

Использование метода усиленной наружной контрпульсации в лечении пациентов с ишемической болезнью сердца

Кирилл Сергеевич Караганов, Алексей Сергеевич Лишута*, Юрий Никитич Беленков

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет). Россия, 119991, Москва, ул. Трубецкая, 8 стр. 2

Усиленная наружная контрпульсация (УНКП) является одним из наиболее эффективных и безопасных неинвазивных методов лечения пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), в т.ч. – осложненной хронической сердечной недостаточностью (ХСН). Данный метод, как одно из направлений терапевтического неоангиогенеза, применяемый в совокупности с традиционной медикаментозной терапией и реваскуляризацией миокарда, способен значительно повысить качество ведения этих пациентов.

Цель. Изучить влияние курса УНКП у пациентов с верифицированной ИБС, осложненной ХСН, на толерантность к физическим нагрузкам, качество жизни, структурно-функциональные показатели сосудов.

Материал и методы. В нерандомизированное неконтролируемое исследование было включено 70 пациентов с верифицированной ИБС (стенокардия напряжения II-III функционального класса [ФК]), осложненной ХСН II-III ФК (NYHA). В окончательный анализ включены данные 67 пациентов (от 48 до 74 лет; 47 мужчин и 20 женщин). Пациентам был проведен курс УНКП, включавший 35 часовых процедур с давлением компрессии 220-280 мм рт.ст. Всем пациентам исходно и через 1,5 мес после окончания курса УНКП проводились тест с 6-минутной ходьбой (6МХТ), оценка клинического статуса, качества жизни пациентов (MLHFQ; Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire). Для оценки структурно-функционального состояния крупных сосудов и микроциркуляторного русла (МЦР) выполнялась компьютерная видеокапилляроскопия околоногтевого ложа, фотоплетизмография с регистрацией пульсовой волны и ее контурным анализом, аппланационная тонометрия для оценки центрального аортального систолического давления и радиального индекса аугментации (RAI).

Результаты. Выявлено статистически значимое улучшение толерантности к физическим нагрузкам (прирост дистанции в 6МХТ с 212 [189;273] м до 308 [251;336] м), улучшение клинического статуса больных (снижение баллов по шкале оценки клинического состояния с $6,5 \pm 1,8$ до $4,4 \pm 1,2$), улучшение качества жизни по данным опросника MLHFQ (с $51,9 \pm 6,2$ до $38,6 \pm 7,1$), увеличение фракции выброса левого желудочка (с $41,6$ [36,6;47,1] до $44,8$ [39,5;50,7]%). Выявлено статистически значимое улучшение показателей, отражающих функцию эндотелия как крупных сосудов (сдвиг фаз: с $5,6$ [2,4;7,2] до $6,8$ [3,3;8] м/с), так и МЦР (индекс окклюзии: с $1,5$ [1,2;1,7] до $1,66$ [1,3;1,9]), а также уменьшение функциональных нарушений капиллярного русла кожи (процент перфузируемых капилляров, плотность капиллярной сети в пробе с реактивной гиперемией). При этом не отмечено статистически значимой динамики со стороны показателей, отражающих структурное ремоделирование как крупных сосудов, так и МЦР.

Заключение. Выявлено положительное влияние курса УНКП как на функциональный статус пациентов со стабильной ИБС, осложненной ХСН, с повышением толерантности к физическим нагрузкам и улучшением качества жизни, так и на функциональное состояние крупных сосудов и микроциркуляторного русла.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, усиленная наружная контрпульсация, функция сосудов, эндотелиальная функция.

Для цитирования: Караганов К.С., Лишута А.С., Беленков Ю.Н. Использование метода усиленной наружной контрпульсации в лечении пациентов с ишемической болезнью сердца. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии* 2020;16(4):579-584. DOI:10.20996/1819-6446-2020-08-07

The Use of Enhanced External Counterpulsation in the Treatment of Patients with Coronary Artery Disease

Kirill S. Karaganov, Alexey S. Lishuta*, Yuri N. Belenkov

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Trubetskaya ul. 8-2, Moscow, 119991 Russia

Enhanced external counterpulsation (ECCP) is one of the most effective and safe non-invasive methods of treatment for patients with coronary artery disease (CAD), including complicated chronic heart failure (CHF). This method of therapeutic neoangiogenesis, used in conjunction with traditional drug therapy and myocardial revascularization, can significantly improve the quality of management of these patients.

Aim. To study the effect of the ECCP course on exercise tolerance, quality of life, structural and functional parameters of blood vessels in patients with verified stable CAD complicated by CHF.

Material and methods. Patients (n=70) with verified stable CAD (angina pectoris class II-III) complicated by CHF class II-III (NYHA) were included in non-randomized uncontrolled study. Data from 67 patients (48 to 74 years old; 47 men and 20 women) were included in the final analysis. All patients had a course of ECCP (35 one-hour procedures with a compression pressure of 220-280 mm Hg). All patients initially and 1.5 months after the ECCP course had a 6-minute walk test (6MWT), an assessment of the clinical status, quality of life of patients (MLHFQ; Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire). Computer nailfold video capillaroscopy, photoplethysmography with pulse wave recording and contour analysis, applanation tonometry to assess central aortic systolic pressure and radial augmentation index (RAI) were performed to assess the structural and functional state of large and microcirculatory vessels.

Results. A statistically significant improvement in exercise tolerance (increase in distance in 6MWT from 212 [189; 273] to 308 [251; 336] m), improvement in the clinical status of patients (decrease in points on the rating scale of clinical state from 6.5 ± 1.8 to 4.4 ± 1.2), improvement in the quality of life according to the MLHFQ questionnaire (from 51.9 ± 6.2 to 38.6 ± 7.1), increase in the left ventricle ejection fraction (from 41.6 [36.6;47.1] to 44.8 [39.5;50.7]%) were found. A statistically significant improvement in endothelial function indices of both large vessels (phase shift: from 5.6 [2.4;7.2] to 6.8 [3.3;8] m/s) and microcirculatory vessels (occlusion index: from 1.5 [1.2;1.7] to 1.66 [1.3;1.9]), as well as a decrease in functional disorders of nailfold capillaries (percent of perfused capillaries, capillary network density in the reactive hyperemia test) also were found. But no statistically significant changes in the structural remodeling indices of both large and microcirculatory vessels were found.

Conclusion. A positive effect of the ECCP course both on the functional status with an increase in exercise tolerance and improvement in the quality of life, and on the functional state of large vessels and microvasculature was found in patients with stable CAD complicated by CHF.

Keywords: coronary artery disease, enhanced external counterpulsation, vascular function, endothelial function.

For citation: Karaganov K.S., Lishuta A.S., Belenkov Y.N. The Use of Enhanced External Counterpulsation in the Treatment of Patients with Coronary Artery Disease. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2020;16(4):579-584. DOI:10.20996/1819-6446-2020-08-07

*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку): alexeylish@gmail.com

Received/Поступила: 14.06.2020

Accepted/Принята в печать: 25.07.2020

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) и хроническая сердечная недостаточность (ХСН) до сих пор сохраняют лидирующие позиции в смертности и инвалидизации населения во всем мире [1]. Несмотря на достаточно обширные знания об этих состояниях и отработанные принципы их ведения (немедикаментозные методы, фармакотерапия, эндоваскулярные и хирургические вмешательства), часть пациентов не получает достаточного эффекта от этих мероприятий. Наряду с недостаточно эффективной медикаментозной терапией проведение инвазивных процедур (стентирование, шунтирование) у данной категории пациентов не представляется возможным из-за анатомических особенностей коронарного русла, предшествующих вмешательств или наличия сопутствующих заболеваний. Усиленная наружная контрпульсация (УНКП) является одним из наиболее эффективных и безопасных неинвазивных методов лечения пациентов с ИБС в т.ч. – с осложненной ХСН [2,3]. Данный метод, как одно из направлений терапевтического неоангиогенеза, применяется в совокупности с традиционной медикаментозной терапией и способен значительно повысить качество жизни за счет улучшения функций миокарда, эндотелия, увеличения коронарной перфузии. К преимуществам этого метода можно отнести и возможность его использования в амбулаторных условиях, а также рентабельность, что определяет его доступность для большого количества пациентов даже в развивающихся странах [4,5].

Принцип работы устройства УНКП достаточно прост. В основе лежит синхронная с деятельностью сердца компрессия артериальных сосудов нижних конечностей с направлением кровотока в противоположную сторону с повышением диастолического перфузионного давления в коронарных сосудах, и с улучшением перфузии миокарда происходит снижение постнагрузки на сердце [6].

Одной из основных целей метода является влияние на коронарный резерв. Во время проведения курса УНКП происходит образование новых и развитие ранее существовавших коллатералей, формирование новых капиллярных сетей [7]. Как следствие – увеличивается объемная скорость перфузии миокарда без увеличения нагрузки на сердце. При этом одним из ключевых факторов для инициирования процесса

неоангиогенеза является влияние на напряжение сдвига [8]. Помимо влияния на коронарный резерв, УНКП оказывает положительное воздействие на эндотелиальную функцию, жесткость сосудистой стенки, причем, влияние на эти позиции не уступает физической нагрузке [9]. Результатом реализации этих процессов является повышение функционального резерва миокарда и скелетной мускулатуры с улучшением толерантности к нагрузке и снижением ишемического порога, улучшение структурно-функционального состояния сосудистой системы, в т.ч. – микроциркуляторного русла [10]. Достаточно хорошо изучено влияние УНКП у пациентов с ИБС на толерантность к физической нагрузке [11], перфузию миокарда [12] и качество жизни [13], однако периферические сосудистые эффекты, в том числе, связанные с влиянием на эндотелиальную дисфункцию, изучены недостаточно.

Целью данной работы явилось изучение влияния курса УНКП у пациентов с верифицированной ИБС на качество жизни, толерантность к физическим нагрузкам, структурно-функциональные показатели сосудов.

Материал и методы

Исследование проведено на базе кардиологического отделения Университетской Клинической Больницы №1 (Сеченовский Университет). В нерандомизированное исследование были включены 70 пациентов (от 48 до 74 лет; 50 мужчин и 20 женщин) с верифицированной ИБС (стенокардия напряжения II-III функционального класса [ФК]), получавших оптимальную медикаментозную терапию (ингибиторы АПФ, бета-адреноблокаторы, антиагреганты, статины, нитраты), не менявшуюся за время наблюдения.

Критерии включения пациентов в исследование: наличие документированной стабильной ИБС - стенокардии напряжения II-III функционального класса (ФК); ХСН II-III ФК (NYHA), в том числе, со сниженной фракцией выброса (ФВ); наличие письменного информированного согласия пациента на участие в исследовании; возраст старше 18 лет; возможность регулярного амбулаторного посещения исследовательского центра на протяжении 35 сеансов курса УНКП, а также контроля изучаемых показателей через 1,5 мес от окончания курса УНКП.

Критерии невключения пациентов в исследование: инфаркт миокарда или катетеризация сердца (с целью исключения возможности кровотечения из места пункции) в течение 1 мес до включения в исследование; нарушения ритма, способные повлиять на синхронизацию работы устройства (например, частая экстрасистолия, фибрилляция предсердий); декомпенсация сердечной недостаточности, резистентная к терапии у больных с фракцией выброса левого желудочка менее 30%; выраженная аортальная недостаточность; аневризма грудной или брюшной аорты, требующая оперативного лечения; тромбозы вен и/или тромбозы сосудов нижних конечностей, в т.ч. – в анамнезе; некорректируемая артериальная гипертензия (> 180/110 мм рт.ст.); высокая легочная гипертензия (более 65 мм рт.ст.); лечение антикоагулянтами с протромбиновым временем более 15 сек или МНО > 3; беременность.

Критерии исключения пациентов из исследования: отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании; развитие во время курса УНКП какого-либо острого состояния, описанного в критериях невключения пациента в исследование.

Дизайн исследования представлен на рис. 1. Пациентам был проведен курс УНКП, включавший 35 одночасовых процедур с давлением компрессии 220-280 мм рт.ст.

Всем пациентам исходно проводилось комплексное обследование, включавшее физикальное обследова-

ние, общий и биохимический анализы крови (тест толерантности к глюкозе, определение показателей липидного спектра, уровня мочевины, креатинина, электрокардиография (ЭКГ), измерение АД на обеих руках, эхокардиография).

Для оценки динамики толерантности к физической нагрузке исходно и через 1,5 мес после окончания курса УНКП проводился тест с 6 минутной ходьбой. Динамика клинического статуса пациентов определялась по шкале оценки клинического состояния (в модификации Мареева В. Ю.). Для определения динамики качества жизни пациентов использовался Миннесотский опросник качества жизни (MLHFQ; Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire).

Помимо этого, для оценки структурно-функционального состояния крупных сосудов и микроциркуляторного русла (МЦР) выполнялась компьютерная видеокапилляроскопия околоногтевого ложа с помощью аппарата «Капилляроскан-1» (ТУ 9442-001-82402834-2008 («Новые энергетические технологии», Россия). Компьютерная видеокапилляроскопия используется для выявления в режиме реального времени функциональных и структурных изменений МЦР на уровне капилляров околоногтевого ложа, кожи пальцев кисти и стопы, в области конъюнктивы и слизистой оболочки губы [14]. Изучались параметры структурного состояния капиллярной сети (плотность капиллярной сети [ПКС] в покое и после пробы с венозной окклюзией), а также функционального со-

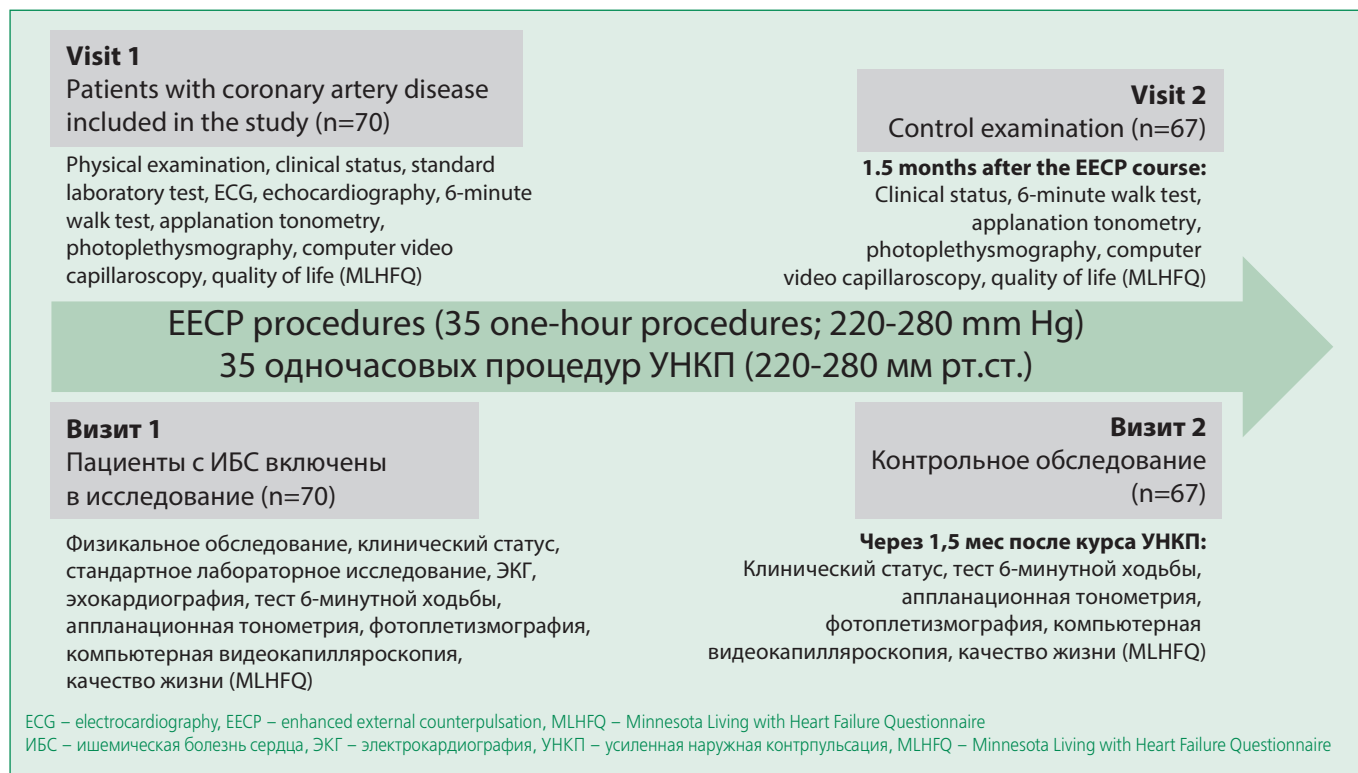


Figure 1. Study design

Рисунок 1. Дизайн исследования

стояния капиллярной сети (ПКС после пробы с реактивной гиперемией, процент капиллярного восстановления [ПКВ], процент перфузируемых капилляров [ППК]).

Для изучения структурно-функционального состояния стенки крупных сосудов (аорта, плечевая, лучевая артерии), функционального состояния МЦР (артериолы) применялась фотоплетизмография (ФПГ) [14]. ФПГ (аппарат Ангиоскан-01; Ангиоскан, Россия) основана на регистрации пульсовой волны с помощью оптопары с последующим его контурным анализом. Оценивались параметры ремоделирования стенки крупных сосудов (индекс жесткости) и МЦР (индекс отражения), функции эндотелия (проба с реактивной гиперемией) крупных сосудов (сдвиг фаз) и сосудов МЦР (индекс окклюзии).

Для оценки центрального аортального систолического давления (ЦАСД) и радиального индекса аугментации (RAI) выполнялась аппланационная тонометрия при помощи «А – pulse CASPro» (HealthSTATS, США). Данный метод служит для определения характеристик жесткости сосудистой стенки.

За время исследования выбыло 3 пациента (не смогли прийти на визит 2 человека). В окончательный анализ включены данные 67 пациентов.

Статистический анализ. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statistica 6.0. Соответствие наблюдаемого распределения количественных величин нормальному закону распределения оценивали с использованием критерия Шапиро-Уилка. При нормальном распределении количественных показателей использовался t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, при распределении, отличном от нормального, использовался критерий Манна-Уитни. Данные представлены в виде $M \pm SD$ или Me [25%;75%]. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Клинико-демографическая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Через 3 мес (через 1,5 мес после окончания курса УНКП) выявлено статистически значимое улучшение толерантности к физическим нагрузкам, улучшение динамики состояния больных по шкале оценки клинического состояния (ШОКС, снижение баллов функционального класса), улучшение качества жизни согласно опроснику MLHFQ, увеличение сократительной функции левого желудочка (табл. 2).

Результаты аппланационной тонометрии показали статистически незначимое снижение ЦАСД и RAI. По результатам капилляроскопии и фотоплетизмографии отмечено статистически значимое улучшение показателей, отражающих дисфункцию эндотелия как крупных

Table 1. Clinical and demographic characteristics of patients (n=67)

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика пациентов (n=67)

Параметр	Значение
Возраст, лет	65,7±8,6
Мужчины, n (%)	47 (70,1)
Артериальная гипертензия, n (%)	42 (62,7)
Сахарный диабет, n (%)	15 (22,4)
Курение, n (%)	11 (16,4)
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	19 (28,4)
Реваскуляризация в анамнезе, n (%)	56 (83,6)
Индекс массы тела, кг/м ²	27,3 [22,1;30,1]
Данные представлены в виде $M \pm SD$ или Me [25%;75%], если не указано иное	

Table 2. Change in the studied indicators during the study

Таблица 2. Динамика изучаемых показателей за время исследования

Параметр	Исходно	Через 3 мес
Дистанция в тесте 6-минутной ходьбы, м	212 [189; 273]	308 [251; 336]
Динамика состояния больных по ШОКС, баллы	6,5±1,8	4,4±1,2*
Динамика качества жизни пациентов (MLHFQ), баллы	51,9±6,2	38,6±7,1*
Фракция выброса, %	41,6 [36,6; 47,1]	44,8 [39,5; 50,7]*
КДО ЛЖ, мл	107±17,2	106±19,4
Данные представлены в виде $M \pm SD$ или Me [25%;75%]		
* $p < 0,05$ по сравнению с исходным значением		
ШОКС – шкала оценки клинического состояния, КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка, MLHFQ – Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire		

сосудов, так и МЦР (сдвиг фаз, индекс окклюзии), а также функциональные нарушения капиллярного русла кожи (процент перфузируемых капилляров, ПКС в пробе с реактивной гиперемией) (табл. 3). При этом не отмечено статистически значимой динамики со стороны показателей, отражающих ремоделирование как крупных сосудов, так и МЦР (радиальный индекс аугментации, индекс жесткости, индекс отражения, ПКС покоя; табл. 3).

Обсуждение

Положительное влияние лечения с применением УНКП у пациентов с ИБС, в том числе, осложненной ХСН, уже неоднократно продемонстрировано в различных работах. Традиционно рассматривалось влияние УНКП на толерантность к физической нагрузке и ассоциированные с ней показатели (время до ишемии, частота эпизодов стенокардии и др.), а также перфузию миокарда и качество жизни пациентов.

Классическим исследованием в этом направлении является многоцентровое проспективное рандомизированное слепое контролируемое исследование

Table 3. Changes in indicators of the structural and functional state of blood vessels

Таблица 3. Динамика показателей структурно-функционального состояния сосудов

Параметр	Исходно	Через 3 мес
ЦАСД, мм рт.ст.	131±15,8	129±14,8
Радиальный индекс аугментации, %	97,2±25,1	96±21,6
Сдвиг фаз, м/с	5,6 [2,4;7,2]	6,8 [3,3;8]*
Индекс окклюзии	1,5 [1,2;1,7]	1,66 [1,3;1,9]*
Индекс жесткости, м/с	8,9±1,5	8,8±1,6
Индекс отражения, %	38,9±11,3	38,3±11,6
Процент перфузируемых капилляров, %	88,9 [76;91,3]	91,2 [86;94]*
ПКС (покой), п	44±12,2	44,6±11,5
ПКС (венозная окклюзия), п	53±15	56,4±14,2
ПКС (реактивная гиперемия), п	45±14	57±16*
Данные представлены в виде M±SD или Me [25%;75%]		
*p<0,05 по сравнению с исходным значением		
ЦАСД – центральное аортальное систолическое давление, ПКС – плотность капиллярной сети		

MUST-ЕЕСР с участием 139 амбулаторных пациентов со стабильной стенокардией. Пациенты, получавшие процедуры УНКП, по сравнению с группой неактивной контрпульсации имели статистически значимое увеличение времени до появления депрессии сегмента ST и уменьшение частоты эпизодов стенокардии [11].

О. Мау с соавт. продемонстрировали статистически значимое снижение частоты приступов стенокардии (с 2,7 до 0,9 в сут; $p<0,005$), а также снижение тяжести стенокардии, как минимум, на 1 функциональный класс (Canadian Cardiovascular Society) у 82% пациентов сразу после курса и у 79% – через 3 мес ($p<0,0002$). Помимо этого, отмечено и улучшение качества жизни этих пациентов (по опросникам SF-36 и QoL) [15].

Положительное влияние УНКП на толерантность к нагрузке, перфузию миокарда и качество жизни пациентов с рефрактерной стенокардией продемонстрировано и в работах Ю.Н. Беленкова и соавт. [16,17], поэтому выявленное нами положительное влияние УНКП на толерантность к нагрузке (увеличение на 45%), систолическую функцию ЛЖ (увеличение на 7,6%), а также качество жизни пациентов (улучшение на 18%) вполне соотносится с работами других авторов.

Однако основной целью нашей работы было изучить сосудистые эффекты УНКП, что потенциально способно расширить возможности применения данного метода у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, а также при состояниях, сопровождающихся редуцией кровотока/сосудистого русла в различных органах. Обусловлено это схожими периферическими сосудистыми эффектами УНКП во всех органах и тканях [4].

После курса УНКП у пациентов с ИБС нами отмечено статистически значимое улучшение показателей, отражающих дисфункцию эндотелия крупных сосудов (увеличение сдвига фаз с 5,6 [2,4; 7,2] до 6,8 [3,3; 8]; $p<0,05$) и МЦР (увеличение индекса окклюзии с 1,5 [1,2; 1,7] до 1,66 [1,3; 1,9]; $p<0,05$). Также выявлено уменьшение функциональных нарушений капиллярного русла кожи (увеличение процента перфузируемых капилляров с 88,9 [76; 91,3] до 91,2 [86;94], $p<0,05$ и ПСК в пробе с реактивной гиперемией; табл. 3). При этом через 3 мес не отмечено статистически значимого улучшения показателей, отражающих структурное ремоделирование крупных сосудов и МЦР.

J.S. Martin с соавт. продемонстрировали у пациентов с нарушенной толерантностью к глюкозе улучшение состояния периферических сосудов на фоне УНКП (35 одночасовых сеансов) в виде увеличения на 30% NOx плазмы, концентрации эндотелиального фактора роста сосудов (VEGF) на 75%. Помимо этого, авторами выявлено увеличение ПКС оцененной при биопсии скелетной мышцы [18]. В другой работе D.T. Beck с соавт. при изучении влияния УНКП на функцию эндотелия после курса УНКП (35 часовых сеансов) отметили улучшение у пациентов с ИБС поток-зависимой вазодилатации в плечевой и бедренной артериях (увеличение на 53-70%), а также повышение плазменного уровня NOx (на 28-55%) и простаглицлина (на 50-70%). Это подтверждает способность УНКП улучшать функцию периферических сосудов у пациентов с ИБС [19]. J.C. Avery с соавт. в ходе рандомизированного контролируемого исследования продемонстрировали, что УНКП у пациентов с ИБС не только увеличивает коронарную перфузию и улучшает эндотелий-зависимую вазодилатацию в периферических артериях мышечного типа, но и увеличивает пиковый кровоток с улучшением эндотелий-зависимой вазодилатации в резистивных артериях [20]. Д.Б. Кульчицкая с соавт. изучали влияние наружной контрпульсации на эндотелиальную функцию и состояние МЦР у пациентов после реваскуляризации миокарда с ХСН II-III ФК (n=60). После курса наружной контрпульсации (35 одночасовых процедур) отмечено улучшение микроциркуляции в виде нормализации миогенного и нейрогенного тонуса артериол, усиления осцилляций эндотелиального диапазона, выявленное при помощи лазерной доплеровской флоуметрии [21].

Наличие вышеуказанных сосудистых эффектов УНКП позволяет расширить спектр изучения и применения данного метода не только у пациентов с ИБС, но и с другими состояниями, сопровождающимися нарушением регуляции сосудистого тонуса (гипертоническая болезнь) или редуцией кровотока/сосудистого русла (заболевания периферических артерий,

сахарный диабет, системная склеродермия и др.), а также с профилактической целью.

Ограничения исследования: при интерпретации полученных результатов необходимо учитывать особенности дизайна исследования (нерандомизированное, неконтролируемое).

Заключение

Применение УНКП в лечении пациентов со стабильной ИБС в дополнение к оптимальной медикаментозной терапии привело не только к увеличению толерантности к нагрузке и улучшению качества жизни, но и сопровождалось улучшением функционального состояния крупных сосудов и микроциркуляторного

русла (улучшение функции эндотелия). Оценка влияния УНКП на структурные показатели сосудистой системы требует проведения исследований на более длительном промежутке времени. Положительное влияние УНКП на структурно-функциональное состояние сосудистого русла способно существенно расширить возможности ее применения в клинической практике.

Конфликт интересов. Все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Disclosures. All authors have not disclosed potential conflicts of interest regarding the content of this paper.

References / Литература

1. Benjamin E.J., Muntner P., Alonso A., et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139(10):e56-e528. DOI:10.1161/CIR.0000000000000659.
2. Fihn S.D., Blankenship J.C., Alexander K.P., et al. 2014 ACC/AHA/AATS/PCNA/SCAI/STS focused update of the guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease. *Circulation*. 2014;130(19):1749-67. DOI:10.1161/CIR.0000000000000095.
3. Mareev V.Yu., Fomin I.V., Ageev F.T. Clinical recommendations of OSSN - RKO - RNMOT. Heart failure: chronic (CHF) and acute decompensated (ODSF). Diagnostics, prevention and treatment. *Kardiologiya*. 2018;58(56):8-164 (In Russ.) [Мареєв В. Ю., Фомин И. В., Агеев Ф. Т. Клинические рекомендации ОССН-РКО-РНМОТ. Сердечная недостаточность: хроническая (ХСН) и острая декомпенсированная (ОДСН). Диагностика, профилактика и лечение. *Кардиология*. 2018;58(56):8-164]. DOI:10.18087/cardio.2475.
4. Mamiyeva Z.A., Lishuta A.S., Belenkov Yu.N., et al. Possibilities of using enhanced external counterpulsation in clinical practice. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2017; 13 (2): 238-47 (In Russ.) [Мамиева З.А., Лишута А.С., Беленков Ю.Н., и др. Возможности применения усиленной наружной контрпульсации в клинической практике. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2017;13(2):238-47]. DOI:10.20996/1819-6446-2017-13-2-238-247.
5. McKenna C., McDaid C., Suekarran S., et al. Enhanced external counterpulsation for the treatment of stable angina and heart failure: a systematic review and economic analysis. *Health Technol Assess*. 2009;13:1-90. DOI:10.3310/hta13240.
6. Michaels A.D., Accad M., Ports T.A., et al. Left ventricular systolic unloading and augmentation of intracoronary pressure and Doppler flow during enhanced external counterpulsation. *Circulation*. 2002;106:1237-42. DOI:10.1161/01.cir.0000028336.95629.b0.
7. Cai D., Wu R., Shao Y. Experimental study of the effect of external counterpulsation on blood circulation in the lower extremities. *Clin Invest Med*. 2000;23:239-47.
8. Kersten J.R., Pagel P.S., Chilian W.M., Wartler D.C. Multifactorial basis for coronary collateralization: a complex adaptive response to ischemia. *Cardiovasc Res*. 1999;43:44-57. DOI:10.1016/S0008-6363(99)00077-2.
9. Luo C., Liu D., Wu G. 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):260-8. DOI:10.1159/000339876.
10. Kern M.J., Aguirre F.V., Tatineni S., et al. Enhanced coronary blood flow velocity during intraaortic balloon counterpulsation in critically ill patients. *J Am Coll Cardiol*. 1993;21:359-68. DOI:10.1016/0735-1097(93)90676-r.
11. 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):1833-40. DOI:10.1016/S0735-1097(99)00140-0.
12. Stys T.P., Lawson W.E., Hui J.C.K., et al. Effects of enhanced external counterpulsation on stress radionuclide coronary perfusion and exercise capacity in chronic stable angina pectoris. *Am J Cardiol*. 2002;89:822-4. DOI:10.1016/S0002-9149(02)02191-4.
13. Wu E., Mårtensson J., Broström A. Enhanced external counterpulsation in patients with refractory angina pectoris: a pilot study with six months follow-up regarding physical capacity and health-related quality of life. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2013;12:437-45. DOI:10.1177/1474515112468067.
14. Belenkov Yu.N., Privalova E.V., Danilogorskaya Yu.A., Shchendrygina A.A. Structural and functional changes in the microvasculature at the capillary level in patients with cardiovascular diseases (arterial hypertension, coronary heart disease, chronic heart failure), which can be observed during computer video capillaroscopy. *Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2012;2:49-55 (In Russ.) [Беленков Ю.Н., Привалова Е.В., Данилогорская Ю.А., Щендрыгина А.А. Структурные и функциональные изменения микроциркуляторного русла на уровне капилляров, у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями (артериальная гипертония, ишемическая болезнь сердца, хроническая сердечная недостаточность), которые можно наблюдать в ходе компьютерной видеокапилляроскопии. *Кардиология и Сердечно-сосудистая Хирургия*. 2012;2:49-55].
15. May O., Lynggaard V., Mortensen J.C.A., Malczynski J. Enhanced External Counterpulsation – Effect on Angina Pectoris, QoL and Exercise Capacity After 1 Year. *Scand Cardiovasc J*. 2015;49(1):1-6. DOI:10.3109/14017431.2014.994028.
16. Gabrusenko S.A., Malakhov V.V., Sergienko I.V., et al. The first experience in Russia of the therapeutic method of external counterpulsation in patients with ischemic heart disease. *Ter Arkhiv*. 2006;78(9):27-33 (In Russ.) [Габрусенко С.А., Малахов В.В., Сергиенко И.В., и др. Первый опыт применения в России лечебного метода наружной контрпульсации у больных ишемической болезнью сердца. *Терапевтический Архив*. 2006;78(9):27-33].
17. Sergienko I.V., Gabrusenko S.A., Malakhov V.V., et al. The effect of external counterpulsation on the perfusion of the left ventricular myocardium in patients with coronary heart disease. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2008;7(7):85-90 (In Russ.) [Сергиенко И.В., Габрусенко С.А., Малахов В.В., и др. Влияние наружной контрпульсации на перфузию миокарда левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца. *Кардиоваскулярная Терапия и Профилактика*. 2008;7(7):85-90].
18. Martin J.S., Beck D.T., Aranda J.M. Jr, Braith R.W. Enhanced External Counterpulsation Improves Peripheral Artery Function and Glucose Tolerance in Subjects With Abnormal Glucose Tolerance. *J Appl Physiol* (1985). 2012;112(5):868-76. DOI:10.1152/jappphysiol.01336.2011.
19. Beck D.T., Martin J.S., Casey D.P., et al. Enhanced External Counterpulsation Improves Endothelial Function and Exercise Capacity in Patients With Ischaemic Left Ventricular Dysfunction. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2014;41(9):628-36. DOI:10.1111/1440-1681.12263.
20. Avery J.C., Beck D.T., Casey D.P., et al. Enhanced External Counterpulsation Improves Peripheral Resistance Artery Blood Flow in Patients With Coronary Artery Disease. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39(3):405-8. DOI:10.1139/apnm-2013-0309.
21. Kulchitskaya D.B., Shovkun T.V., Yarnykh E.V., et al. Effect of external counterpulsation on the state of microcirculation in patients with ischemic heart disease complicated by the development of chronic heart failure after surgical and endovascular myocardial revascularization. *Questions of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture*. 2019;96(5):5-10 (In Russ.) [Кульчицкая Д.Б., Шовкун Т.В., Ярных Е.В., и др. Влияние наружной контрпульсации на состояние микроциркуляции у пациентов с ишемической болезнью сердца, осложненной развитием хронической сердечной недостаточности, после хирургической и эндоваскулярной реваскуляризации миокарда. *Вопросы Курортологии, Физиотерапии и Лечебной Физической Культуры*. 2019;96(5):5-10]. DOI:10.17116/kurort2019960515.

About the Authors:

Kirill S. Karaganov – Postgraduate Student, Chair of Hospital Therapy №1, I.M. Sechenov University

Alexey S. Lishuta – MD, PhD, Associate Professor, Chair of Hospital Therapy №1, I.M. Sechenov University

Yuri N. Belenkov – MD, PhD, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of Chair of Hospital Therapy №1, Sechenov University

Сведения об авторах:

Караганов Кирилл Сергеевич – аспирант, кафедра госпитальной терапии №1, Сеченовский Университет

Лишута Алексей Сергеевич – к.м.н., доцент, кафедра госпитальной терапии №1, Сеченовский Университет

Беленков Юрий Никитич – д.м.н., профессор, академик РАН, зав. кафедрой госпитальной терапии №1, Сеченовский Университет