

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УСИЛЕННОЙ НАРУЖНОЙ КОНТРПУЛЬСАЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СЕРДЦА И СОСУДОВ

И.М. Кузьмина, А.М. Шкляр

НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы, Москва, Российская Федерация

APPLICABILITY OF ENHANCED EXTERNAL COUNTERPULSATION IN TREATMENT OF PATIENTS WITH HEART AND VASCULAR DISEASES

I.M. Kuzmina, A.M. Shklyarov

N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Healthcare Department, Moscow, Russian Federation

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются различные аспекты применения метода усиленной наружной контрпульсации в лечении больных с различными сосудистыми заболеваниями, включая ишемическую болезнь сердца, а также обсуждаются возможности широкого использования такого метода в условиях реальной клинической практики. Приведена доказательная база применения метода усиленной наружной контрпульсации, а также рассмотрены условия безопасного и эффективно-го использования такого метода при лечении больных с сосудистыми заболеваниями.

Ключевые слова:

усиленная наружная контрпульсация, мультифокальный атеросклероз, синхронизация пульсовой волны

SUMMARY

The article presents various aspects of enhanced external counterpulsation in treatment of patients with various cardiovascular diseases, including coronary heart disease, and also discussion on the possibility of widespread use of this method in clinical practice. The review also presents the evidence base of enhanced external counterpulsation use, and requirements for the safe and effective use of this method in patients with vascular diseases.

Keywords:

enhanced external counterpulsation, multifocal atherosclerosis, synchronization pulse wave

ВАБК — внутриаортальная баллонная контрпульсация
ИБС — ишемическая болезнь сердца
ИМ — инфаркт миокарда
КА — коронарная артерия

ЛЖ — левый желудочек
УНКП — усиленная наружная контрпульсация
ЧСС — частота сердечных сокращений
ЭД — эректильная дисфункция

Интерес к использованию альтернативных вмешательств для лечения больных с устойчивой к лечению стенокардией, у которых невозможно выполнение полной реваскуляризации миокарда, определяется большим числом больных ишемической болезнью сердца (ИБС) и тяжелым поражением коронарных артерий (КА). Именно у таких больных часто имеют место сопутствующие заболевания и нередко технически невозможно добиться эффективной реваскуляризации миокарда. Так, результаты обсервационного исследования *European Heart Survey* свидетельствовали о том, что у 14% больных с ИБС невозможно выполнение прямой механической реваскуляризации миокарда [1]. Сходные данные были получены и американскими исследователями: на основании изучения 1,1 млн ангиограмм КА было рассчитано, что примерно у 154 000–176 000 больных ИБС имеется поражение коронарного русла, при котором невозможно выполнить реваскуляризацию миокарда [2]. Причем примерно у 30% больных с клиническими проявлениями ИБС, у которых при коронарографии выявляется гемодина-

мически значимое поражение КА, по тем или иным причинам не выполняется полная реваскуляризация миокарда [3].

Таким образом, очевидна потребность в применении альтернативных вмешательств, направленных на уменьшение выраженности стенокардии и улучшение качества жизни больных. Такие вмешательства могут быть инвазивными (например, предложенная недавно чрескожная имплантация устройства для сужения коронарного синуса [4]), а также неинвазивными. Среди последних особое внимание заслуживает метод усиленной наружной контрпульсации (УНКП), различные аспекты применения которого у больных с сосудистыми заболеваниями, включая ИБС, будут обсуждаться далее.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА УСИЛЕННОЙ НАРУЖНОЙ КОНТРПУЛЬСАЦИИ

Теоретические обоснования метода контрпульсации были предложены в середине XX века [5]. В 1953 г. братья *Kantrowitz* [6] впервые в ходе выполне-

ния экспериментального исследования установили, что синхронизированное с экстракорпоральным кровообращением повышение диастолического давления в аорте приводит к усилению коронарного кровотока. В 1958 г. D.E. Harken [7] предложил метод лечения больных с дисфункцией левого желудочка (ЛЖ), который состоял в удалении определенного количества крови через бедренную артерию в период систолы и быстром возвращении ее в кровоток в период диастолы. В последующем для реализации таких подходов к лечению больных с ишемической болезнью сердца был разработан метод внутриаортальной баллонной контрпульсации (ВАБК). В 1962 г. S.D. Moulopoulos et al. [8] сообщили о разработке экспериментального прототипа устройства для ВАБК, в котором изменение объема внутриаортального баллона синхронизировано с фазами сердечного цикла.

Дальнейшие исследования в этой области свидетельствовали о возможности добиться сходного с ВАБК эффекта за счет наружного сдавливания артериального русла [9, 10]. Первые аппараты для наружной контрпульсации представляли собой цилиндры, заполненные водой, которая активно откачивалась в систолу и заполнялась в диастолу [11].

В основе метода УНКП лежит предположение о том, что при увеличении диастолического давления в аорте можно добиться усиления перфузии миокарда за счет увеличения давления в КА. Особенность коронарного кровотока состоит в том, что основной объем крови (85%) поступает в КА во время диастолы, и только 15% — во время систолы, так как в систолу коронарные артерии сдавливаются мышечными волокнами. Таким образом, для коронарного кровотока характерна прерывистость и зависимость от разницы диастолического давления в аорте и конечного диастолического давления в ЛЖ (рис. 1).

Поскольку наружная контрпульсация представляет собой неинвазивное вмешательство, она характеризуется существенно меньшей травматичностью по сравнению с ВАБК. Представляют интерес результаты сравнения двух методов контрпульсации. В частности, в ходе выполнения экспериментальных исследований с использованием модели кардиогенного шока на животных не удалось установить статистически значимые различия эффектов применения наружной и внутриаортальной контрпульсации, что стало основанием для дальнейшего совершенствования метода УНКП [12].

В современных системах УНКП компрессия конечностей достигается с помощью пневматических манжет (рис. 2). Обычно каждая манжета делится на три сегмента, последовательно сжимающих мышцы голени, нижней трети бедра и верхней трети бедра с захватом ягодиц. Специальная система обеспечивает синхронизацию скорости ретроградной пульсовой волны с электрокардиограммой для достижения волны устья аорты к моменту закрытия аортального клапана. Увеличение диастолического давления в аорте приводит к увеличению давления в КА и улучшению перфузии миокарда, а быстрая декомпрессия манжет в систолу обуславливает снижение периферического сосудистого сопротивления и уменьшение после нагрузки на ЛЖ. Кроме того, результаты нескольких исследований свидетельствуют о других благоприятных физиологических эффектах УНКП [13].

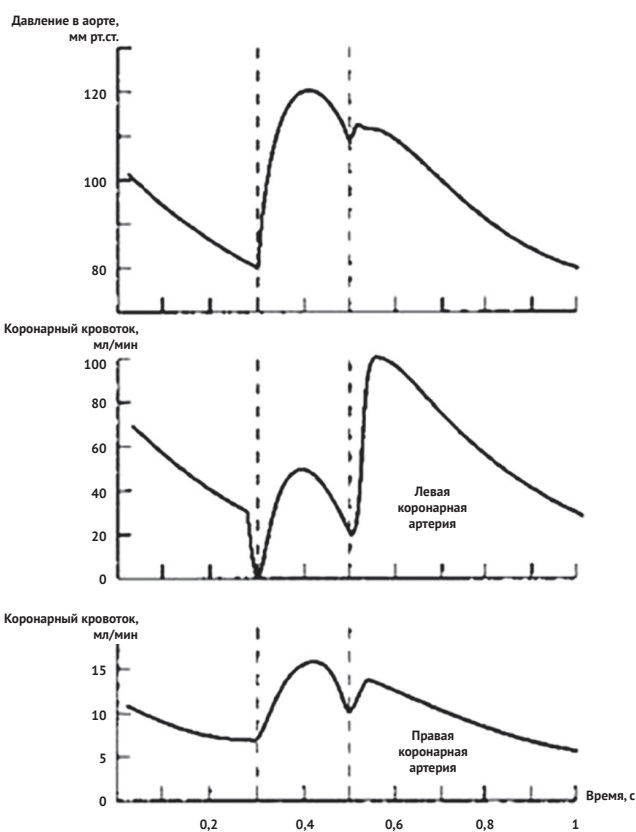


Рис. 1. Увеличение диастолического давления в аорте за счет усиления перфузии миокарда при усиленной наружной контрпульсации

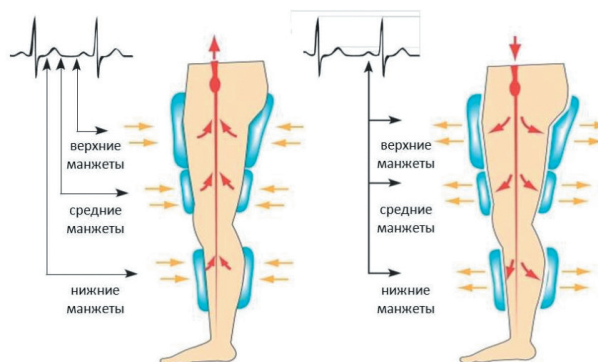


Рис. 2. Пневматические манжеты

Улучшение периферического и коллатерального кровоснабжения, снижение посленагрузки и уменьшение механической работы сердца, а также влияние на нервную и гормональную регуляцию тонуса сосудов определяет возможный спектр показаний к выполнению УНКП (рис. 3).

Заболевания, при которых отмечены положительные эффекты УНКП:

- стенокардия напряжения I–IV функциональных классов;
- облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей;
- сосудистые заболевания головного мозга;
- сосудистые заболевания микроциркуляторного русла;
- эректильная дисфункция сосудистого генеза.

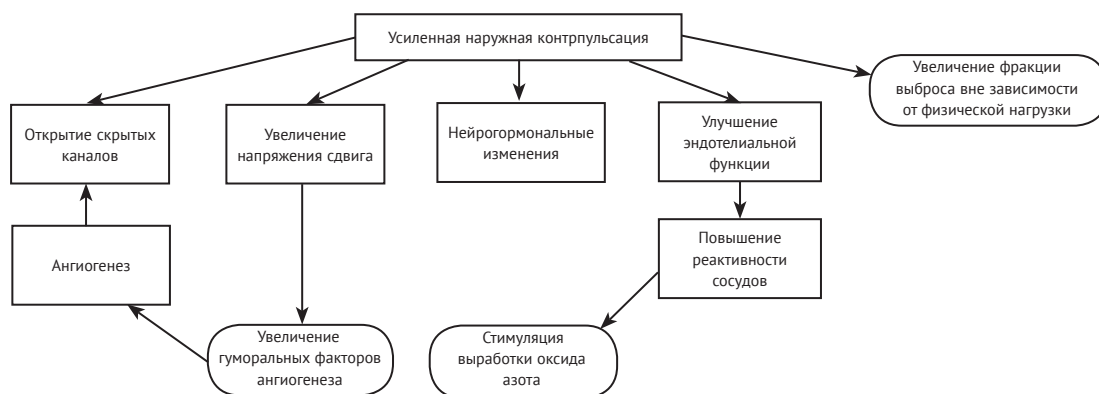


Рис. 3. Влияние усиленной наружной контрпульсации на нервную и гормональную регуляцию тонуса сосудов

ПРИМЕНЕНИЕ УНКП ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ИБС

ИБС остается одной из важных проблем современной кардиологии. Несмотря на развитие терапевтических подходов к лечению этого заболевания, ИБС остается одной из основных причин смертности среди сердечно-сосудистых заболеваний. Увеличение коронарного кровотока за счет возрастания конечного диастолического давления в аорте приводит не только к улучшению перфузии миокарда, но и к высвобождению большого количества эндогенных факторов ангиогенеза, стимулирующих развитие коронарного кровоснабжения. Полученные к настоящему моменту данные свидетельствуют о перспективности применения этой методики у данной категории пациентов, отмечая снижение частоты и длительности приступов стенокардии, увеличение ими переносимости физических нагрузок на фоне УНКП. В 2004 г. были опубликованы результаты исследования по оценке влияния УНКП на течение острого инфаркта миокарда (ИМ), в которое были включены 24 больных. Среди положительных эффектов УНКП отмечены такие изменения гемодинамических показателей, как увеличение сердечного выброса без существенного увеличения частоты сердечных сокращений (ЧСС), что сопровождалось снижением концентрации в крови предсердного натрийуретического пептида [14]. Для оценки клинической эффективности методики УНКП у больных с ИБС было выполнено несколько обсервационных исследований.

В ходе выполнения исследования *MUST-EECP* (*MUlticenter SStudy of Enhanced External Counter Pulsation*) [15], многоцентрового рандомизированного слепого исследования с использованием имитации вмешательства в группе контроля, были получены данные об эффективности применения УНКП для уменьшения частоты приступов стенокардии и улучшения качества жизни больных со стабильной стенокардией. В исследовании были включены 139 больных со стенокардией и подтвержденным стенозом более чем на 70% хотя бы одной КА. Продолжительность периода переносимости нагрузки в группе УНКП увеличивалась в большей степени с 426 ± 20 до 470 ± 20 с ($p < 0,001$) по сравнению с группой контроля, в которой она увеличивалась с 432 ± 22 до 464 ± 22 с ($p < 0,03$). Выполнение УНКП приводило к увеличению продолжительности периода до развития снижения сегмента *ST* от изоэлектрической линии на 1 мм и более только в группе УНКП (с 337 ± 18 до 379 ± 18 с; $p < 0,002$), в то время как в группе контроля существенного изменения этого показателя не отмечалось (изменение с 326 ± 21 до 330 ± 20 с; $p < 0,74$). При

проведении УНКП положительные результаты удалось получить у 80–81% пациентов.

Результаты анализа данных о больных, включенных в Международный регистр УНКП, предоставили важную информацию об эффектах УНКП. Непосредственно после контрпульсации 79% больных отметили, что их качество жизни соответствует хорошему или отличному, а 70% больных также высоко оценили свое состояние здоровья. В целом длительно наблюдались 1097 больных. В течение 2 лет умерли 9% больных, а у 22,9 и 12% больных развились нестабильная стенокардия, ИМ или утяжеление клинических проявлений сердечной недостаточности. В течение такого же периода наблюдения, составившего (2 года), 41% больных были госпитализированы в кардиологическое отделение, 11% из них было выполнено чрескожное вмешательство на КА со стентированием, а 5% — коронарное шунтирование. Через 2 года оценили свое качество жизни и состояние здоровья как хорошее или отличное 64% и 55% больных соответственно. Таким образом, данные регистра позволяют предположить положительное влияние УНКП на сердечно-сосудистую систему.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНКП ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ САТЕРОСКЛЕРОЗОМ АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Хронические облитерирующие заболевания артерий нижних конечностей составляют около 20% от всех сердечно-сосудистых заболеваний. С возрастом частота облитерирующих заболеваний увеличивается, достигая к 6–7-му десятилетию жизни 5–7% [16].

У этой категории пациентов возможно использование пневмокомпрессии как несинхронизированной с ЭКГ, например, ритмической пневмокомпрессии в режиме «бегущей волны», не синхронизированной с ЭКГ [17], так и последовательной пневмокомпрессии с ЭКГ-синхронизацией [18]. Метод УНКП не только постоянно совершенствуется — открываются, кроме того, новые возможности его использования. Так, отечественными авторами разработан метод антеградной пневмокомпрессии, синхронизированной с ЭКГ, и сравнительный анализ его эффективности с обычной контрпульсацией. Эффективность оценивалась по данным фотоплетизмографии на основании измерения лодыжечно-плечевого индекса, а также на основании функциональных проб, в частности, теста с ходьбой в течение 6 мин. Полученные результаты позволяют говорить об эффективности и перспектив-

ности использования пневмокомпрессии при облитерирующих заболеваниях нижних конечностей [19].

УНКП ПРИ ОСТРОМ КОРОНАРНОМ СИНДРОМЕ

Учитывая положительное влияние наружной контрпульсации на коронарную перфузию и стимуляцию ангиогенеза, вполне ожидаемы успешные результаты от проведения процедуры у пациентов с острой недостаточностью кровоснабжения. В настоящее время имеются данные о положительном влиянии метода на эту категорию больных [20]. В то же время необходимо принимать во внимание то, что многие положительные эффекты УНКП связаны с увеличением венозного возврата к сердцу, что при определенных условиях может ухудшить состояние пациентов. В 2004 г. в работе, опубликованной *Taguchiet al.*, было отмечено, что проведение УНКП у пациентов с острым ИМ способствует улучшению функционального состояния миокарда: увеличивается сердечный индекс при сохранении прежней ЧСС, в лабораторных тестах отмечено увеличение концентрации предсердного натрийуретического пептида в крови. [14].

ПРИМЕНЕНИЕ УНКП ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ СОСУДИСТОГО ГЕНЕЗА

Эректильная дисфункция (ЭД) считается не только самостоятельной нозологической патологией, она — важный прогностический фактор развития сосудистых заболеваний. Одним из главных механизмов развития сердечно-сосудистых заболеваний и эректильной дисфункции сосудистого генеза считается снижение выработки эндотелием оксида азота, что, в свою очередь, приводит к нарушению зависимой от NO релаксации гладких мышечных клеток сосудов и кавернозной ткани. Увеличивая продукцию оксида азота, УНКП усиливает артериальную вазодилатацию артерий пениса и способствует усилению эрекции. Небольшое исследование, проведенное в 1998 г. и включавшее в себя 13 пациентов с диагнозом артериогенной ЭД, продемонстрировало клиническую эффективность метода у 84% больных уже в результате 20-часового курса. У 40% пациентов симптомы ЭД были полностью купированы [21]. Кроме того, улучшение эректильной функции создает благоприятный психологический фон (что не может не отражаться на приверженности лечению) и значимо улучшает качество жизни пациентов.

БЕЗОПАСНОСТЬ УНКП

Вопрос безопасности проведения УНКП широко обсуждается и изучается в большом числе клинических исследований. В первую очередь, возможные негативные результаты УНКП связывают с увеличением преднагрузки вследствие увеличения венозного возврата к сердцу.

Согласно имеющимся рекомендациям, противопоказаниями к УНКП являются:

— декомпенсированная застойная сердечная недостаточность;

ЛИТЕРАТУРА

1. *Lenzen M.J., Scholte op Reimer W., Norekval T.M., et al.* Pharmacological treatment and perceived health status during 1-year follow up in patients diagnosed with coronary artery disease, but ineligible for revascularization: Results from the Euro Heart Survey on coronary revascularization // *Eur. J. Cardiovasc. Nurs.* – 2006. – Vol. 5, N. 2. – P. 115–121.
2. *Lloyd-Jones D., Adams R., Carnethon M., et al.* Heart disease and stroke statistics—2009 update. A report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee // *Circulation.* – 2009. – Vol. 119, N. 3. – e21–e181.

- тяжелая патология клапанного аппарата сердца;
- ИМ в последние 3 месяца;
- нестабильная стенокардия;
- тяжелая неконтролируемая артериальная гипертензия на уровне 3-й степени;
- злокачественные аритмии (неправильная форма трепетания предсердий, тахисистолическая форма трепетания/мерцания предсердий, желудочковые нарушения ритма);
- тяжелая патология периферических сосудов;
- катетеризация сердца менее, чем 2 недели назад в связи с вероятностью кровотечения из места пункции бедренной артерии;
- тромбоз (тромбоз), тяжелая варикозная болезнь, трофические язвы;
- геморрагический диатез, терапия непрямых антикоагулянтами с международным нормализованным отношением более 2,0;
- высокая легочная гипертензия;
- аневризма грудного или брюшного отдела аорты;
- беременность.

В исследовании, выполненном *W.E. Lawson et al.* [22], была подтверждена клиническая эффективность и безопасность УНКП у больных с застойной сердечной недостаточностью, а также со стабильной стенокардией в сочетании с систолической дисфункцией ЛЖ (и фракцией выброса менее 35%). В ходе выполнения исследования отмечено уменьшение функционального класса стенокардии и улучшение качества жизни пациентов. Более того, при сравнительном анализе лечения пациентов с тяжелой дисфункцией ЛЖ и без нее методом УНКП было выяснено, что снижение функционального класса стенокардии было одинаковым в обеих группах, а в группах с дисфункцией ЛЖ, кроме того, отмечено увеличение ударного объема и сердечного индекса за счет снижения общего периферического сосудистого сопротивления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Только сейчас, благодаря новейшим инженерным технологиям, метод, известный в медицине более полувека, обретает вторую жизнь. Накопленный к настоящему времени опыт по использованию УНКП в клинической практике свидетельствует об эффективности метода, возможности его применения при различной патологии и экономической привлекательности. Техническая простота УНКП (при тщательном отборе пациента с учетом противопоказаний) и возможность амбулаторного применения УНКП расширяют перспективу лечения и улучшают отдаленный прогноз широкого круга больных с мультифокальным атеросклерозом сопровождающимся ИБС, у которых невозможно выполнение полной реваскуляризации миокарда.

3. *Williams B., Menon M., Satran D., et al.* Patients with coronary artery disease not amenable to traditional revascularization: prevalence and 3-year mortality // *Catheter Cardiovasc. Interv.* – 2010. – Vol. 75, N. 6. – P. 886–891.
4. *Verheye S., Jolicœur E.M., Behan M.W., et al.* Efficacy of a device to narrow the coronary sinus in refractory angina // *N. Engl. J. Med.* – 2015. – Vol. 372, N. 6. – P. 519–527.
5. *Feldman A.M.* External enhanced counterpulsation: mechanisms failure of action // *Clin. Cardiol.* – 2002. – Vol. 25, N. 12. – Suppl. 2. – S. 11–15.

6. Kantrowitz A. Experimental augmentation of coronary flow by retardation of the arterial pressure pulse // *Surgery*. – 1953. – Vol. 34, N. 4. – P. 678–687.
7. Harken D.E. The surgical treatment of acquired valvular disease // *Circulation*. – 1958. – Vol. 18. – P. 1–6.
8. Mouloupoulos S.D., Topaz S.R., Kolff W.J. Extracorporeal assistance to the circulation and intraaortic balloon pumping // *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*. – 1962. – Vol. 8. – P. 85–89.
9. Dennis C.E., Moreno J.R., Half D.F., et al. Studies on external counterpulsation as a potential means for acute left heart failure // *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*. – 1963. – Vol. 9. – P. 186–191.
10. Giron F., Birtwel W.C., Soroff H.S., et al. Assisted circulation by synchronous pulsation of extramural pressure // *Surgery*. – 1966. – Vol. 60, N. 4. – P. 894–901.
11. Birtwell W.C., Giron F., Soroff H.S., et al. Support of systemic circulation and left ventricular assist by synchronous pulsation of extramural pressure // *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*. – 1965. – Vol. 11. – P. 43–51.
12. Cohen L.S., Multins C.B., Mitchell J.H. Sequenced external counterpulsation and intraaortic balloon pumping in cardiogenic shock // *Am. J. Cardiol*. – 1973. – Vol. 32, N. 5. – P. 656–661.
13. Bonetti P.O., Holmes D.R., Lerman A., Barsness G.W. Enhanced external counterpulsation for ischemic heart disease: what behind the curtain? // *J. Am. Coll. Cardiol*. – 2003. – Vol. 41, N. 11. – P. 1918–1925.
14. Taguchi I., Ogawa K., Kanaya T., et al. Effects of enhanced external counterpulsation on hemodynamics and its mechanism. Relation to neurohumoral factors // *Circ. J.* – 2004. – Vol. 68, N. 11. – P. 1030–1034.
15. Arora R.R., Chou T.M., Jain D., et al. The multicenter study of enhanced external counterpulsation (MUST-EECP): effect of EECP on exercise-induced myocardial ischemia and anginal episodes // *J. Am. Coll. Cardiol*. – 1999. – Vol. 33, N. 7. – P. 1833–1840.
16. Fowkes F.G., Housley E., Cawood E.H., et al. Edinburgh artery study: prevalence of asymptomatic and symptomatic peripheral arterial disease in the general population // *Int. J. Epidemiol*. – 1991. – Vol. 20, N. 2. – P. 384–392.
17. Delis K.T., Knaggs A.L. Duration and amplitude decay of acute arterial leg inflow enhancement with intermittent pneumatic leg compression: an insight into the implicated physiologic mechanisms // *J. Vasc. Surg.* – 2005. – Vol. 42, N. 4. – P. 717–725.
18. Dillon R.S. Fifteen years of experience in treating 2, 177 episodes of foot and leg lesions with circulator boot. Results of treatments with the circulator boot // *Angiology*. – 1997. – Vol. 48, N. 5. – Pt. 2. – S17–S34.
19. Сударев А.М. Лечение хронических облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2013. – № 1. – С. 26–32.
20. Диагностика и лечение больных острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST ЭКГ: национальные клинические рекомендации / Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2007. – Т. 6, № 8. – Прил. 1.
21. Froschmaier S.E., Werner D., Leike S., et al. Enhanced external counterpulsation as a new treatment modality for patients with erectile dysfunction // *Urol Int*. – 1998. – Vol. 61, N. 3. – P. 168–171.
22. Lawson W.E., Kennard E.D., Holubkov R., et al. Benefit and safety of enhanced external counterpulsation in treating coronary artery disease patients with a history of congestive heart failure // *Cardiology*. – 2001. – Vol. 96, N. 2. – P. 78–84.

REFERENCES

1. Lenzen M.J., Scholte op Reimer W., Norekval T.M., et al. Pharmacological treatment and perceived health status during 1-year follow up in patients diagnosed with coronary artery disease, but ineligible for revascularization: Results from the Euro Heart Survey on coronary revascularization. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2006; 5 (2): 115–121.
2. Lloyd-Jones D., Adams R., Carnethon M., et al. Heart disease and stroke statistics—2009 update. A report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation*. 2009; 119 (3): e21–e181.
3. Williams B., Menon M., Satran D., et al. Patients with coronary artery disease not amenable to traditional revascularization: prevalence and 3-year mortality. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010; 75 (6): 886–891.
4. Verheye S., Jolicœur E.M., Behan M.W., et al. Efficacy of a device to narrow the coronary sinus in refractory angina. *N. Engl. J. Med*. 2015; 372 (6): 519–527.
5. Feldman A.M. External enhanced counterpulsation: mechanisms failure of action. *Clin Cardiol*. 2002; 25 (12): Suppl 2: 11–15.
6. Kantrowitz A. Experimental augmentation of coronary flow by retardation of the arterial pressure pulse. *Surgery*. 1953; 34 (4): 678–687.
7. Harken D.E. The surgical treatment of acquired valvular disease. *Circulation*. 1958; 18: 1–6.
8. Mouloupoulos S.D., Topaz S.R., Kolff W.J. Extracorporeal assistance to the circulation and intraaortic balloon pumping. *Trans Am SocArtif Intern Organs*. 1962; 8: 85–89.
9. Dennis C.E., Moreno J.R., Half D.F., et al. Studies on external counterpulsation as a potential means for acute left heart failure. *Trans Am SocArtif Intern Organs*. 1963; 9: 186–191.
10. Giron F., Birtwel W.C., Soroff H.S., et al. Assisted circulation by synchronous pulsation of extramural pressure. *Surgery*. 1966; 60 (4): 894–901.
11. Birtwell W.C., Giron F., Soroff H.S., et al. Support of systemic circulation and left ventricular assist by synchronous pulsation of extramural pressure. *Trans Am Soc Artif Intern. Organs*. 1965; 11: 43–51.
12. Cohen L.S., Multins C.B., Mitchell J.H. Sequenced external counterpulsation and intraaortic balloon pumping in cardiogenic shock. *Am J Cardiol*. 1973; 32 (5): 656–661.
13. Bonetti P.O., Holmes D.R., Lerman A., Barsness G.W. Enhanced external counterpulsation for ischemic heart disease: what behind the curtain? *J Am Coll Cardiol*. 2003; 41 (11): 1918–1925.
14. Taguchi I., Ogawa K., Kanaya T., et al. Effects of enhanced external counterpulsation on hemodynamics and its mechanism. Relation to neurohumoral factors. *Circ J*. 2004; 68 (11): 1030–1034.
15. Arora R.R., Chou T.M., Jain D., et al. The multicenter study of enhanced external counterpulsation (MUST-EECP): effect of EECP on exercise-induced myocardial ischemia and anginal episodes. *J Am Coll Cardiol*. 1999; 33 (7): 1833–1840.
16. Fowkes F.G., Housley E., Cawood E.H., et al. Edinburgh artery study: prevalence of asymptomatic and symptomatic peripheral arterial disease in the general population. *Int J Epidemiol*. 1991; 20 (2): 384–392.
17. Delis K.T., Knaggs A.L. Duration and amplitude decay of acute arterial leg inflow enhancement with intermittent pneumatic leg compression: an insight into the implicated physiologic mechanisms. *J Vasc Surg*. 2005; 42 (4): 717–725.
18. Dillon R.S. Fifteen years of experience in treating 2, 177 episodes of foot and leg lesions with circulator boot. Results of treatments with the circulator boot. *Angiology*. 1997; 48 (5) Pt2: S17–S34.
19. Сударев А.М. Лечение хронических облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей [Treatment of chronic obliterating diseases of lower limb arteries]. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2013; 1: 26–32. (In Russian).
20. Диагностика и лечение больных острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST ЭКГ: национальные клинические рекомендации [Diagnosis and treatment of patients with acute myocardial infarction with ST-segment elevation ECG]. *Vserossiyskoe nauchnoe obshchestvo kardiologov*. 2007.6 (8): Suppl 1. (In Russian).
21. Froschmaier S.E., Werner D., Leike S., et al. Enhanced external counterpulsation as a new treatment modality for patients with erectile dysfunction. *Urol Int*. 1998; 61 (3): 168–171.
22. Lawson W.E., Kennard E.D., Holubkov R., et al. Benefit and safety of enhanced external counterpulsation in treating coronary artery disease patients with a history of congestive heart failure. *Cardiology*. 2001; 96 (2): 78–84.

Поступила 03.03.2015

Контактная информация:

Кузьмина Ирина Михайловна,
к.м.н., заведующая отделением неотложной кардиологии
для больных инфарктом миокарда
НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы
e-mail: ikuzmina@gmail.com