синхронно с работой сердца в диастолу с давлением, как минимум вдвое превышающим систолическое давление пациента (рабочий диапазон УНКП составляет от 240 до 300 мм рт.ст.). За счет воздействия на артерии нижних конечностей индуцируется ретроградный ток крови в аорте (собственно контрпульсация). Как и при внутриаортальной баллонной контрпульсации, при УНКП основную цель составляют диастолическая аугментация и систолическая разгрузка левого желудочка (ЛЖ) сердца [8, 9]. В то же время при УНКП воздействие на гемодинамику более выражено и эффективно, оно сопровождается как артериальной контрпульсацией в наиболее значимых сосудистых бассейнах (коронарные, церебральные, почечные артерии), так и повышенным венозным возвратом крови через систему нижней полой вены [10, 11].

Продемонстрирована также высокая клиническая эффективность курсовой УНКП-терапии при различных заболеваниях и патологических состояниях, среди которых ИБС, хроническая СН (ХСН), хроническая ишемия головного мозга и атеросклероз нижних конечностей, что подтверждено в целом ряде исследований, выполненных в медицинских центрах России, США, Европы и Азии [12, 13]. Показано «последействие» метода, обусловленное целым рядом механизмов его влияния [13].

Механизмы лечебного эффекта метода

В настоящее время полагают, что в основе гемодинамического влияния УНКП лежат увеличение перфузионного давления в коронарных артериях в диастолу и снижение сопротивления сердечному

выбросу в систолу ЛЖ [3, 8, 10]. Это обеспечивается повышением диастолического давления в аорте в результате ретроградного артериального кровотока, вызываемого быстрым нагнетанием воздуха в три группы пневматических манжет, обернутых вокруг нижних конечностей пациента. Мгновенное выпускание воздуха из манжет в начале систолы ЛЖ вызывает быстрое уменьшение периферического сосудистого сопротивления, значительно разгружая ЛЖ.

В свою очередь, наполнение и выкачивание воздуха синхронизировано с сердечным циклом, контролируется сигналами ЭКГ, которые обрабатываются микропроцессором. В отличие от внутриаортальной баллонной контрпульсации УНКП усиливает венозный возврат крови, в дальнейшем способствуя увеличению сердечного выброса. Эти гемодинамические эффекты приводят к усилению кровотока во многих сосудистых бассейнах [4, 9].

Гемодинамический эффект, наблюдаемый во время проведения этой процедуры, продемонстрирован с помощью внутрикоронарной допплерографии. В частности, установлено увеличение диастолического и среднего внутрикоронарного давления, в то время как систолическое давление значимо снижается, увеличивается скорость коронарного кровотока [14].

В качестве одного из основополагающих механизмов развития атеросклероза рассматривается нарушение функции эндотелия. Известно, что эндотелий контролирует сосудистый тонус, тромбообразование, фибринолиз и ряд других процессов. При проведении процедуры УНКП происходит мгновенное усиление кровотока во множественных сосудистых ложах, в том числе коронарном [15]. При этом повышается эндотелиальное напряжение сдвига, улучшая эндотелиальную функцию и стимулируя выделение сосудорасширяющего медиатора оксида азота наряду с уменьшением уровня сосудосуживающего медиатора эндотелина-1 [16]. Эти изменения прогрессируют в период проведения курса УНПК, что обусловливает улучшение коронарной перфузии и расширение сосудов [17].

Снижение напряжения сдвига, которое превалирует в областях, склонных к атеросклерозу, обычно приводит к его развитию, в то время как так называемое физиологическое касательное напряжение на относительно высоком уровне вызывает антипролиферативный и сосудопротективный эффекты. Полагают, что увеличение напряжения сдвига является основным стимулом роста сосудистых коллатералей (артериогенез и ангиогенез) и открытия ранее сформированных [15, 18].

Y. Liu и соавт. [19] в экспериментах на 26 свиньях с гиперхолестеринемией оценивали действие УНКП на сосудистую стенку. Авторы показали, что значительное увеличение эндотелиального напряжения сдвига имело место в группе животных, которым проводили УНКП (p<0,001). Снижение эндотелийзависимой медленной вазодилатации было отмечено через 18 ч (11,09±5,63%) и 36 ч (11,42±2,75%) после использования этого метода (p<0,05). Авторы сделали вывод, что проведение курса УНКП может улучшить функцию эндотелия, что, в частности, обусловлено повышением сдвига его напряжения.

Показано, что использование УНКП улучшает эндотелийзависимую вазодилатацию сонной артерии, восстанавливает дисбаланс оксида азота и эндотелина-1 у пациентов с ИБС. В исследовании Y. Xiong и соавт. (2014) была проверена гипотеза о том, что длительное использование УНКП защищает сосудистые эндотелиальные клетки от апоптоза, изменяя экспрессию генов. В экспериментах на мини-свиньях авторы установили, что применение УНКП приводит к ультраструктурным изменениям, таким как сморщивание клеточной мембраны, дегенерация и фрагментация ядра. Также авторы продемонстрировали снижение индекса апоптоза в клетках эндотелия. На основании полученных данных были сделаны выводы, что использование УНКП замедляет прогрессирование ранних атеросклеротических изменений, вероятно, за счет снижения регуляции гена, стимулирующего апоптоз Apaf-1 [20].

Показаны не только «центральные», но и «периферические» сосудистые эффекты применения рассматриваемого метода. Так, A. Gurovich и R. Braith [21] изучили эндотелийопосредованную артериальную вазодилатацию после проведения одной 45-минутной процедуры УНКП. В их исследовании пациенты контрольной группы получали лишь имитацию данного метода. Плечевой и бедренный кровоток авторы оценивали для выявления эффекта опосредованной дилатации сосудов через 10 мин после завершения процедуры или ее имитации. Было установлено, что проведение УНКП способствовало возрастанию ретроградного напряжения сдвига и турбулентному потоку крови в артерии, а также антеградному ламинарному напряжению сдвига в бедренной и плечевой артериях. Полученные результаты свидетельствуют, что даже одна процедура УНКП, изменяя режим кровотока, способствует улучшению эндотелиальной функции периферических артерий.

По мнению Y. Chatzizisis и соавт. (2007), повышенное напряжение сдвига ведет к стимуляции продукции сосудистым эндотелием факторов роста, таких, как сосудистый эндотелиальный фактор роста (vascular endothelial growth factor — VEGF) и тромбоцитарный фактор роста, способствуя делению эндотелиальных клеток и формированию коллатерального коронарного русла. При оценке уровней ряда факторов роста у всех пациентов было обнаружено выраженное увеличение продукции большинства, но не всех из этих молекул. Поэтому очевидно, что реакция факторов роста, хемокинов и цитокинов на УНКП является специфической и выборочной для определенных из них [22].

Как известно, при атеросклерозе наблюдается повышение уровней противовоспалительных цитокинов и молекул адгезии по сравнению с соответствующими значениями у здоровых людей [22]. В экспериментах доказано, что высокое напряжение сдвига оказывает благоприятное влияние на противовоспалительные цитокины и молекулы адгезии. Наибольшие перспективы связывают с оценкой уровней таких маркеров воспаления, как растворимые молекулы адгезии sICAM-1 (soluble intercellular adhesion molecules 1 — молекулы межклеточной адгезии 1-го типа) и sVCAM-1 (soluble vascular cellular adhesion molecules 1 — молекулы адгезии сосудистого эндотелия 1-го типа). Было показано, что на фоне применения курса УНКП происходит значимое снижение уровней sVCAM-1 и sICAM-1, что может служить аргументом в пользу одной из теорий механизмов действия этого метода [23].

Имеются данные о роли С-реактивного белка (СРБ) в патогенезе атеросклеротических повреждений: участие в активации комплемента и моноцитов, стимулирование экспрессии цитокинов и молекул адгезии (sICAM-1, sVCAM-1) на поверхности эндотелия. Результаты ряда исследований демонстрируют, что УНКП является эффективным способом снижения уровней СРБ, sVCAM-1 и sICAM-1 в плазме крови [19]. В совокупности эти данные свидетельствуют о том, что противовоспалительный эффект может помочь объяснить механизмы снижения выраженности проявлений системного атеросклероза после процедур УНКП.

Показано, что на фоне курса УНКП отмечается значимое снижение уровня мозгового натрийуретического пептида [1].

Установлено, что применение УНКП может привести и к так называемому тренирующему эффекту в результате снижения периферического сосудистого сопротивления, аналогичному эффекту от физических упражнений. Известно, что регулярные физические упражнения улучшают эндотелиальную функцию за счет повышения кровообращения и напряжения сдвига, что, в свою очередь, увеличивает eNOS/NO-метаболизм. В данном аспекте механизм УНКП подобен физическим упражнениям. Поскольку большинство пациентов с системным атеросклерозом не могут выполнять физические упражнения в достаточной мере, чтобы достигнуть подобного уровня увеличения артериального напряжения сдвига, то можно предположить, что использование УНКП будет способствовать защите сосудов, подобной таковой, которая обеспечивается при интенсивных физических упражнениях.

Клинические эффекты применения метода

Как известно, основным критерием клинической эффективности лечения является уменьшение жалоб пациента. Уменьшение количества приступов стенокардии при УНКП было отмечено уже в первых сообщениях и подтверждено последующими [14].

Представляет интерес использование метода УНКП в лечении пациентов с ИБС, ХСН и сопутствующими ХОЗАНК [24—26].

При заболеваниях периферических артерий метод применяется в виде КПАПК. Использование КПАПК в нашей стране было предложено А.М. Сударевым и соавт. (2010) и реализовано на базе комплекса для наружной контрпульсации «Кардиопульсар» (ООО «КОНСТЭЛ», Россия) [24].

Основной гемодинамический эффект КПАПК заключается в увеличении перфузии тканей путем усиления скорости кровотока в дистальном кровеносном русле благодаря повышению гидростатического давления и напряжения сдвига в артериолах и капиллярах в участках ниже зон воздействия [25]. Как и при УНКП, при КПАПК наблюдается увеличение образования оксида азота, VEGF, снижение уровня эндотелина-1, что способствует улучшению эндотелиальной функции и уменьшению нейрогуморальной активации, а благодаря повышенному образованию вазоактивных компонентов, влияющих на неоангиогенез, происходит формирование новых сосудистых коллатералей и раскрытие уже существующих [27, 28].

Цель работы О.Ю. Атькова и соавт. [29] — оценка эффективности КПАПК в комплексном лечении больных мультифокальным атеросклерозом с поражением артерий сердца и нижних конечностей. В исследование были включены 74 пациента (66 мужчин и 8 женщин), средний возраст которых составил 63,2±9,3 года: 32 (43%) — со IIa стадией и 42 (57%) — со IIb стадией ишемии нижних конечностей; 58 (80%) — со стенокардией II функционального класса и 16 (20%) — со стенокардией III функционального класса. Протокол исследования состоял из 30 процедур по 60 мин в день. Регресс клинических симптомов заболевания наблюдался у всех пациентов: продемонстрировано значимое повышение толерантности к физическим нагрузкам, увеличение лодыжечно-плечевого индекса, индекса активности DASI, показателей микроциркуляции по данным лазерной допплеровской флуориметрии. Наблюдалось субъективное улучшение: повысилась физическая активность, снизились ощущения дискомфорта в конечностях, похолодания и зябкости в ногах.

Положительные клинические эффекты УНКП, обусловленные увеличением миокардиального кровотока и улучшением сократительной функции миокарда, изучены во многих исследованиях. К таким эффектам относятся: уменьшение количества приступов стенокардии [8], повышение толерантности к физическим нагрузкам [16, 22], увеличение времени развития стрессиндуцированной депрессии сегмента *ST*, сопровождающееся уменьшением дефекта перфузии миокарда [30]. Снижение основных показате-

лей гемодинамики, артериального давления, частоты сердечных сокращений отмечалось как после всего курса УНКП, так и после каждой процедуры. Такие изменения параметров вызваны снижением общего периферического сопротивления и способствуют более экономному режиму работы сердца [9].

В работе C. Luo и соавт. [31] было оценено влияние УНКП на коронарный кровоток и концентрацию высокочувствительного СРБ (вчСРБ). Трансторакальная допплерография с оценкой коронарной скорости диастолического пикового потока (DPFV) и коронарного резерва потока (CFR) была выполнена 45 пациентам с диагностированными нарушениями коронарного кровотока. Также было проведено измерение концентраций вчСРБ. У пациентов, которым проводили УНКП, показатели DPFV и CFR были значительно увеличены сразу после лечения (p<0,001), выявленные сдвиги сохранялись в течение 6 мес наблюдения, в то время как в контрольной группе значения этих показателей достоверно не изменились. У больных основной группы значимо уменьшилась и концентрация вчСРБ после терапии с использованием УНКП (p<0,001) .

В работе G. Kozdağ и соавт. (2012) были обследованы 168 пациентов с симптомами ХСН, которым была проведена УНКП. Установлено значительное снижение функционального класса ХСН (p<0,001), увеличение фракции выброса ЛЖ (p<0,001), уменьшение уровня В-натрийуретического пептида (p<0,003), уровня мочевой кислоты (p<0,05), соотношения свободного трийодтиронина и свободного тироксина (Т3/Т4; p<0,034) по сравнению с исходными значениями. Аналогичных изменений у пациентов контрольной группы выявлено не было. Авторы сделали вывод о значительном улучшении клинических и некоторых биохимических показателей у пациентов с симптомами ИБС и ХСН, в лечение которых был включен метод УНКП [32].

Показано, что применение УНКП улучшает функцию периферических артерий, повышает биодоступность оксида азота. В исследование J. Martin [33] были включены 18 пациентов с нарушением толерантности к глюкозе, которым проводили процедуры УНКП в течение 35 дней. Было выявлено повышение уровня нитритов/нитратов на 30%, снижение концентрации 8-изопростана-PGF-F (2α) — маркера перекисного окисления липидов — на 23%. Уровень глюкозы в плазме натощак снизился на 16,9±5,4 мг/дл, индекс инсулинорезистентности — на 31%. При этом было обнаружено повышение концентрации VEGF на 75% и увеличение плотности капилляров.

Как было отмечено выше, в работе О.Ю. Атькова (2015) указано, что применение УНКП способствует повышению толерантности к физическим нагрузкам [29], об этом сообщают и другие авторы [16, 22].

Были проведены исследования по оценке долгосрочной эффективности метода. Так, C. Luo и соавт. [31] отмечают, что выявленные изменения допплерографических характеристик сохранялись у больных, в лечении которых была использована УНКП, в течение 6 мес. В исследовании O. Soran и соавт. [34] было выявлено значительное снижение степени тяжести стенокардии после 35 ч проведения УНКП (p<0,001). При этом у 76—84% больных было выявлено улучшение состояния, сопровождавшееся уменьшением выраженности проявлений стенокардии. Выявленные сдвиги сохранялись в течение 1 года.

Наконец, следует обратить внимание и на экономические аспекты применения УНКП. Так, S. Bondesson и соавт. [35] оценивали стоимость лечения пациентов с рефрактерной стенокардией, перенесших стимуляцию спинного мозга, по сравнению с использованием УНКП. В исследование были включены 73 пациента. Было показано, что процедура стимуляции спинного мозга значительно дороже, чем использование УНКП (p<0,001). Применение УНКП способствовало снижению длительности госпитализации этой категории больных. Сделан вывод о том, что применение УНКП экономически обосновано и является ценным дополнением к комплексу лечебных мероприятий у данного контингента больных.

Заключение

Таким образом, полученные к настоящему времени данные свидетельствуют о том, что УНКП может оказывать клинический эффект через реализацию различных механизмов, включая стимуляцию процессов ангиогенеза, улучшение эндотелиальной функции, усиление функции ЛЖ и периферических эффектов, схожих с теми, что наблюдаются при лечебных физических тренировках. Однако необходимо проведение дальнейших исследований по изучению механизмов действия УНКП, в том числе в лечении системного атеросклероза. Чтобы определить значение метода УНКП в лечении пациентов с этой патологией, необходимо проведение крупномасштабных исследований.

С каждым годом показания к использованию УНКП все больше расширяются. В настоящее время ведутся исследования по определению эффективности и безопасности применения метода УНКП при цереброваскулярных заболеваниях, эректильной дисфункции, в медицине критических состояний, спортивной медицине, у пациентов с заболеваниями периферических артерий и сахарным диабетом 2-го типа.

Использование данного метода позволяет добиться увеличения толерантности к физическим нагрузкам. Необходимо широкое внедрение УНКП в клиническую практику, что позволит существенно расширить контингент больных, в лечении которых ее применение может быть высокоэффективным.

Уникальность метода связана с возможностью его использования в условиях как стационарного, так и амбулаторного лечения. Вследствие улучшения перфузии миокарда и уменьшения нагрузки на сердце происходит купирование симптомов заболевания, значительно снижается необходимость приема лекарственных препаратов и повышается качество жизни пациентов. Данный метод является неинвазивным и безопасным, возможно проведение повторных курсов в амбулаторных условиях, а невысокая стоимость определяет его доступность для широкой категории пациентов. К недостаткам УНКП можно отнести ряд противопоказаний (фибрилляция предсердий, тромбофлебит вен нижних конечностей, пороки сердца) и длительность лечения (35 процедур). Метод УНКП может с успехом использоваться у больных, рефрактерных к медикаментозной терапии.

Дополнительная информация

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с проведением настоящего исследования и публикацией статьи, о которых следует сообщить.

Участие авторов: концепция и дизайн поисково-аналитической работы — В.А. Бадтиева; поиск и обработка материала, анализ полученных данных, написание текста — Д.Н. Ворошилова.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Полякова У.А. Наружная контрпульсация в лечении больных ишемической болезнью сердца: от механизмов действия до клинических результатов. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2012;2:47-54. [Bockeria LA, Bockeria OL, Polyakova UA. External counterpulsation in treatment of coronary artery disease patients: from mechanisms of action to clinical outcomes. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2012;2:47-51. (In Russ.)].
2. Габрусенко С.А., Малахов В.В., Сергиенко И.В., Наумов В.Г., Беленко Ю.Н. Первый опыт применения в России лечебного метода наружной контрпульсации у больных ишемической болезнью сердца. *Терапевтический архив*. 2006;78:9:27-33. [Gabrusenko SA, Malakhov VV, Sergienko IV, Naumov VG, Belenko YuN. Pilot experience in Russia with external contrapulsation in patients with coronary heart disease. *Terapevticheskii arkhiv*. 2006;78(9):27-33. (In Russ.)].
3. Hui JC, Zheng Z-S. The four stages of development: a historical prospective of external counterpulsation. *J Geriatr Cardiol*. 2010; 7(2):74-78.
4. Сергиенко И.В., Ежов М.В., Малахов В.В., Габрусенко С.А., Наумов В.Г. Метод наружной контрпульсации в лечении больных ишемической болезнью сердца. *Кардиология*. 2004;11:92-96. [Sergienko IV, Ezhov VM, Malakhov VV, Gabrusenko SA, Naumov VG. Enhanced external counterpulsation for treatment patients with ischemic heart disease. *Kardiologiya*. 2004;11:92-96. (In Russ.)].
5. Feldman AM. Enhanced external counterpulsation: Mechanism of action. *Clin Cardiol*. 2002;25(2):11-15. https://doi.org/10.1002/clc.4960251405
6. Зудин А.М., Учкин И.Г., Орлова М.А., Багдасарян А.Г. Кардиосинхронизированная последовательная антеградная пневмокомпрессия в лечении больных с мультифокальным атеросклерозом. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2014;20: 1:36-43. [Zudin AM, Uchkin IG, Orlova MA, Baghdasaryan AG. Cardiosynchronized sequential antegrade pneumocompression in treatment of patients with multifocal atherosclerosis. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2014;20(1):36-43. (In Russ.)].
7. Braith RW, Casey DP, Beck DT. Enhanced external counterpulsation for ischemic heart disease: a look behind the curtain. *Exerc Sport Sci Rev*. 2012;40(3):145-152. https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318253de5e
8. Braverman DL, Braitman L, Figueredo VM. The safety and efficacy of enhanced external counterpulsation as a treatment for angina in patients with aortic stenosis. *Clin Cardiol*. 2013;36(2):82-87. https://doi.org/10.1002/clc.22073
9. Eftekhari A, May O. The immediate hemodynamic effects of enhanced external counterpulsation on the left ventricular function. *Scand Cardiovasc J*. 2012;46(2):81-86. https://doi.org/10.3109/14017431.2012.654814
10. Casey DP, Beck DT, Nichols WW, Conti CR, Choi CY, Khuddus MA, Braith RW. Effects of enhanced external counterpulsation on arterial stiffness and myocardial oxygen demand in patients with chronic angina pectoris. *Am J Cardiol*. 2011;107(10): 1466-1472. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2011.01.021
11. Werner D, Tragner P, Wawer A, Porst H, Daniel WG, Gross P. Enhanced external counterpulsation: a new technique to augment renal function in liver cirrhosis. *Nephrol Dial Transplant*. 2005;20(5):920-926. https://doi.org/10.1093/ndt/gfh755
12. Jungehuelsing GJ, Liman TG, Brunecker P, Ebel A, Endres M, Buschmann I, Pagonas N, Buschmann EE; Arteriogenesis Network; Center for Stroke Research Berlin. Does external counterpulsation augment mean cerebral blood flow in the healthy brain? Effects of external counterpulsation on middle cerebral artery flow velocity and cerebrovascular regulatory response in healthy subjects. *Cerebrovasc Dis*. 2010;30(6):612-617. https://doi.org/10.1159/000319891
13. Shah SA, Shapiro RJ, Mehta R, Snyder JA. Impact of enhanced external counterpulsation on Canadian Cardiovascular Society angina class in patients with chronic stable angina: a meta-analysis. *Pharmacotherapy*. 2010;30(7):639-645. https://doi.org/10.1592/phco.30.7.639
14. Michaels AD, Linnemeier G, Soran O, Kelsey SF, Kennard ED. Two-year outcomes after enhanced external counterpulsation for stable angina pectoris (from the International EECP Patient Registry [IEPR]). *Am J Cardiol*. 2004;93(4):461-464. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2003.10.044
15. Shechter M, Matetzky S, Feinberg MS, Chouraqui P, Rotstein Z, Hod H. External counterpulsation therapy improves endothelial function in patients with refractory angina pectoris. *J Am Coll Cardiol*. 2003;42(12):2090-2095. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.05.013
16. Harrison DG, Widder J, Grumbach I, Chen W, Weber M, Searles C. Endothelial mechanotransduction, nitric oxide and vascular inflammation. *J Intern Med*. 2006;259(4):351-363. https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2006.01621.x
17. Bonetti PO, Gadasalli SN, Lerman A, Barsness GW. Successful Treatment of Symptomatic Coronary Endothelial Dysfunction With Enhanced External Counterpulsation. *Mayo Clin Proc*. 2004;79(5):690-692. https://doi.org/10.4065/79.5.690
18. Yang DY, Wu GF. Vasculoprotective properties of enhanced external counterpulsation for coronary artery disease: beyond the hemodynamics. *Int J Cardiol*. 2013;166(1):38-43. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.04.003
19. Liu Y, Xiong Y, Liu D, Luo C, Zhang Y, Wu G, Xie Q, Dong Y, Zheng Z. The effect of enhanced external counterpulsation on C-reactive protein and flow-mediated dilation in porcine model of

hypercholesterolaemia. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2012;32 (4):262-267. https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2012.01120.x

20. Xiong Y, Ren YF, Xu J, Yang DY, He XH, Luo JY, Rana JS, Zhang Y, Zheng ZS, Liu DH, Wu GF. Enhanced external counterpulsation inhibits endothelial apoptosis via modulation of BIRC2 and Apaf-1 genes in porcine hypercholesterolemia. *Int J Cardiol.* 2014;171(2): 161-168. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.11.033
21. Gurovich AN, Braith RW. Enhanced external counterpulsation creates acute blood flow patterns responsible for improved flow-mediated dilation in humans. *Hypertens Res.* 2013;36(4):297-305. https://doi.org/10.1038/hr.2012.169
22. Chatzizisis YS, Coskun AU, Jonas M, Edelman ER, Feldman CL, Stone PH. Role of endothelial shear stress in the natural history of coronary atherosclerosis and vascular remodeling: molecular, cellular, and vascular behavior. *J Am Coll Cardiol.* 2007;49(25):2379-2393. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.02.059
23. Kervinen H, Manttari M, Kaartinen M, Mäkynen H, Palosuo T, Pulkki K, Kovanen PT. Prognostic usefulness of plasma monocyte/macrophage and T-lymphocyte activation markers in patients with acute coronary syndromes. *Am J Cardiol.* 2004; 94(8):993-996. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2004.06.052
24. Сударев А.М., Бородянская Е.С., Дьяченко А.И. *Моделирование гемодинамических эффектов наружной контрпульсации с помощью электрических аналогий.* III Евразийский конгресс по медицинской физике и инженерии «Медицинская физика-2010»; июнь 21—25, 2010, Москва. [Sudarev AM, Borodyanskaya ES, Dyachenko AI. *Modelirovanie gemodinamicheskikh effektov naruzhnoi kontrpul'satsii s pomoshch'yu elektricheskikh analogii*. III Evraziiskii kongress po meditsinskoi fizike i inzhenerii «Meditsinskaya fizika-2010»; 2010 June 21—25; Moscow. (In Russ.)].
25. Амосов Г.Г., Морозов К.М. Гемодинамические особенности в патогенезе хронических облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей и перспективы применения нисходящей ритмической пневмокомпрессии для лечения больных. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2008; 7:3:33-39. [Amosov GG, Morozov KM. Gemodinamicheskie osobennosti v patogeneze hronicheskih obliterirujushhih zabolevanij arterij nizhnih konechnostej i perspektivy primenenija nishodjashhej ritmicheskoj pnevmokompressii dlja lechenija bol'nyh. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya*. 2008;7(3):33-39. (In Russ.)].
26. Липницкий Е.М., Амосов Г.Г., Морозов К.М., Затерюкин А.Б., Платонов А.Ю., Вайдья А. Применение ритмической пневмокомпрессии для лечении больных с хроническими облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей. *Ангиология сосудистая хирургия*. 2007;13:3:22-26. [Lipnitsky EM, Amosov, GG, Morozov KM, Zateryukin A.B., Platonov A.Yu., Vaid'ya A. Rhythmic pneumocompression for treatment of patients with chronic obliterating diseases of the lower-limb arteries. *Angiologiya sosudistaya khirurgiya*. 2007;13 (3):22-26. (In Russ.)].
27. Masuda D, Nohara R, Kataoka K, et al. Enhanced external counterpulsation promotes angiogenesis factors in patients with chronic stable angina. *Circulation*. 2001;104(17 suppl II):II445(2109).
28. Silver MA. Mechanisms and evidence for the role of enhanced external counterpulsation in heart failure management. *Curr Heart Failure Rep.* 2006;3(1):25-32. https://doi.org/10.1007/s11897-006-0028-4
29. Атьков О.Ю., Зудин А.М., Шугушев З.Х., Орлова М.А., Сударев А.М., Коротич Е.В., Максимкин Д.А., Патрикеев А.В. Непосредственные результаты применения кардиосинхронизированной последовательной антеградной пневмокомпрессии у больных мультифокальным атеросклерозом. *Российский кардиологический журнал.* 2015;3(119):82-88. [At'kov OYu, Zudin AM, Shugushev ZH, Orlova MA, Sudarev AM, Korotich EV, Maksimkin DA, Patrikeev AV. Short-term results of cardiosynchronized consequential antegrade pneumocompression in patients with multifocal atherosclerosis. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal.* 2015;3(119):82-88. (In Russ.)].
30. Urano H, Ikeda H, Ueno T, Matsumoto T, Murohara T, Imaizumi T. Enhanced external counterpulsation improves exercise tolerance, reduces exercise-induced myocardial ischemia and improves left ventricular diastolic filling in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37(1):93-99. https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01095-0
31. Luo C, Liu D, Wu G, Hu C, Zhang Y, Du Z, Dong Y. Effect of enhanced external counterpulsation on coronary slow flow and its relation with endothelial function and inflammation: a mid-term follow-up study. *Cardiology.* 2012;122(4):260-268. https://doi.org/10.1159/000339876
32. Kozdağ G, Ertaş G, Aygün F, Emre E, Kirbaş A, Ural D, Soran O. Clinical effects of enhanced external counterpulsation treatment in patients with ischemic heart failure. *Anadolu Kardiyol Derg.* 2012;12(3):214-221. https://doi.org/10.5152/akd.2012.064
33. Martin JS, Beck DT, Aranda JM Jr., Braith RW. Enhanced external counterpulsation improves peripheral artery function and glucose tolerance in subjects with abnormal glucose tolerance. *J Appl Physiol.* 1985;2012;112(5):868-876. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01336.2011
34. Soran O, Ikizler C, Sengul A, Cuğlan B, Kennard E, Kelsey S. Comparison of long term clinical outcomes, event free survival rates of patients undergoing enhanced external counterpulsation for coronary artery disease in the United States and Turkey. *Turk Kardiyol Dern Ars.* 2012;40(4):323-330. https://doi.org/10.5543/tkda.2012.59144
35. Bondesson SM, Jakobsson U, Edvinsson L, Hallberg IR. Hospital utilization and costs for spinal cord stimulation compared with enhanced external counterpulsation for refractory angina pectoris. *J Eval Clin Pract.* 2013;19(1):139-147. https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2011.01784.x

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

***Ворошилова Дарья Николаевна** [**Daria N. Voroshilova**]; адрес: Россия, 105120, Москва, Земляной Вал, 53 [address: 53 Zemlyanoy Val, 105120 Moscow, Russia]; **ORCID:** http://orcid.org/0000-0002-4972-1592; **e-mail:** dnvoroshilova@gmail.com

Бадтиева Виктория Асланбековна, профессор, член-корреспондент РАН [**Viktoriya A. Badtieva,** MD, PhD, Russian Academy of Sciences, corresponding member]; **ORCID:** http://orcid.org/0000-0003-4291-679X; **eLibrary SPIN:** 9628-7287; **e-mail:** vbadtieva@gmail.com

ИНФОРМАЦИЯ

Рукопись получена: 17.05.17. Одобрена к публикации: 02.10.17.

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Бадтиева В.А., Ворошилова Д.Н. Применение метода усиленной наружной контрпульсации в лечении сердечно-сосудистых заболеваний. // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. — 2018. — Т.95. — №2. — С.51-57. https://doi.org/10.17116/kurort201895251-57

TO CITE THIS ARTICLE:

Badtieva VA, Voroshilova DN. The implementation of the method of enhanced external counter pulsation for the treatment of cardiovascular diseases. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy.* 2018;95(2):51-57. https://doi.org/10.17116/kurort2017895251-57