

## НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КАРДИОСИНХРОНИЗИРОВАННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ АНТЕГРАДНОЙ ПНЕВМОКОМПРЕССИИ У БОЛЬНЫХ МУЛЬТИФОКАЛЬНЫМ АТЕРОСКЛЕРОЗОМ

Атьков О. Ю.<sup>2,3</sup>, Зудин А. М.<sup>1,2</sup>, Шугушев З. Х.<sup>1,2</sup>, Орлова М. А.<sup>1,2</sup>, Сударев А. М.<sup>4,5</sup>, Коротич Е. В.<sup>5</sup>, Максимкин Д. А.<sup>1,2</sup>, Патрикеев А. В.<sup>1,2</sup>

**Цель.** Оценить эффективность КПАПК в комплексном лечении больных мультифокальным атеросклерозом с поражением артерий сердца и нижних конечностей.

**Материал и методы.** В исследование были включены 74 больных (66 мужчин и 8 женщин), возраст — 63,2±9,3 года: 32 (43%) с IIa стадией и 42 (57%) с IIb стадией ишемии нижних конечностей; 58 (80%) — с II ФК стенокардии и 16 (20%) — с III ФК стенокардии (CCS). КПАПК проводилась на аппаратно-программном комплексе «КАРДИОПУЛЬСАР». Протокол исследования состоял из 30 процедур по 60 мин в день. Эффективность КПАПК оценивалась по изменению показателей ЭхоКГ, теста 6-ти минутной ходьбы, ДБХ, ЛПИ, ЛДФ, индекса активности DASI, Эдинбургского опросника перемежающейся хромоты.

**Результаты.** Регресс клинических симптомов отмечен у всех пациентов, прошедших курс КПАПК в кардиосинхронизированном ангиорегиме: отмечено статистически значимое увеличение толерантности к физической нагрузке, ДБХ, ЛПИ, индекса активности DASI, показателей микроциркуляции по данным ЛДФ-метрии. Оценка параметров ЭХОКГ (КДР, КСР, КДО, КСО, ФВ ЛЖ) и ФК стенокардии показала, что после курса КПАПК коронарный кровоток существенно не изменился. У всех больных наблюдалось субъективное улучшение: увеличилась физическая активность, уменьшился дискомфорт в конечности, ощущение похолодания и зябкости в ногах.

**Заключение.** КПАПК является новым перспективным, неинвазивным, эффективным и безопасным методом лечения мультифокального атеросклероза с поражением сердца и сосудов нижних конечностей.

Российский кардиологический журнал 2015, 3 (119):

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2015-03->

**Ключевые слова:** мультифокальный атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, заболевания периферических артерий, микроциркуляция, пневмокомпрессия.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО РУДН, Москва; <sup>2</sup>НУЗ ЦКБ №2 им. Н.А. Семашко ОАО «РЖД», Москва; <sup>3</sup>ФГБОУ ВПО РНИМУ им.Н.И. Пирогова, Москва; <sup>4</sup>ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Москва; <sup>5</sup>ООО «КОНСТЭЛ», Москва, Россия.

Атьков О.Ю. — профессор, д.м.н., зав. кафедрой инструментальной диагностики, вице-президент ОАО «РЖД», Зудин А.М. — сердечно-сосудистый хирург, д.м.н., профессор кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии медицинского факультета, руководитель кардиологического центра НУЗ ЦКБ № 2, Шугушев З.Х. — кардиолог, рентгенэндоваскулярный хирург, зав отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения НУЗ ЦКБ № 2, д.м.н., профессор, зав. кафедрой сердечно-сосудистой хирургии, Орлова М.А.\* — врач-кардиолог отделения анестезиологии-реанимации №4 (для кардиологических больных) НУЗ ЦКБ № 2, соискатель кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии медицинского факультета, Сударев А.М. — кандидат физико-математических наук, разработчик аппарата «Кардиопульсар», Коротич Е.В. — разработчик аппарата «Кардиопульсар», Максимкин Д.А. — сердечно-сосудистый хирург, рентгенэндоваскулярный хирург ОРХМДЛ НУЗ ЦКБ № 2, к.м.н., ассистент кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии медицинского факультета, Патрикеев А.В. — заведующий ОАРКБ №4 НУЗ ЦКБ № 2, к.м.н., докторант кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии медицинского факультета.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): mara\_aa@rambler.ru

AG — артериальная гипертония, АД — артериальное давление, Ад — амплитуда дыхательных ритмов, Ам — амплитуда миогенных ритмов, Ан — амплитуда нейрогенных ритмов, Ас — амплитуда кардиальных ритмов, Аэ — амплитуда эндотелиальных ритмов, АКШ — ортокоронарное шунтирование, ЗПА — заболевания периферических артерий, ДАД — диастолическое артериальное давление, ДБХ — дистанция безболезненной ходьбы, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИКД — имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор, ИМ — инфаркт миокарда, КДО — конечно-диастолический объем, КДР — конечно-диастолический размер, КПАПК — кардиосинхронизированная последовательная антеградная пневмокомпрессия, КСО — конечно-систолический объем, КСР — конечно-систолический размер, ЛДФ — лазерная доплеровская флоуметрия, ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс, МА — мультифокальный атеросклероз, МНО — международное нормализованное отношение, НК — недостаточность кровообращения, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, ПМ — показатель микроциркуляции, Пш — показатель шунтирования, РКИ — рандомизированное клиническое исследование, РКК — функциональный резерв капиллярного кровотока, САД — систолическое артериальное давление, СрАД — среднее артериальное давление, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ТБКА — транслюминальная баллонная коронарная ангиопластика, УНКП — усиленная наружная контрпульсация, ФВ — фракция выброса левого желудочка, ФК — функциональный класс, ХОЗАНК — хронические заболевания артерий нижних конечностей, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ЦВЗ — цереброваскулярные заболевания, ЧСС — частота сердечных сокращений, ЭКГ — электрокардиограмма, ЭКС — электрокардиостимулятор, ЭхоКГ — эхокардиография, SO<sub>2</sub> — среднее относительное насыщение кислородом крови микроциркуляторного русла, σ (СКО) — среднее квадратичное отклонение колебаний показателя микроциркуляции, Kv — коэффициент вариации, Vr — объемное кровенаполнение тканей.

Рукопись получена 22.08.2014  
Рецензия получена 27.10.2014  
Принята к публикации 03.11.2014

## SHORT-TERM RESULTS OF CARDIOSYNCHRONIZED CONSEQUENTIAL ANTEGRADE PNEUMOCOMPRESSSION IN PATIENTS WITH MULTIFOCAL ATHEROSCLEROSIS

Atkov O. U.<sup>2,3</sup>, Zudin A. M.<sup>1,2</sup>, Shugushev Z. H.<sup>1,2</sup>, Orlova M. A.<sup>1,2</sup>, Sudarev A. M.<sup>4,5</sup>, Korotich E. V.<sup>5</sup>, Maximkin D. A.<sup>1,2</sup>, Patrikeev A. V.<sup>1,2</sup>

**Aim.** To evaluate the efficacy of CCAPC in complex treatment of the patients with multifocal atherosclerosis and involvement of the heart and lower extremities arteries.

**Material and methods.** Totally 74 patients included (66 men and 8 women), mean age 63,2±9,3 y.: 32 (43%) with IIa stage and 42 (57%) with IIb stage of lower extremities ischemia; 58 (80%) with II functional class of angina and 16 (20%) with III functional class (by CCS). CCAPC was performed on a "CARDIOPULSAR" software-hardware complex. The protocol of the study consisted in 30 procedures

by 60 min. per day. Efficacy of CCAPC was assessed by the changes in EchoCG, 6-minute walking test, DPW, ABI, LDF, activity index DASI, Edinburgh questionnaire of intermittent claudication.

**Results.** The regression of clinical symptoms was found in all patients after the treatment by CCAPC in cardiosynchronized angioregimen: the significant increase of exercise tolerance was found as DPW, ABI, DASI values, microcirculation parameters by LDF. The assessment of EchoCG parameters (EDS, ESS, EDV, ESV, LVEF) and functional class of angina revealed that after the course of CCAPC

coronary blood flow did not change significantly. All patients had a subjective improvement: physical activities increased, discomfort in lower extremities decreased as the feelings of chills and cold.

**Conclusion.** CCAPC is a novel important non-invasive effective and safe method of multifocal atherosclerosis treatment involving the heart and lower extremities vessels.

**Russ J Cardiol 2015, 3 (119):**

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2015-03->

Атеросклероз — хроническое, медленно прогрессирующее системное заболевание, вызывающее сужение сосудов, чаще всего поражающее несколько сосудистых бассейнов. В регистре REACH (Reduction of Atherothrombosis for Continued Health) было показано, что у значительной части пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) наблюдаются сопутствующие заболевания периферических артерий (ЗПА) и отмечено, что у пациентов с заболеванием периферических артерий в шесть раз повышен риск смерти от ИБС, а общая смертность выше в три раза [1]. У многих пациентов на протяжении всей жизни заболевание протекает бессимптомно, однако могут развиваться такие серьезные острые осложнения как инфаркт миокарда, инсульт, критическая ишемия нижних конечностей, которые являются причиной тяжелой инвалидизации или смерти [2].

В настоящее время существует большое количество новых методов лечения, улучшающих артериальный кровоток. Одним из таких методов является усиленная наружная контрпульсация (УНКП). Это неинвазивный, безопасный и атравматичный метод, являющийся разновидностью вспомогательного кровообращения, позволяющий с помощью кардиосинхронизированных импульсных баровоздействий на область нижних конечностей добиваться повышения перфузионного давления в артериях во время диастолы и снижения сопротивления сердечному выбросу во время систолы, что способствует усилению кровоснабжения в различных органах и тканях (сердце, печень, почки, головной мозг, конечности и др.) [3, 4].

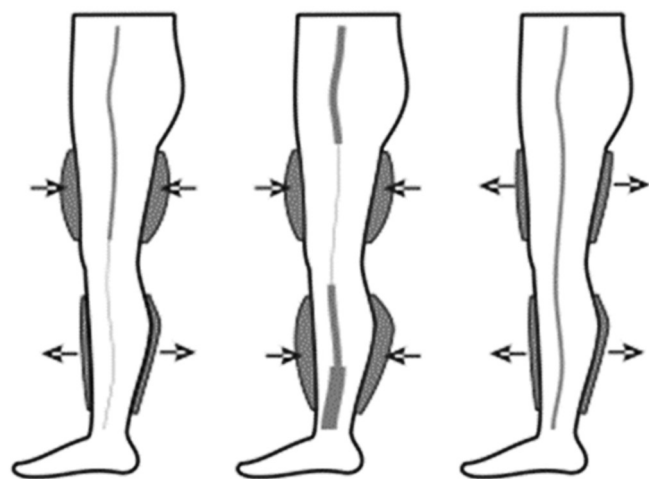
В 2010г российскими учёными на основе метода УНКП разработан перспективный неинвазивный метод лечения хронических облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей (ХОЗАНК) — кардиосинхронизированная последовательная антеградная пневмокомпрессия (КПАПК) на базе аппаратно-программного комплекса “Кардиопульсар” (ООО “КОНСТЭЛ”, Россия) с расширенными, по сравнению с другими аппаратами для УНКП, функциональными возможностями. Основная особенность методики заключается в том, что возможно одномоментно проводить лечение ИБС и ХОЗАНК у больных, страдающих мультифокальным атеросклерозом. Метод может быть использован как в стационарных, так и в амбулаторных условиях, не требует дополнительной специальной подготовки и доступен для большого количества пациентов [5-7].

**Key words:** multifocal atherosclerosis, ischemic heart disease, peripheral arteries diseases, microcirculation, pneumocompression.

<sup>1</sup>FSBOI HPE PFU, Moscow; <sup>2</sup>NHI CCH №2 n.a. N. A. Semashko LLC “RRC”, Moscow; <sup>3</sup>SBEI HPE RNRMU n.a. N.I. Pirogov, Moscow; <sup>4</sup>IRE n.a. V.A. Kotelnikov RAS, Moscow; <sup>5</sup>LLC “KONSTEL”, Moscow, Russia.

Сущность метода КПАПК заключается в том, что с помощью последовательного (сначала бедра, а затем икры) компрессионного воздействия манжет нижних конечностей создаётся синхронизированная с фазами сердечного цикла антеградная пульсовая волна давления крови, распространяющаяся по нижним конечностям от проксимальной области к дистальной, которая способствует усилению скорости кровотока в дистальных областях, увеличению гидростатического давления и напряжения сдвига в сосудах в участках ниже зон воздействия, увеличению перфузии тканей (рис. 1). Синхронизация с сердечным циклом осуществляется на основе ЭКГ и проводится таким образом, чтобы компрессия конечностей происходила во время прохождения естественной пульсовой волны через сжимаемый участок. Возникающая также при обжатии бедер ретроградная пульсовая волна достигает корня аорты к полному смыканию створок аортального клапана. Наблюдение за гемодинамическими эффектами в дистальном отделе конечностей осуществляется с помощью сигнала фотоплетизмограммы с пальца ноги. При КПАПК синхронизация компрессионного воздействия с естественным кардиоритмом необходима для одновременного достижения двух целей: усиления кровотока в конечностях и усиления кровотока в миокарде с одновременным уменьшением механической работы сердца.

Целью данной работы являлась оценка эффективности метода КПАПК в комплексном лечении боль-



**Рис. 1.** Схема воздействия при КПАПК.

**Таблица 1**  
**Клинико-демографическая характеристика пациентов**

Характеристика	Группа (n=74)
Женщины, n (%)	8 (11%)
Мужчины, n (%)	66 (89%)
Возраст, лет (Me±Q)	63,2±9,3
ИБС, стенокардия IIFК, n (%)	58 (80%)
ИБС, стенокардия IIIФК, n (%)	16 (20%)
ХОЗАНК, ишемия IIa, n (%)	32 (43%)
ХОЗАНК, ишемия IIb, n (%)	42 (57%)
Длительность ИБС, лет	4,9±3,4
Длительность ХОЗАНК, лет	5,3±3,6
ПИКС, n (%)	18 (24%)
ОНМК, n (%)	4 (5%)
Гипертоническая болезнь, n (%)	68 (92%)
Сахарный диабет, n (%)	16 (22%)
Курение, n (%)	70 (95%)
Наследственность, n (%)	63 (85%)
Эндоваскулярное лечение ИБС, n (%)	15 (20%)
Хирургическое лечение ХОЗАНК, n (%)	28 (38%)

ных мультифокальным атеросклерозом с поражением артерий сердца и нижних конечностей.

#### Материал и методы

На базе отделения сосудистой хирургии №2 НУЗ «ЦКБ №2 им. Н.А. Семашко ОАО РЖД» в рамках клинических испытаний были выполнены исследования, направленные на обоснование возможности применения метода КПАПК с целью лечения ХОЗАНК с сопутствующей ИБС.

В исследование были включены 74 больных (66 мужчин и 8 женщин), средний возраст — 63,2±9,3 года: 32 (43%) пациентов со IIa стадией и 42 (57%) пациентов — с IIb стадией ишемии нижних конечностей (классификация Fontaine — А.В. Покровского, 1982г.); 58 пациентов (80%) со II ФК стенокардии, и 16 (20%) с III ФК стенокардии (классификация стенокардии канадской ассоциации кардиологов). Средняя продолжительность заболевания ИБС — 4,9±3,4 года, длительность ХОЗАНК — 5,3±3,6 года; 92% пациентов страдали гипертонической болезнью, 22% — сахарным диабетом, 24% ранее перенесли острый инфаркт миокарда, у 5% ОНМК в анамнезе, 95% пациентов были курящими, 85% имели отягощенную наследственность по ИБС и ХОЗАНК, 20% пациентов ранее перенесли эндоваскулярное вмешательство на коронарных артериях, 38% — оперативное вмешательство на нижних конечностях (табл. 1).

Критериями исключения были: тромбоз глубоких вен нижних конечностей, декомпенсация ХСН, НК выше 2а степени по классификации Стражеско-Василенко, недостаточность аортального клапана II и более степени, аневризма брюшного и грудного

отделов аорты, постоянная форма фибрилляции предсердий, частая желудочковая экстрасистолия — 4 b и 5 градаций по Lowp, наличие постоянного кардиостимулятора, острый коронарный синдром менее 6 недель до начала процедуры, геморрагические диатезы и коагулопатии, высокая неконтролируемая гипертензия (АД более 180/110 мм рт.ст.), тяжелые хронические заболевания лёгких, критическая ишемия н/к, пункция бедренной артерии давностью менее недели, беременность.

Протокол исследования состоял из 30 процедур по 60 мин в день и был реализован на базе аппаратно-программного комплекса «Кардиопульсар» (ООО «КОНСТЭЛ», Россия). До и непосредственно после курса КПАПК измерялась дистанция безболевого ходьбы (ДБХ) проводился тредмил-тест на ровной поверхности со скоростью движения дорожки 1 км/час до появления болевого синдрома. Также измерялся лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ), который рассчитывался по отношению уровня систолического АД на артериях голени к уровню систолического АД на плечевых артериях стандартным методом. Лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) проводилась на многофункциональном лазерном диагностическом комплексе «ЛАКК-М» (Россия) в базовом режиме и с проведением тепловой пробы. Качество жизни оценивалось с помощью расчёта индекса активности DASI, пациентам также предъявляли Эдинбургский опросник перемежающейся хромоты. Дополнительно оценивалось влияние КПАПК на коронарный кровоток и течение ИБС: до и непосредственно после курса КПАПК проводилось 12-ти канальное ЭКГ на аппарате «General Electric» (США), ЭхоКГ на аппарате «Acuson Sequoia» (США), оценивалась фракция выброса левого желудочка (ФВ), конечно-систолический размер (КСР), конечно-диастолический размер (КДР), диастолическая функция левого желудочка, уровень АД и ЧСС.

Всем пациентам перед началом процедур выполнялось ультразвуковое сканирование артерий и вен нижних конечностей для исключения тромбоза и тромбофлебита, лабораторные исследования (общий анализ крови, биохимический анализ крови, липидный спектр, исследование свертывающей системы крови, газовый обмен крови), рентгенография органов грудной клетки, физикальное обследование. В момент процедур проводилось непрерывное мониторирование ЭКГ, АД, плетизмография.

Все пациенты получали стандартную оптимальную медикаментозную терапию согласно Национальным рекомендациям РОК. Перед началом процедур все пациенты подписывали информированное согласие, одобренное локальным этическим комитетом НУЗ ЦКБ №2 им. Н.А. Семашко ОАО РЖД.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась на персональном компьютере с помощью пакета программ Microsoft Excel 2007

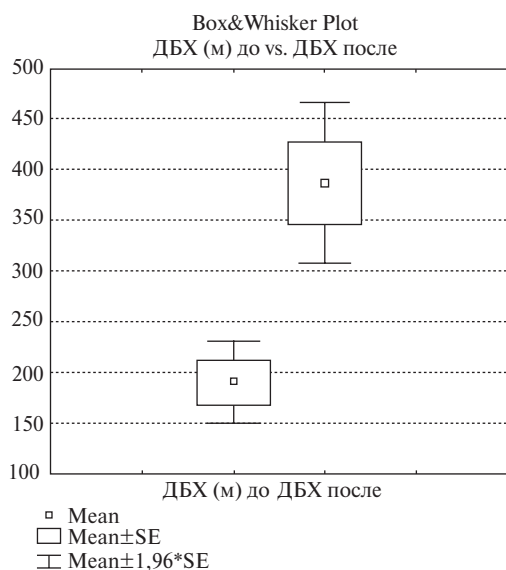


Рис. 2. Влияние кардиосинхронизированной пневмокомпрессии на дистанцию безболевого ходьбы.



Рис. 3. Влияние кардиосинхронизированной пневмокомпрессии на лодыжечно-плечевой индекс.

и STATISTICA 7.0. Результаты исследования представлены как средние арифметические значения (M)  $\pm$  стандартные отклонения (SD). Для оценки значимости различий между данными исследования в разных группах больных использован t-критерий Стьюдента. Различия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

### Результаты

Регресс клинических симптомов отмечен у всех пациентов, прошедших курс КПАПК в кардиосинхронизированном ангиорежиме. Достоверно увеличилась ДБХ: до курса КПАПК у данной группы пациентов ДБХ находилась в диапазоне от 50 до 500 метров (ДБХ<sub>ср</sub> = 190  $\pm$  126 метров), среднее значение прироста ДБХ  $d = 112,2\%$  (196 метров), выборочное среднеквадратичное отклонение  $s = 43,43\%$  (99 метров) (при  $p < 0,05$ ) (рис. 2). ЛПИ вырос с 0,65  $\pm$  0,1 до 0,8  $\pm$  0,1 ( $p < 0,05$ ) (рис. 3). Повысился индекс активности DASI с 6,3  $\pm$  1,2 до 6,6  $\pm$  1,1 балла.

Анализ данных ЛДФ-метрии показал, что после курса КПАПК статистически значимо улучшились показатели микроциркуляции (ПМ): ПМ в базовой части вырос с 3,0  $\pm$  1,5 до 5,5  $\pm$  1,4 пф ед. (перфузионных единиц) ( $p = 0,012$ ), объёмное кровенаполнение тканей (Vr) повысилось с 24,1  $\pm$  15,1 до 34,9  $\pm$  15,3 до ( $p = 0,230$ ), среднее относительное насыщение кислородом крови микроциркуляторного русла (SO2) выросло с 57,4  $\pm$  7,7 до 61,1  $\pm$  9,7% ( $p = 0,12$ ). На втором этапе обработки ЛДФ-грамм оценивался амплитудно-частотный спектр колебаний перфузии. При помощи вейвлет-анализа оценивали состояние функционирования определенных механизмов контроля перфузии, расчёты проводились автоматически при помощи программного обеспечения. Ан (амплитуда нейрогенных ритмов) выросла

Таблица 2

### Влияние КПАПК на микроциркуляцию, ЛДФ, базовая часть

Показатель	До курса КПАПК (M $\pm$ SD)	После курса КПАПК (M $\pm$ SD)	p
ПМ, (пф.ед)	3,0 $\pm$ 1,5	5,5 $\pm$ 1,4	<b>p=0,012*</b>
$\sigma$ (СКО), (пф.ед)	0,6 $\pm$ 0,3	1,2 $\pm$ 0,7	<b>p=0,021</b>
Kv, (пф.ед)	21,4 $\pm$ 8,0	29 $\pm$ 9,0	<b>p=0,036</b>
Vr, (пф.ед)	9,9 $\pm$ 2,7	10,3 $\pm$ 3,0	p=0,230
SO2, (%)	57,4 $\pm$ 7,7	61,1 $\pm$ 9,7	p=0,120
Ан, (пф.ед)	0,34 $\pm$ 0,10	0,45 $\pm$ 0,19	<b>p=0,030</b>
Аэ, (пф.ед)	0,27 $\pm$ 0,11	0,42 $\pm$ 0,12	<b>p=0,015</b>
Ас, (пф.ед)	0,097 $\pm$ 0,036	0,106 $\pm$ 0,037	p=0,360
Ам, (пф.ед)	0,20 $\pm$ 0,80	0,30 $\pm$ 0,16	<b>p=0,035</b>
Ад, (пф.ед)	0,13 $\pm$ 0,10	0,17 $\pm$ 0,10	p=0,053
Пш, (пф.ед)	2,2 $\pm$ 0,5	1,5 $\pm$ 0,8	<b>p=0,017</b>

Примечание: \* — жирным шрифтом выделены статистически значимые изменения.

Сокращения: ПМ — показатель микроциркуляции, пф.ед. — перфузионные единицы,  $\sigma$  (СКО) — среднее квадратичное отклонение колебаний ПМ, Kv — коэффициент вариации, Vr — объёмное кровенаполнение тканей, SO2 — среднее относительное насыщение кислородом крови микроциркуляторного русла, Ан — амплитуда нейрогенных ритмов, Аэ — амплитуда эндотелиальных ритмов, Ас — амплитуда кардиальных ритмов, Ам — амплитуда миогенных ритмов, Ад — амплитуда дыхательных ритмов, Пш — показатель шунтирования.

с 0,34  $\pm$  0,1 до 0,45  $\pm$  0,19 ( $p = 0,030$ ), Аэ (амплитуда эндотелиальных ритмов) выросла с 0,27  $\pm$  0,11 до 0,42  $\pm$  0,12 ( $p = 0,015$ ), Ас (амплитуда кардиальных ритмов) выросла с 0,097  $\pm$  0,036 до 0,106  $\pm$  0,037 ( $p = 0,360$ ), Ам (амплитуда миогенных ритмов) выросла с 0,20  $\pm$  0,80 до 0,30  $\pm$  0,16 ( $p = 0,035$ ), Ад (амплитуда дыхательных ритмов) выросла с 0,13  $\pm$  0,1 до 0,17  $\pm$  0,1 ( $p = 0,053$ ), Пш (показатель шунтирования) снизился с 2,2  $\pm$  0,5 до 1,5  $\pm$  0,8 ( $p = 0,017$ ).

**Таблица 3**  
**Влияние КПАПК на микроциркуляцию, ЛДФ, тепловая проба**

Показатель	До курса КПАПК (M±SD)	После курса КПАПК (M±SD)	p
ПМ, (пф.ед)	10,3±3,6	14±3,5	<b>p=0,014*</b>
SO2, (%)	59,5±9,8	67,9±9,2	<b>p=0,025</b>
Ан, (пф.ед)	0,37±0,13	0,66±0,12	<b>p=0,036</b>
Аэ, (пф.ед)	0,43±0,14	0,73±0,19	<b>p=0,034</b>
Ас, (пф.ед)	0,27±0,14	0,31±0,17	p=0,260
Ам, (пф.ед)	0,25±0,12	0,33±0,11	<b>p=0,048</b>
Ад, (пф.ед)	0,17±0,05	0,22±0,07	<b>p=0,041</b>
Пш, (пф.ед)	1,67±0,7	1,7±1,0	p=0,90
ПМмах, (пф.ед)	11,3±4,7	15,5±4,9	<b>p=0,024</b>
ΔПМмах, (пф.ед)	4,3±2,3	6,8±3,7	<b>p=0,032</b>
РКК, (%)	41,7±4,1	48,5±10,0	<b>p=0,048</b>
T1/2, сек	1092±482	884±449	<b>p=0,045</b>

**Примечание:** \* — жирным шрифтом выделены статистически значимые изменения.

**Сокращения:** ПМ — показатель микроциркуляции, пф.ед. — перфузионные единицы, SO2 — среднее относительное насыщение кислородом крови микроциркуляторного русла, Ан — амплитуда нейрогенных ритмов, Аэ — амплитуда эндотелиальных ритмов, Ас — амплитуда кардиальных ритмов, Ам — амплитуда миогенных ритмов, Ад — амплитуда дыхательных ритмов, Пш — показатель шунтирования, РКК — функциональный резерв капиллярного кровотока, T1/2 — время полувосстановления тканевого кровотока до исходного.

**Таблица 4**  
**Влияние КПАПК на кардиальную патологию**

Показатель	До курса КПАПК (M±SD)	После курса КПАПК (M±SD)	p
ФК стенокардии (CCS)	2,24±0,44	2,17±0,47	p=0,28
ФВ, %	58±7	59±6	p=0,44
КСР, см	5,26±0,59	5,23±0,55	p=0,63
КДР, см	3,44±0,66	3,40±0,6	p=0,73
КСО, мл	50,9±32,1	47±26	p=0,57
КДО, мл	113,5±60	108,4±54,8	p=0,69
Δ САД, мм рт.ст.	136±4,4	124±4,7	<b>p=0,30*</b>
Δ ДАД, мм рт.ст.	78,2±5,3	72,3±6,4	<b>p=0,30</b>
Δ СрАД, мм рт.ст.	90,4±5,8	88,2±6,9	<b>p=0,40</b>
Δ ЧСС, уд/мин	71,1±8,5	70,4±8,1	p=0,78

**Примечание:** \* — жирным шрифтом выделены статистически значимые изменения.

**Сокращения:** ФК — функциональный класс, ФВ — фракция выброса левого желудочка, КСР — конечно-систолический размер, КДР — конечно-диастолический размер, КСО — конечно-систолический объем, КДО — конечно-диастолический объем, САД — систолическое артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, СрАД — среднее артериальное давление, ЧСС — частота сердечных сокращений, CCS — Canadian Cardiovascular Society.

Во время проведения тепловой пробы также отмечена положительная динамика на микроциркуляторное русло: ПМ увеличился с 10,3±3,6 до 14±3,5 (p=0,014), ПМмах вырос с 11,3±4,7 до 15,5±4,9 пф.ед. (p=0,024),

ΔПМмах вырос с 4,3±2,3 до 6,8±3,7 (p=0,032), время полувосстановления тканевого кровотока до исходного T1/2 уменьшилось с 1092±482 до 884±449 сек (p=0,045), РКК (функциональный резерв капиллярного кровотока) повысился с 41,7±4,1 до 48,5±10,0% (p=0,048), SO2 выросло с 59,5±9,8 до 67,9±9,2% (p=0,025), Ан выросла с 0,37±0,13 до 0,66±0,12 (p=0,036), Аэ выросла с 0,43±0,14 до 0,73±0,19 (p=0,034), Ас выросла с 0,27±0,14 до 0,31±0,17 (p=0,260), Ам выросла с 0,25±0,12 до 0,33±0,11 (p=0,048), Ад выросла 0,17±0,05 до 0,22±0,07 (p=0,041), Пш практически не изменился — с 1,67±0,7 до 1,7±1,0 (p=0,90) (табл. 2, табл. 3).

Оценка коронарного кровотока показывает, что после курса КПАПК параметры центральной гемодинамики существенно не изменились: статистически незначимо снизился средний ФК стенокардии с 2,24±0,44 до 2,17±0,47 (p=0,28), фракция выброса левого желудочка повысилась по сравнению с исходной с 58±7 до 59±6 (p=0,44), КСР уменьшился с 5,26±0,59 до 5,23±0,55 (p=0,63), КДР уменьшился с 3,44±0,66 до 3,40±0,6 (p=0,73), КСО уменьшился с 50,9±32,1 до 47±26 (p=0,57), КДО уменьшился с 113,5±60 до 108,4±54,8 (p=0,69). При оценке параметров АД отмечается снижение ΔСАД с 136±4,4 до 124±4,7 мм рт.ст. (p=0,3), ΔДАД — с 78,2±5,3 до 72,3±6,4 мм рт.ст. (p=0,3), ΔСрАД — с 90,4±5,8 до 88,2±6,9 мм рт.ст. (p=0,3), ΔЧСС — с 71,1±8,5 до 70,4±8,1 уд/мин (p=0,78) (табл. 4).

Немаловажным является тот факт, что уже после первой процедуры у всех больных наблюдалось субъективное улучшение: увеличилась физическая активность, уменьшился дискомфорт в конечности, ощущение похолодания и зябкости в ногах. Отмечена хорошая переносимость процедур КПАПК, побочных эффектов не возникало.

### Обсуждение

По-видимому, положительные эффекты КПАПК, как и при наружной контрпульсации, связаны со специфическим воздействием увеличенного напряжения сдвига на стенку эндотелия, за счет чего происходит повышение выработки оксида азота, сосудистых эндотелиальных факторов роста, снижается уровень эндотелина-1 и натрий-уретических пептидов, вследствие этого улучшается эндотелиальная функция и снижается нейрогуморальная активация. Вследствие повышения выработки вазоактивных компонентов, влияющих на неоангиогенез, вероятно, происходит формирование новых сосудистых коллатералей и раскрытие уже существующих [3, 12].

На сегодняшний день эффективность метода УНКП подтверждена несколькими проводимыми многоцентровыми рандомизированными клиническими исследованиями (РКИ). В США в 1997-1999гг проведено первое многоцентровое РКИ “MUST-ЕЕСР” (Multicenter study of enhanced external counterpulsation) [8], с помощью которого было показано, что проведение курса

УНКП вызывает развитие стойкого положительного эффекта более чем у 80% пациентов с ИБС и стенокардией. С 1998 года в Университете Питтсбургского Медицинского Центра ведется международный регистр пациентов “IEPR” (International EESP Patient Registry), которым был применён метод УНКП [9]. В 2002-2005 в США проведено многоцентровое рандомизированное одиночное слепое контролируемое исследование “PEECH” (Prospective Evaluation of EESP in Congestive Heart Failure), доказавшее эффективность и безопасность использования метода УНКП у больных с застойной сердечной недостаточностью [10]. Помимо заболеваний сердца, метод широко используется для лечения заболеваний периферических артерий, при цереброваскулярных заболеваниях, эректильной дисфункции, у больных с сахарным диабетом, почечной недостаточностью, в спортивной и военной медицине [3, 4, 6, 7].

По применению КПАПК пока нет больших многоцентровых РКИ. Изначально метод наружной пневмокомпрессии использовался для улучшения венозного кровообращения в конечностях пациентов, страдающих отеком нижних конечностей и/или имеющих риск развития тромбоза глубоких вен. Затем появились работы, указывающие на новые возможности лечения для пациентов с ХОЗАНК [13-15].

Анализируя все, проводимые в мире на сегодняшний день, исследования по изучению влияния переме-

жающейся пневмокомпрессии на периферический кровоток, можно сделать вывод, что получены обнадеживающие результаты эффективности этого метода. Существующая нехватка высокого качества надёжных доказательств в поддержку широкого применения этого метода диктует необходимость проведения больших многоцентровых плацебо — контролируемых РКИ по применению метода для лечения заболеваний периферических артерий, которых в настоящее время нет.

КПАПК, в отличие от традиционной перемежающейся пневмокомпрессии с относительно медленными и редкими обжатиями, претендует на большую эффективность благодаря более мощному воздействию. Однако, доказательство такой эффективности может быть получено в рамках обширного сравнительного исследования.

В целом, полученные данные нашего исследования в полной мере соответствуют данным других мировых исследований по положительному опыту применения наружной пневмокомпрессии у больных с ИБС и ХОЗАНК. Отмечено достоверное увеличение ДБХ, ЛПИ, качества жизни пациентов. Анализируя данные ЛДФ, мы видим, что достоверно улучшаются показатели микроциркуляции н/к, объёмное кровенаполнение тканей и насыщение кислородом крови микроциркуляторного русла. При вейвлет-анализе наиболее значимыми механизмами контроля перфузии, ответ-

**К ЭТОЙ СТАТЬЕ БУДЕТ РЕКЛАМНЫЙ  
МОДУЛЬ А5 — ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ**

ственными за улучшение показателя микроциркуляции являются эндотелиальный, миогенный факторы, которые раскрывают нам вероятные механизмы положительного действия КПАПК. Повышение миогенного спектра амплитуд после курса КПАПК говорит о том, что механическое сдавление манжет аппарата приводит к повышению перфузионного давления крови, которое приводит к повышению миогенного тонуса прекапилляров и, соответственно, уменьшению диаметра сосудов. При уменьшении диаметра сосудов возрастают сдвиговые напряжения на сосудистую стенку, тем самым инициируется высвобождение оксида азота эндотелием, который препятствует вазоконстрикции и снижает гипоксию тканей. Повышение эндотелиального спектра амплитуд также указывает на уменьшение эндотелиальной дисфункции и повышение выработки оксида азота, простагландинов и других вазодилатирующих веществ эндотелиальной стенкой. Повышение нейрогенного спектра амплитуд обусловлено симпатическим адренергическим влиянием на гладкие мышцы артериол, однако их вклад незначителен, учитывая, что показатель шунтирования достоверно уменьшился, что говорит об уменьшении шунтирования крови через артерио-венозные анастомозы. Также прослеживается тенденция к увеличению амплитуд дыхательных и пульсовых волн, что указывает на уменьшение венозного застоя в н/к, повышение притока артериальной крови в микроциркуляторное русло и нормализацию уровня систолического и диастолического АД.

Помимо влияния пневмокомпрессии на кровоток в н/к, мы оценивали ее влияние и на кардиальную

патологию. Несмотря на то, что результаты являются статистически незначимыми по причине малой выборки, отчетливо прослеживается положительное влияние курса КПАПК на коронарную патологию и уровень АД (табл. 4).

Прицельно отдаленные результаты не отслеживались. Несколько пациентов проходили повторные процедуры через 1 год. У данных пациентов в течение года сохранялся эффект от проводимого курса процедур. К концу года эффект уменьшался, в связи с чем они обращались на повторный курс процедур.

### Заключение

Наш собственный опыт применения КПАПК свидетельствует о высокой эффективности и безопасности метода в комплексном лечении больных мультифокальным атеросклерозом. Проведение курса КПАПК на базе аппаратно-программного комплекса “Кардиопульсар” способствует уменьшению выраженности степени ишемии нижних конечностей, улучшению переносимости физических нагрузок, улучшению показателей качества жизни, положительно влияет на течение ИБС и уровень АД, что позволяет применять этот метод у пациентов с ХОЗАНК и сопутствующей ИБС. В настоящее время доля пациентов с мультифокальным атеросклерозом в практике ангиохирургов и кардиологов с каждым годом неуклонно растёт, поэтому изучение эффективности данного перспективного метода у больных, которым невозможно выполнить реконструктивные вмешательства, представляется чрезвычайно актуальным и требует дальнейшего изучения.

### Литература

1. ACCF/AHA Focused Update of the Guideline for the Management of Patients With Peripheral Artery Disease (Updating the 2005 Guideline) 2011 <http://circ.ahajournals.org/content/124/18/2020>.
2. Alberts MJ, Bhatt DL, Mas JL, et al. Reduction of Atherothrombosis for Continued Health Registry Investigators. Three-year followup and event rates in the international Reduction of Atherothrombosis for Continued Health Registry. *Eur Heart J* 2009; 30: 2318-26.
3. The external enhanced counterpulsation. Collection of articles, volume 1, volume 2. (Ed. Belenkov JuN). Medicinskaja kompanija "Alimpeks", 2003, p.123. Russian (Усиленная наружная контрпульсация. Сборник статей, том 1, том 2. (под редакцией Беленкова Ю. Н.). Медицинская компания "Алимпекс", 2003, с.123).
4. Ermolenko ML, Bayramukova MH, Nikonov SF, et al. Method of an external counterpulsation in treatment of patients with stable coronary artery disease: Methodical recommendations. M.: NCSSH im.A.N.Bakuleva RAMN, 2005, p. 24. Russian (Ермоленко М.Л., Байрамукова М.Х., Никонов С.Ф. и др. Метод наружной контрпульсации в лечении больных ишемической болезнью сердца: Методические рекомендации. М.: НЦССХ им.А.Н.Бакулева РАМН, 2005, с. 24).
5. Sudarev AM. Treatment of peripheral artery disease. *Angiology and vascular surgery*, M., Izd. "Angiologija info", 2013; 19, 1: 26-32. Russian (Сударев А. М. Лечение облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей. Ангиология и сосудистая хирургия, М., Изд. "Ангиология инфо", 2013; 19, 1: 26-32).
6. Hubutiya Ash, Sudarev AM, Tolpekin VE, et al. Domestic system of the external enhanced counterpulsation: development and first experience of clinical application. *Cardiology*, 2012; 3: 91-4. Russian (Хубутия А. Ш., Сударев А. М., Толпекин В. Е., и др. Отечественная система усиленной наружной контрпульсации: разработка и первый опыт клинического применения. Кардиология, 2012; 3: 91-4).
7. Atkov OYu, Zudin AM, Sudarev AM, et al. Cardiosynchronized pneumocompression in treatment of patients by multifocal atherosclerosis: Educational and methodical recommendations. M.: Izdatel'stvo RUDN, 2014. p. 25. Russian (Атков О.Ю., Зудин А.М., Сударев А.М. и др.) Кардиосинхронизированная пневмокомпрессия в лечении больных мультифокальным атеросклерозом: Учебно-методические рекомендации. — М.: Издательство РУДН, 2014. с. 25).
8. Arora RR, Chou TM, 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: 1833-40.
9. Barsness G, Feldman AM, Holmes DR Jr, et al. The International EECP Patient Registry (IEPR): design, methods, baseline characteristics, and acute results. *Clin Cardiol* 2001; 24: 435-42.
10. Feldman A, Silver M, Francis G, et al. Treating heart failure with enhanced external counterpulsation (EECP): design of the Prospective Evaluation of EECP in Heart Failure (PEECH) trial. *J Card Fail*. 2005; 11: 240-5.
11. Lipnitsky EM, Amosov GG, Morozov KM, et al. Application of a rhythmic pneumocompression for treatment of patients with chronic peripheral artery disease. *Chest and card. surgery*, 2007; 13, 3: 22-6. Russian (Липницкий Е. М., Амосов Г. Г., Морозов К. М. и др. Применение ритмической пневмокомпрессии для лечения больных с хроническими облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей. Грудная и сердечно-сосудовая хирургия, 2007; 13, 3: 22-6).
12. Delis KT, Knaggs AL. 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): 717-25.
13. Kavros SJ, Dekis KT, Turner NS, et al. Improving Limb Salvage in Critical Limb Ischemia with Intermittent Pneumatic Compression: A Controlled study with 18-month follow-up. *J Vasc Surg* 2008; 47: 543-9.
14. De Haro, et al. A prospective randomized controlled study with intermittent mechanical compression of the calf in patients with claudication. *Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 2010; 51, 4: 857-62.
15. Breu FX, Zelinkovski A, Loberman Z, et al. Efficacy and safety of a new pneumatic compression device for peripheral arterial disease with intermittent claudication. A prospective, randomized, multi-center clinical trial *Phlebologie* 2014; 43, 1: 5-11.