

doi: 10.17116/kurort20153?-?

Усиленная наружная контрпульсация — метод неинвазивного вспомогательного кровообращения в комплексном восстановительном лечении пациентов после ишемического инсульта (обзор литературы)

М.А. ЭНЕЕВА¹, Е.В. КОСТЕНКО^{1,2}, А.Н. РАЗУМОВ¹, Л.В. ПЕТРОВА¹, С.Н. БОБЫРЕВА¹, О.М. НЕСУК¹

¹ГБУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины» Департамента здравоохранения Москвы, ул. Земляной вал, 53, Москва, Российская Федерация, 107120; ²ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Бауманская, 70, Москва, Российская Федерация, 105005

The enhanced external counterpulsation as a method of non-invasive auxiliary blood circulation used for the combined rehabilitative treatment of the patients surviving after ischemic stroke (a review)

M.A. ENEEVA¹, E.V. KOSTENKO^{1,2}, A.N. RAZUMOV¹, L.V. PETROVA¹, S.N. BOBYREVA¹, O.M. NESUK¹

¹State budgetary institution «Moscow Research and Practical Centre of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine», Moscow Health Department, ul. Zemlaynoy val, 53, Moscow, Russian Federation, 107120; ²State budgetary educational institution of higher professional education «N.I. Pirogov Russian National Research Medical University», Moscow

В представленном обзоре зарубежной и отечественной литературы рассматривается применение метода усиленной наружной контрпульсации (УНКП) для терапии пациентов с различными заболеваниями. Показано, что в последнее время интенсивно исследуются клинико-нейрофизиологические аспекты применения данного метода в комплексном восстановительном лечении пациентов после ишемического инсульта (ИИ). Проанализированы возможности влияния УНКП на систему регуляции мозгового кровотока, формирование коллатерального кровообращения ишемизированной ткани, а также клеточно-гуморальный эффект метода. Включение УНКП в комплексную индивидуализированную программу восстановительного лечения пациентов после ИИ патогенетически обосновано и способствует регрессу клинико-неврологического и нейропсихологического дефицита.

Ключевые слова: ишемический инсульт, вспомогательное кровообращение, усиленная наружная контрпульсация, церебральный кровоток, коллатеральное кровообращение, неинвазивный метод.

The present review of the foreign and domestic literature is concerned with the application of the method of enhanced external counterpulsation (ECCP) therapy for the treatment of the patients presenting with various diseases. It is shown that many recent publications report extensive investigations of the clinical and neurophysiological aspects of the application of this method for the combined regenerative treatment of the patients surviving after ischemic stroke (IS). The possibility of the influence of ECCP therapy on the system of regulation of the cerebral blood flow, the formation of collateral circulation in the ischemic tissue, and the cellular-humoral mechanisms are considered. It is concluded that the introduction of enhanced external counterpulsation therapy into the program of the combined rehabilitative treatment on an individual basis for the patients surviving after ischemic stroke is pathogenetically substantiated as promoting regression of clinical, neurological, and neuropsychological disorders.

Key words: ischemic stroke, auxiliary blood circulation, enhanced external counterpulsation, cerebral blood flow, collateral circulation, non-invasive method.

Сосудистые заболевания головного мозга, и особенно инсульты, одна из главных медико-социальных проблем в современном мире, так как является ведущей причиной длительной и глубокой инвалидизации пациентов [1, 2]. Однако следует учитывать, что большое количество инвалидов после острых нарушений мозгового кровообращения (ОНМК) связано не только с высокой распространенностью данной патологии и уровнем заболеваемости, но также и с клиническими особенностями течения заболевания, возрастом пациентов, стойко-

стью и тяжестью развивающихся неврологических дефектов. Так в РФ до 23% лиц трудоспособного возраста, перенесших инсульт, возвращаются к трудовой деятельности, инвалидами остаются от 20 до 30% заболевших, постоянная медико-социальная поддержка требуется 85% больным [3].

Необходимо также отметить имеющуюся тенденцию к «омоложению» инсульта (среди лиц 15—49 лет распространенность ишемического инсульта (ИИ) составляет 11,4 на 100 тыс.), а заболеваемость инсультом в возрасте старше 55 лет каждые 10 лет

увеличивается в 2 раза. В течение года 5—25% пациентов переносят повторный инсульт, в течение трех лет — около 18%, пяти лет — до 40% [4, 5].

Согласно современным представлениям, инсульт (от лат. *Insultus* — приступ, наскок) — наиболее тяжелая форма ОНМК, которая развивается остро или подостро и сопровождается очаговой и общемозговой симптоматикой, продолжительностью более 24 ч [6]. На долю ИИ приходится около 80% всех ОНМК. Основными факторами риска по-прежнему считаются артериальная гипертензия, сахарный диабет, гиподинамия, курение, употребление алкоголя, гиперхолестеринемия [4].

Среди основных патогенетических механизмов ИИ наиболее важными являются следующие: снижение мозгового кровотока; глутаматная «эксайто-токсичность»; накопление кальция внутри клеток; активация внутриклеточных ферментов; усиление выработки оксида азота (NO), развитие оксидантного стресса; экспрессия генов раннего реагирования; реакция местного воспаления, микровезикулярные изменения; повреждение гематоэнцефалического барьера, некроз клеток; апоптоз.

При лечении острого ИИ основным доказанным эффективным методом лечения считается тромболитическая терапия, имеющая ряд ограничений, противопоказаний, а также риск развития серьезных осложнений. При выборе терапевтических мероприятий необходимо учитывать все звенья патогенеза. Соответственно патогенезу выделяют два основных направления в лечении: реперфузия — восстановление кровотока и нейропротекция — воздействие на биохимические и молекулярные механизмы, направленные на уменьшение повреждения нейронов и снижение степени повреждения вещества мозга [7]. Создание сосудистых центров и широкое внедрение современных методов лечения, реабилитация и вторичная профилактика инсульта в остром периоде являются важнейшим достижением современного здравоохранения. В то же время в связи с реорганизацией экстренной помощи больным с цереброваскулярной патологией особенно актуальна проблема продолженной реабилитации после завершения острого периода. С одной стороны, успешное решение многих сложных вопросов ранней диагностики и лечения пациентов с ОНМК позволило снизить смертность и тяжесть неврологического дефицита, с другой — не решены вопросы оптимизации реабилитационных мероприятий и продолжается поиск новых безопасных и эффективных методов восстановительного лечения [8].

Очень важна при подборе адекватного лечения оценка кровообращения пораженного участка и магистральных артерий головы. При окклюзии артерий темп и степень восстановления утраченных

функций зависит от того, насколько развито коллатеральное кровообращение. Плохое восстановление утраченных функций может свидетельствовать о недостаточности коллатерального кровообращения. В настоящее время данная проблема является одной из основных в понимании функционального состояния кровообращения мозга [9].

Известно, что бассейн внутренней сонной артерии имеет две анастомозирующие системы: связи внутренней сонной артерии с наружной сонной артерией и связи наружной сонной артерии с подключичной артерией. В норме кровоток по этим анастомозам не регистрируется. При окклюзии артерии головы тяжесть формирующегося дефицита в основном определяется степенью развития коллатерального кровообращения. При хорошо развитой коллатеральной сети иногда наблюдается полное восстановление утраченных функций [9]. В формировании коллатералей, кроме имеющихся анастомозов, важную роль играют нейрогуморальные процессы, в результате которых происходит васкулогенез. Для эффективного лечения необходимо использовать методы, направленные и на открытие уже имеющихся анастомозов, и на запуск механизма формирования новых сосудов путем ангиогенеза.

Одним из безопасных и хорошо себя зарекомендовавших методов немедикаментозного лечения, действующего на эти процессы, является метод усиленной наружной контрпульсации (УНКП). УНКП (от англ. — *enhanced external counterpulsation*, ЕЕСР) — неинвазивный метод вспомогательного кровообращения, основанный на перемещении крови в артериях и венах под воздействием сдавливания нижних конечностей манжетами, в которые под давлением нагнетается воздух. Впервые термин «контрпульсация» (от лат. *contra* — против, *pulsation* — удар) был использован Н. Soroff при описании ретроградного кровотока в аорте. В 1953 г. А. Kantrowits предположил, что повышение диастолического давления в артериях может улучшить сердечный кровоток и стимулировать образования коллатералей, тем самым уменьшая проявления ишемии миокарда и

Сведения об авторах:

Костенко Елена Владимировна — д.м.н., доц. каф. общественного здоровья и здравоохранения, экономики здравоохранения педиатрического факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова, с.н.с., зав. филиалом №6, e-mail: ekostenko58@mail.ru; *Энеева Малика Ахматовна* — врач-невролог, м.н.с. филиала №6 МНПЦМРВСМ ДЗМ, e-mail: eneeva.m@yandex.ru; *Разумов Александр Николаевич* — д.м.н., проф., дир. МНПЦМРВСМ ДЗМ, гл. внештатный специалист по медицинской реабилитации и санаторно-курортному лечению ДЗМ, акад. РАН; *Петрова Людмила Владимировна* — к.м.н., зав. неврологическим отделением, сотрудник филиала №6 МНПЦМРВСМ ДЗМ, e-mail: ludmila.v.petrova@yandex.ru; *Бобырева Светлана Николаевна* — зав. неврологическим отделением, сотрудник филиала №6 МНПЦМРВСМ ДЗМ, e-mail: s.bobyreva@yandex.ru; *Несук Ольга Михайловна* — к.м.н., зам. дир. по клинико-экспертной работе, e-mail: nesukom@mail.ru

сердечной недостаточности. Данный принцип лег в основу создания технологии внутриаортальной баллонной контрпульсации (ВАБК).

В 1963 г. А. Kantrowits [10] провел исследование, в котором участвовали 27 человек, где он использовал ВАБК. Несмотря на значительные положительные эффекты ВАБК, есть ряд минусов для широкого применения данного метода: инвазивность, риск эмболии, травмы аорты, инфицирования, развития аневризмы. Лишь в 1969 г. U. Ruiz применил контрпульсацию на нижних конечностях у 5 пациентов. Наблюдалось повышение диастолического давления на 50 мм рт.ст. и увеличение сердечного кровотока на 20%, что сопровождалось некоторым клиническим успехом. В 1973 г. J. Cohen определил, что лучшего эффекта можно достичь путем постепенного распределения давления на нижние конечности, начиная с голеней вверх и одномоментной декомпрессии ног. При обработке результатов в тот же период времени стало известно, что при УНКП сердечный выброс увеличивается на 25%, а при ВАБК лишь на 4%. Это связано с увеличением венозного возврата к правым отделам сердца во время диастолы во время проведения процедуры УНКП [11].

Первые аппараты представляли собой неудобные и массивные цилиндры для ног, в которых имелись камеры с водой. В момент диастолы вода нагнеталась, а в систолу активно скачивалась из этих камер. Из-за сложности аппарата и неудобства самой методики большинство кардиологов в 1980-е годы не считали УНКП перспективным методом лечения. Позднее, в 1983 г., в КНР разработали первый аппарат УНКП с применением пневматических манжет, а американская компания «Vasomedical» усовершенствовала его и начала продажу и обслуживание данного аппарата [12]. В современных аппаратах для своевременного достижения ретроградной пульсовой волны к корню аорты проводится синхронизация с ЭКГ и инфляция воздуха в манжете начинается после окончания систолы.

Однако широкое применение метод УНКП получил лишь в июне 1999 г., когда были опубликованы результаты крупного рандомизированного, двойного слепого и плацебо-контролируемого исследования MUST-ЕЕСР (MUlticenter SStudy of Enhanced External Counter Pulsation), проводившегося в 7 университетских медицинских центрах США. В исследовании участвовало 139 пациентов со стенокардией. В группе, получавшей УНКП, уменьшилось количество приступов стенокардии и доза применяемых нитратов, возрастало время возникновения депрессии сегмента *ST* по сравнению с пациентами, не получавшими УНКП в качестве лечения. Было также отмечено, что положительные результаты после УНКП и улучшение качества жизни сохранялись через 12 и 24 мес у большей части пациентов [13]. O. Soran и соавт. сообщили, что у

больных со стабильной стенокардией после УНКП улучшается также и физическая выносливость. R. Sinvhal и соавт. [14] впервые успешно применили метод УНКП у больных стенокардией, рефрактерной к медикаментозной терапии.

В литературе встречаются данные о проведении УНКП с использованием манжет на верхних и нижних конечностях с большей эффективностью (увеличение диастолического давления на 44% по сравнению с использованием манжет только на нижних конечностях). Однако в связи с психологическим дискомфортом, возникающим у пациента во время процедуры, и рядом технических сложностей от УНКП четырех конечностей (одновременно) в настоящее время отказались [15].

До настоящего времени большинство научных исследований в области применения метода УНКП проходит в рамках кардиологической патологии. Однако все чаще встречаются данные о применении этой методики при заболеваниях других органов и систем.

Так D. Werneg и соавт. показали эффективность УНКП при окклюзии центральной артерии сетчатки и ишемической нейропатии зрительного нерва (в острой стадии). Усиление кровотока в центральной артерии сетчатки подтверждалось УЗДГ, которую проводили до УНКП и через 2 ч после процедуры. В контрольной группе изменений кровотока не отмечалось [16—18]. Его же группа провела исследование по применению УНКП у 30 пациентов со снижением или внезапной потерей слуха и с постоянным шумом в ушах. В результате у 47% пациентов уменьшился шум, слух улучшился у 28% испытуемых (подтверждено аудиометрией).

В литературе все чаще встречаются сведения о применении УНКП для лечения эректильной дисфункции. S. Froschermaier [19] в 1998 г. в своем исследовании выявил улучшение эректильной функции у 7, а полное ее восстановление у 4 испытуемых из 13, и лишь двое не отметили улучшения после лечения.

Имеются данные о позитивном влиянии УНКП на состояние пациентов с заболеваниями периферических артерий и при синдроме беспокойных ног. При проведении УНКП у пациентов по сравнению с контрольной группой значительно улучшалось периферическое кровообращение и состояние центральной и периферической нервной системы [20, 21].

В 1970-х годах ученые провели ряд исследований у больных с хронической почечной недостаточностью, в тот же период метод УНКП был применен у пациентов с мочекаменной болезнью и хроническим нефритом. Несмотря на то, что данные работы были проведены с участием небольшого числа пациентов, были сделаны обнадеживающие выводы об эффективности и безопасности УНКП при почечной патологии [22—24].

В 2002 г. F. Li исследовал эффективность наружной контрпульсации у 30 больных сахарным диабе-

том. Согласно результатам этого исследования, после 2—4 курсов контрпульсации (по 10 процедур на курс) у 11 пациентов показатели уровня глюкозы в крови нормализовались, у 16 — снизилось содержание глюкозы до 7—9 ммоль/л и у 3 — до уровня 10—14 ммоль/л. Опытным путем доказано, что наружная контрпульсация — эффективный метод нормализации концентрации глюкозы у больных сахарным диабетом 2-го типа, особенно резистентным к длительному медикаментозному лечению.

За период с 1994 по 1998 г. L. Jiang после трех месяцев комплексного лечения 170 детей, больных ДЦП, с применением наружной контрпульсации обнаружил нормализацию объемной скорости кровотока по интракраниальным артериям. L. Jiang утверждал, что наружная контрпульсация способна улучшать кровоснабжение головного мозга и тем самым потенцирует процесс реабилитации больных ДЦП.

Широкое применение нашел этот метод и в спортивной медицине для улучшения и стабилизации сердечно-сосудистой системы перед соревнованиями и в реабилитации после некоторых травм. В 1988 г. Lu Zhan и соавт. из Исследовательского центра национального спорткомитета Китая, совместно с Liang Xiaoming изучали применение УНКП у спортсменов с падением системного артериального давления (АД) после истощающих нагрузок. Известно, что связанный с физической нагрузкой коллапс (англ. EAC) чаще всего заставляет обращаться спортсменов за медицинской помощью. D. Speedy и соавт. (2000) выявили, что 27% атлетов, получавших медицинскую помощь после триатлона на супервыносливость (Ironman — триатлон), имели EAC. Также L. Eichna и соавт. (1947) доказали, что постуральная гипотензия после физической нагрузки вызвана оттоком и накоплением крови во вместительных венах нижних конечностей, что вызывает снижение давления наполнения предсердий. Причиной может быть рефлекс Barcroft—Edholm (рефлекс с правого предсердия, парадоксальное расширение сосудов мышц при прогрессирующем снижении давления в правом предсердии). С учетом механизмов развития утомления после физической нагрузки считается, что одним из наиболее эффективных методов восстановления в спортивной медицине является именно УНКП. В своей работе Lu Zhan и соавт. (1988) показали, что процедура УНКП ведет к усилению как кровотока по артериальным сосудам к периферическим отделам конечностей, подвергающимся сдавлению, в систолу, так и к усилению венозного оттока от них, что придает особую актуальность процедуре УНКП, способствующей ликвидации физиологических ответов после интенсивных и продолжительных нагрузок. По результатам исследования Lu Zhan и соавт., в Китайском журнале была опубликована статья «Применение УНКП для снижения утомления у спортсменов».

Изучая эффекты УНКП, ученые пришли к выводу, что данный метод приводит к улучшению мозгового кровотока и может быть использован для лечения пациентов с цереброваскулярной патологией. Есть данные о применении УНКП при болезни Альцгеймера. Значительное улучшение церебрального кровотока и уменьшение уровня маркеров окислительного стресса в крови дают основание для дальнейшего изучения эффективности данного метода у пациентов с болезнью Альцгеймера [25]. Физиологи в Китае начали изучать применение УНКП у пациентов с ИИ в 1980-х годы [26]. Первые данные были получены после исследования G. Zhao и соавт. [27] в 1988 г.: 48 человек после перенесенного ИИ были разделены на 2 группы. У 28 пациентов, получавших во время лечения 12 процедур УНКП, отмечалось клиническое улучшение в 100% случаев по сравнению с 75% в группе пациентов, не получавших УНКП. В 1996 г. S. Yang и соавт. [28] провели рандомизированное, двойное слепое и плацебо-контролируемое исследование, в котором участвовали 80 пациентов после ИИ, из них 40 человек получали 12 процедур УНКП и 40 пациентов УНКП не получали. После анализа результатов было выявлено увеличение линейной скорости кровотока в мозговых артериях у пациентов, перенесших ИИ, получавших УНКП, по сравнению с группой, не получавшей УНКП во время лечения. Клиническое улучшение было отмечено в 72% случаев по сравнению с 12% у пациентов без УНКП. Наиболее значимым в исследовании применения данного метода для лечения пациентов после ИИ стал 2003 г. Сразу три крупных рандомизированных исследований с участием 186, 123, 138 пациентов проходили в Китае. Так, S. Yao и соавт. применяли УНКП у 118 пациентов, перенесших ИИ, а у 68 испытуемых в комплексное лечение не входил данный метод. В результате исследования кроме разницы в клиническом улучшении (96% по сравнению с 83,3%) было также отмечено уменьшение вязкости крови в группе пациентов, получавших УНКП. J. Zhang и соавт. [29] в 2003 г. исследовали 138 пациентов после ИИ (70 пациентов получали УНКП, 68 не имели данной методики в комплексе лечебных мероприятий). Положительный результат применения УНКП был отмечен в 1-й группе (клиническое улучшение в 92,9% по сравнению с 73,5% у пациентов, не получавших УНКП; также в 1-й группе отмечалось значимое уменьшение вязкости крови, снижение уровня фибриногена и гематокрита).

Все вышеперечисленные данные были получены в зарубежных исследованиях. В нашей стране первый и единственный опыт применения метода УНКП у пациентов, перенесших ИИ, был получен в результате работы, проведенной на базе ПВЛ №7 (Москва) в 2009 г. В этом исследовании приняли участие 86 пациентов после ИИ в раннем восстановительном периоде. 37 человек наряду с базовой те-

рапией получали 17 процедур УНКП продолжительностью 1 ч (1-я группа), 39 пациентов — 35 процедур УНКП (2-я группа), 10 пациентов получали аналогичное лечение (антигипертензивные, антиагреганты, коронаролитики, миорелаксанты, ЛФК, массаж) за исключением УНКП (группа сравнения). Все испытуемые были сопоставимы по возрасту, гендерному составу, длительности заболевания, выраженности неврологического дефицита. В результате анализа результатов исследования показано, что на фоне лечения выраженность пареза и спастичности уменьшилась в 1-й группе на 20 и 50,0%, во 2-й — на 24,3 и 69,6%, в группе сравнения на 14,7 и 41,7% соответственно. Индекс Бартель увеличился в 1-й группе на 5,1%, во 2-й группе на 6,9%, в группе сравнения на 2,7%. По результатам тестирования с применением HADS и САН было выявлено улучшение эмоционального состояния больных, уменьшение выраженности депрессии и тревожности. Было отмечено также изменение в линейной скорости кровотока (ЛСК) по магистральным артериям головы. Так, максимальный прирост ЛСК был зарегистрирован во 2-й группе — на 24,0% по внутренней сонной артерии ($p < 0,05$) и по общей сонной артерии — на 14,5% ($p < 0,05$). Наименее выраженные изменения были зарегистрированы у больных в группе сравнения. Таким образом, впервые в Российской Федерации было проведено исследование по применению метода УНКП для реабилитации больных после ИИ. Полученные данные подтверждают эффективность метода УНКП у пациентов, перенесших ИИ, в раннем восстановительном периоде [30].

Механизм действия УНКП описывается с учетом сразу нескольких эффектов:

- 1) кардиальный: увеличение кровяного давления;
- 2) периферический: ускорение оттока венозной крови от нижних конечностей и улучшение работы лимфатической системы;
- 3) клеточно-гуморальный: стимулируется синтез оксида азота, который запускает рост новых сосудов, снижает уровень холестерина, уменьшает вязкость крови, снижает уровень АД и, действуя на генном уровне, опосредованно приостанавливает процессы старения и гибели клеток;
- 4) гемодинамический: снижается общее периферическое сосудистое сопротивление. За счет данных эффектов повышается толерантность к физической нагрузке [31].

Для понимания механизма действия УНКП необходимо учитывать, что нормальное функционирование системы регуляции мозгового кровообращения возможно при определенном уровне системного артериального давления. Также известно, что в регуляции работы сердечно-сосудистой системы человека принимают участие крупные артериальные сосуды конечностей, так как в них при опреде-

ленных функциональных нагрузках происходят значительные биомеханические сдвиги внутрисосудистого давления. Кроме того, мышечные массивы ног, содержащие огромное количество крови (больше за счет верхней части бедер и ягодиц), участвуют в формировании общего периферического сопротивления, пред- и постнагрузки сердца [32]. Положительное давление уменьшает емкость сосудов, а отрицательное, увеличивая эту емкость, уменьшает сосудистое сопротивление [33].

В этой связи важно отметить, что в основе метода УНКП лежит теория о возможности увеличения магистрального кровотока при повышении диастолического давления в аорте путем импульсного изменения давления в ногах [32]. Это изменение достигается при УНКП при чередовании компрессии и декомпрессии нижних конечностей с помощью манжет, заполненных воздухом, синхронизированными с работой сердца. Принцип работы основан на законе Паскаля, по которому кровь из области высокого давления смещается в область более низкого. Чем больше градиент (разница давлений), тем выше скорость крови в сосудистом русле. Во время процедуры УНКП сдавление сосудов нижних конечностей манжетами приводит к повышению давления в аорте и сонных артериях. Имеющиеся в этих сосудах барорецепторы реагируют на рефлекторное расширение артерий и формируют импульсы, направленные в ЦНС. При стабильном повышении АД в период УНКП данная импульсация влияет на сосудосуживающий центр, что приводит к рефлекторному расширению сосудов и соответственно снижению системного АД.

Известно, что перфузия миокарда осуществляется преимущественно в диастолу, так как в систолу коронарные артерии пережимаются сердечной мышцей. Следовательно, чем выше диастолическое давление, тем лучше коронарный кровоток. Повышение диастолического давления крови в магистральных артериях при проведении УНКП, приводящее к усилению коронарной перфузии, является основными немедленным эффектом УНКП в отношении артерий. Именно степень повышения диастолического АД является важнейшим моментом в оценке эффективности УНКП, так как известно, что при повышении диастолического АД на 13% происходит увеличение коронарного кровообращения на 50% [34]. В норме у здоровых людей коронарный кровоток регулируется уровнем резистивного сопротивления артерий в системе коронарного кровообращения, важнейшим фактором которого является перфузионное давление.

Понимание особенностей кровоснабжения миокарда легло в основу выбора принципа инфляции и дефляции при УНКП с учетом фазы сердечного цикла. Три пары манжет одеваются на икры, бедра и ягодичную область пациента. В диастолу последователь-

но снизу вверх происходит нагнетание воздуха в манжеты под давлением от 200 до 350 мм рт.ст., что приводит к сужению сосудов нижних конечностей. Возникающая ретроградная пульсовая волна приводит к повышению диастолического давления в аорте, что сопровождается повышением коронарного перфузионного давления и увеличению коронарного кровообращения. С началом сокращения происходит мгновенное откачивание воздуха из манжет, уменьшая давление на конечности пациента, тем самым снижая системное сосудистое сопротивление. Таким образом, за счет снижения постнагрузки уменьшается работа сердца и потребление миокардом кислорода. Известно, что потребление миокардом кислорода связано с суммарным напряжением сердечной мышцы во время сокращения. Данный процесс характеризует так называемый индекс время—напряжение (ТП) — произведение систолического АД на суммарную деятельность систолы за 1 мин [35]. Учитывая, что в результате УНКП происходит уменьшение постнагрузки, снижается ТП и уменьшается потребность миокарда в кислороде. В то же время в момент сдавливания происходит сужение не только артерий, но и вен нижних конечностей и как следствие — увеличение венозного возврата к правым отделам сердца и соответственно увеличение сердечного выброса (механизм Франка—Старлинга) [12]. Однако, несмотря на то, что при УНКП увеличивается венозный возврат, не происходит повышение центрального венозного давления (ЦВД) и соответственно нет риска развития застоя в легких. Несмотря на увеличение притока крови к сердечной мышце, увеличения ЦВД не происходит, так как организм в процессе УНКП остается способным к его регулированию. Согласно имеющемуся опыту применения данной методики в мировой практике, даже в случае повышения ЦВД, оно всегда остается в рамках нормативных значений. Это важно прежде всего потому, что данный метод используется главным образом у пожилых пациентов с сердечно-сосудистой патологией, у которых зачастую имеются хронические обструктивные заболевания легких с нарушением легочной перфузии [30].

При очаговых повреждениях мозга нарушаются процессы саморегуляции кровотока, которые носят локальный характер. Очень важен в данной ситуации хорошо развитый коллатеральный кровоток. В связи с высокой чувствительностью нейронов к гипоксии важным считается своевременное включение кровотока в поврежденном участке мозга за счет коллатерального кровообращения [30]. При стенозах и окклюзиях артерий отмечается разница давления в здоровых и поврежденных участках. Во время УНКП происходит расширение уже имеющихся коллатералей и формирование новых сосудов. При движении крови в сосудах во время УНКП происходит усиление механического воздействия на стенки артерий и как следствие возрастание так называ-

емого напряжения сдвига (shear-stress). «Напряжение сдвига» представляет собой силы трения, действующие на эндотелий сосудистых стенок во время тока крови. Величина shear-stress прямо пропорциональна скорости кровотока и обратно пропорциональна диаметру сосуда.

Этот эффект достигается путем повышения диастолического АД во время процедуры УНКП, что приводит к увеличению выработки факторов роста, а именно HGF (фактор роста гепатоцитов) на 26%, FGF (фактор роста фибробластов) — на 19%, VEGF (сосудистый эндотелиальный фактор роста) — на 16% после проведения УНКП [21, 36]. В результате этого запускается механизм ангиогенеза. В литературе встречаются данные о стойком повышении VEGF на фоне лечения УНКП. Кроме того, при возрастании «напряжения сдвига» и повышении выработки простаглицина (PGI₂) эндотелием, увеличивается соотношение PGI₂/TXB₂ (тромбоксан). Эти изменения приводят к снижению тромбогенного потенциала. Необходимо отметить, что при увеличении shear-stress происходит также стимуляция антиоксидантного потенциала организма, изменяется агрегационный потенциал клеток крови в сторону его уменьшения [34]. Таким образом, неоангиогенез, улучшение микроциркуляции и улучшение реологических свойств крови в совокупности не только способствуют коррекции ИБС, сердечной недостаточности, но и значительно влияют на кровообращение организма в целом.

Участие УНКП в формировании коллатерального кровообращения в ишемизированной ткани сердца и как следствие увеличение доставки кислорода к жизненно важным органам без дополнительной нагрузки миокарда является в настоящее время самым важным из долгосрочных эффектов данной методики. Данные о повышении сердечного кровотока и увеличении коронарного резерва после УНКП были неоднократно документально подтверждены с помощью однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, позитронной эмиссионной томографии миокарда, ЭхоКГ, коронарографии [37, 38]. Крупнейшее рандомизированное исследование MUST ЕЕСР показало, что применение УНКП в течение продолжительного времени привело к значительному уменьшению частоты приступов стенокардии, снижению потребности в нитратах, улучшению толерантности к физическим нагрузкам и качества жизни пациента. Также было отмечено, что УНКП курсом 10—35 процедур не только приводит к улучшению сердечного кровотока, но также улучшает циркуляцию крови в других жизненно важных органах, таких как головной мозг, печень, почки, органы зрения и слуха.

Предполагается также, что участие УНКП в формировании shear-stress способствует замедлению атерогенеза, подавляя гиперплазию интимы, приводит к

повышенной выработке веществ, влияющих позитивно на структуру мембраны эндотелия и клеток крови. Данный процесс в целом изменяет в лучшую сторону реологические свойства крови. Так, Y. Zhang и соавт. [29] отметили уменьшение степени повреждения эндотелия при гиперхолестеринемии, предположительно за счет антипролиферативного и вазопротективного эффектов УНКП. Это направление имеет важное значение, так как дает предпосылки для использования УНКП с целью предотвращения дегенеративного стенозирующего поражения сосудов сердца и головного мозга [30].

Есть также данные о том, что УНКП приводит к повышенному выделению оксида азота эндотелием и замедлению темпов пролиферации интимы. В свою очередь оксид азота стимулирует вазодилатацию, препятствуя тоническому сокращению сосудов, способствует развитию эндотелиальных клеток и организации их в сетеподобные структуры, оказывает антитромботическое, антитромбоцитарное, противовоспалительное и антипролиферативное действие [37]. Важно отметить, что высокий уровень оксида азота сохраняется на всем протяжении лечения и в течение трех месяцев после окончания курса УНКП [39].

Влияние метода УНКП на работу левого желудочка доказывают изменения в концентрации мозгового (BNP) и предсердного (ANP) натрийуретического пептида в крови до и после процедур. Так, было отмечено снижение или отсутствие сдвигов в концентрации BNP — показателя дисфункции левого желудочка, в то время как уровень ANP значительно возрастал после УНКП, что свидетельствовало о наполнении левого желудочка в результате улучшения венозного притока [40]. Во многих странах мира методика УНКП применяется для лечения пациентов с ИБС. Международный регистр пациентов, получивших лечение с помощью УНКП, в Университете Питтсбургского медицинского центра ведется с 1998 г., в нем зарегистрировано более 20 тыс. пациентов. Американская ассоциация кардиологов рекомендовала метод УНКП для лечения рефрактерной стенокардии в 2003 г. [41]. Ранее, в 1995 г., данная методика была одобрена FDA (Food and Drug Administration — Управлением по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов США).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальчук В.В. *Медико-социальная реабилитация пациентов после инсульта. Практическое руководство*. 2013.
2. Скворцова В.И. *Школа здоровья. Жизнь после инсульта*. ГЭОТАР-Медиа; 2008.
3. Скворцова В.И., Алексеева Г.С., Трифонова Н.Ю. Анализ медико-организационных мероприятий по профилактике инсультов и реабилитации постинсультных состояний на современном этапе. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2013;1(29).
4. Гехт А.Б. Ишемический инсульт: вторичная профилактика и основные направления фармакотерапии в восстановительном периоде. *Consilium medicum*. 2001;3(5):1-9.
5. Пизова Н.В. Подтипы ишемических нарушений мозгового кровообращения в молодом возрасте: диагностика и лечение. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2012;4:1-3.
6. Табеева Г.Р., Азимова Ю.Э. Современные подходы к терапии когнитивных нарушений у постинсультных больных. Результаты программы СОКОЛ. *Consilium medicum (Неврология и ревматология)*. 2013;15(2):58-62.
7. Скворцова В.И., Гудкова В.В., Иванова Г.Е. и др. Принципы ранней реабилитации больных с инсультом. *Журнал неврологии и психиатрии (Инсульт)*. 2002;7:28-33.
8. Костенко Е.В., Рассулова М.А., Турова Е.А., Гришина М.И., Бойко А.Н. *Организация медицинской реабилитации взрослых*

Конфликт интересов отсутствует.

Участие авторов:

Концепция и дизайн: А.Р., Е.К.

Сбор и обработка материала: М.Э., Л.П., С.Б., О.Н.

Написание текста: М.Э.

Редактирование: Е.К.

- му населению с нарушением функции нервной системы. Методически рекомендации. М.; 2014.
9. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. *Функциональная диагностика нервных болезней*. МЕДпресс; 2004.
 10. Applebaum R et al. Sequential External Counterpulsation Increases Cerebral and Renal Blood Flow. *American Heart Journal*. 1997;133:611-615.
 11. Soroff HS, Hui JCK, Giron F. Historical Review of the Development of Enhanced External Counterpulsation Technology and its Physiologic Rationale. *Cardiovascular Reviews and Reports*. 1997;18(11):34-36, 39.
 12. Арутюнов Г.П., Звонова Е.В. Метод усиленной наружной контрпульсации (УНКП) в клинической практике. *Сердце*. 2009;8(5):252-257.
 13. 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(7):1833-1840.
 14. Sinval RM, Gowda RM, Khan IA. Enhanced external counterpulsation for refractory angina pectoris. *Heart*. 2003;89:830-833.
 15. 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.
 16. Werner D, Michalk F, Harazny J, Hugo C. Accelerated reperfusion of poorly perfused retinal areas in central retinal artery occlusion and branch retinal artery occlusion after a short treatment with enhanced external counterpulsation. *Retina*. 2004;24:541-547.
 17. Chen J. Optic atrophy treated with enhanced external counterpulsation. *Zhejiang Medical Information*. 1995;1:53.
 18. Liu Huizhao. Effects of external counterpulsation on anterior ischemic optic neuropathy. *Journal of Guiyang Medical College*. 1994;19(4):346-347.
 19. Froshermaier S, Werner D, Leike S, Schneider M et al. Enhanced External Counterpulsation as a New Treatment Modality for Patients with Erectile Dysfunction. *Urologia Internationalis*. 1998;61(3):168-171.
 20. Rajaram SS, Shanahan J, Ash C, Walters AS et al. Enhanced external counterpulsation as a novel treatment for restless legs syndrome (RLS): a preliminary test of the vascular neurologic hypothesis for RLS. *Sleep Med*. 2005;6(2):101-106.
 21. 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(4):239-247.
 22. Qian Y, Zhou L. Chronic nephral dysfunction treated with enhanced external counterpulsation. *Acta Universitatis Medicinalis Secundae Shanghai*. 1996;16(2):97.
 23. Kuang T. Pilot study of EECP on urinary system calculus. *People Military Medicine*. 1999;42(1):16-17.
 24. Applebaum RM, Kasliwal R, Tunick PA et al. Sequential external counterpulsation increases cerebral and renal blood flow. *Am Heart J*. 1997;133(6):611-615.
 25. Камчатнов П.Р., Пивоварчик Е.М., Костенко Е.В., Бассе Д.А. Применение наружной контрпульсации для восстановительного лечения больных, перенесших ишемический инсульт. *Нейродиагностика и высокие биомедицинские технологии*. 2012;1:13-20.
 26. Jing Hao Han, Ka Sing Wong. Is Counterpulsation a Potential Therapy for Ischemic Stroke? *Cerebrovasc Dis*. 2008;26:97-105.
 27. Zhao GL, Li S, Wang ZY, Qian SW, Chen SW, Chen SL, Chen XQ. An observational study of external counterpulsation for ischemic stroke (in Chinese). *Zhong Guo Ti Wai Fan Bo Za Zhi*. 1988;1:12-14.
 28. Yang SJ, Gu DX, Li F, Cao ZZ, Shi JM. Assessment of cerebral blood flow by TCD and - CBF in patients with ischemic stroke after external counterpulsation (in Chinese). *Xian Dai Yi Xue Yi Qi Yu Ying Yong*. 1996;8:16-18.
 29. Zhang JL, Jiang LW, Li XZ. Effect of external counterpulsation on cerebral hemodynamics among patients with ischemic stroke (in Chinese). *Xin Xue Guan Kang Fu Yi Xue Za Zhi*. 2003;12:242-243.
 30. Батышева Т.Т., Пивоварчик Е.М., Зайцев К.А., Костенко Е.В. и др. Первый опыт применения наружной контрпульсации для восстановительного лечения больных, перенесших ишемический инсульт. *Журнал неврологии и психиатрии*. 2009;6:38-40.
 31. Марков В.И., Белокопытова Н.В., Рябов В.В. Клиническая эффективность метода усиленной наружной контрпульсации у пациентов с острой патологией коронарной системы. *Сибирский медицинский журнал (Томск)*. 2010;4(1):96-99.
 32. Ермоленко М.Л., Байрамукова М.Х., Никонов С.Ф., Свободов А.А. *Метод наружной контрпульсации в лечении больных ишемической болезнью сердца. Методические рекомендации*. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2005.
 33. Шумаков В.И., Толпекин В.Е. Наружная контрпульсация: опыт НИИ трансплантологии и искусственных органов. *Кардиология*. 2005;45(2):4-6.
 34. Орджоникидзе З.Г., Павлов В.И., Ганьшина Н.А., Цветкова Е.М. Наружная контрпульсация в спорте — механизмы воздействия. Московский научно-практический центр спортивной медицины (МНПЦСМ), Россия. *Физкультура, лечение, профилактика, реабилитация*. 2008;1:56-61.
 35. Silver MA. Mechanisms and Evidence for the Role of Enhanced External Counterpulsation in Heart Failure Management. *Curr Heart Failure Rep*. 2006;3(1):25-32.
 36. Papapetropoulos A, Garcia-Cardena G, Madri JA, Sessa WC. Nitric oxide production contributes to the angiogenic properties of vascular endothelial growth factor in human endothelial cells. *J Clin Invest*. 1997;100(12):3131-3139.
 37. Masuda D, Nohara R, Hirai T et al. Enhanced external counterpulsation improved myocardial perfusion and coronary flowreserve in patients with chronic stable angina evaluation by (13) N-ammonia positron emission tomography. *Eur Heart J*. 2001;22(16):1451-1458.
 38. Soran O, Kennard E, Kelsey S, Holubkov R et al. Enhanced external counterpulsation as treatment for chronic angina in patients with left ventricular dysfunction: a report from the International Patients Registry (IEPR). *Congestive Heart Failure*. 2002;8(6):297-302.
 39. Barsness GW. Enhanced external counterpulsation in unresuscitatable patients. *Curr Interv Cardiol Rep*. 2001;3(1):37-43.
 40. Taguchi I, Ogawa K, Kanaya T et al. Effects of enhanced external counterpulsation on hemodynamics and its mechanism. *Circ J*. 2004;68(11):1030-1034.
 41. Gibbons RJ, Abrams J, Chatterjee K, Daley J et al. ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with chronic stable angina — summary article: a report of the American College of Cardiology. American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2003;41(1):159-168.

Поступила 16.01.2015