

# ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НАРУЖНОЙ КОНТРПУЛЬСАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ДОЗИРОВАННЫХ ОРТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

БУХТИЯРОВ И.В., *начальник, профессор, д.м.н.*

РЫЖЕНКОВ С.П., *начальник отдела, к.м.н.*

МУХИН В.А., *старший научный сотрудник, к.б.н.*

НИКИФОРОВ Д.А., *начальник лаборатории*

**ФГУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины Минобороны России», 127083, г. Москва, Петровско-Разумовская ал., 12а, тел. 612-25-62**

УДК 615.8

## АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено влияние дозированных ортостатических воздействий на гемодинамические эффекты наружной контрпульсации. Полученные результаты свидетельствуют о возможности компенсации увеличения венозного возврата крови, возникающего в процессе контрпульсации, а также повышения комфортности и эффективности процедуры при ее сочетанном применении с дозированными ортостатическими воздействиями. Предложено создание технического решения, реализующего возможность проведения наружной контрпульсации при различных углах наклона тела и обеспечивающего индивидуальный контроль объемных показателей центральной гемодинамики на основе принципов биологической обратной связи.

**Ключевые слова:** наружная контрпульсация, ортостатические воздействия.

**Keywords:** the External counterpulsation, ortostatic influences.

## ВВЕДЕНИЕ

Наружная контрпульсация (НКП) – неинвазивный, безопасный и атравматичный метод, позволяющий добиваться повышения перфузионного давления в коронарных артериях во время диастолы и снижения сопротивления сердечному выбросу во время систолы.

НКП осуществляется с помощью пневматических манжет, накладываемых на области голеней, бедер и ягодиц. Синхронно с частотой сердечных сокращений и в определенные фазы сердечного цикла производится кратковременная последовательная компрессия голеней, бедер и ягодиц. Давление воздуха в манжетах в 1,5-2 раза выше систолического давления крови, поэтому в момент компрессии сосудистое русло нижних конечностей быстро опорожняется, происходит выброс крови в краниальном направлении. В артериальном русле возникает дополнительная восходящая волна давления, которая достигает дуги аорты в период диастолы и повышает тем самым диастолическое давление (эффект диастолического усиления). В конце диастолы давление во всех группах манжет сбрасывается одновременно, при этом возникает отрицательная волна артериального давления, которая распространяется к аорте и может способствовать снижению нагрузки на миокард в фазу систолы (систолическая разгрузка).

Пик диастолического давления в аорте в процессе НКП, как правило, превышает даже амплитуду основной систолической волны, что ведет к значительному увеличению перфузионного давления в коронарных артериях и усилению кровоснабжения миокарда. При этом открываются дополнительные коллатеральные сосуды, активизируется выброс ангиогенных факторов роста, в результате чего при курсовом применении происходит образование новых сосудов, перфузирующих миокард. Кроме этого НКП может напрямую повышать перфузию миокарда через выброс сосудорасширяющих веществ, таких как оксид азота, и одновременно снижать концентрацию сосудосуживающего эндотелина-1 [1].

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о высокой эффективности применения НКП в комплексном лечении больных ишемической болезнью сердца и сердечной недостаточностью (СН) [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Уникальное и многофакторное действие НКП на сердечно-сосудистую систему делает перспективным использование данного метода не только в клинической практике, но и в других областях медицины, например, в восстановительной, спортивной и авиационной, для проведения профилактических и реабилитационно-восстановительных мероприятий. В настоящее время Ассоциация специалистов восстановительной медицины предлагает использовать кардиотерапевтический комплекс внешней контрпульсации в программе профилактики факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [8, 9, 10, 11].

Однако при проведении НКП необходимо учитывать, что венозные и лимфатические сосуды нижних конечностей также подвергаются интенсивному воздействию, вследствие чего значительно усиливается венозный возврат к правым отделам сердца, способствуя увеличению сердечного выброса. В некоторых случаях этот процесс может создавать дополнительную нагрузку объемом для сердца, снижая положительный эффект систолической разгрузки.

Усиление венозного возврата во время НКП поставило вопрос о целесообразности применения данного метода для лечения пациентов с СН. Несмотря на то, что к настоящему времени проведено много работ, подтверждающих высокую эффективность и безопасность НКП в лечении больных хронической СН [3, 6, 7, 12, 13], ряд специалистов до сих пор с остороженностью относятся к возможности применения

этого метода у данной категории больных, так как увеличение венозного возврата во время процедуры может спровоцировать развитие отека легких или декомпенсация сердечной деятельности [14, 15].

Одним из способов контроля венозного возврата и ударного объема является применение постуральных ортостатических воздействий, которые, как известно, в обычных условиях вызывают уменьшение ударного объема до 40% от исходного уровня в горизонтальном положении тела [16]. В связи с этим можно предположить, что применение наружной контрпульсации в сочетании с дозированными ортостатическими воздействиями позволит полностью или частично компенсировать увеличение венозного возврата и стабилизировать ударный объем за счет перераспределения крови в нижнюю половину тела и депонирования ее в участках, не подвергающихся компрессии во время процедуры.

Целью работы являлась оценка влияния дозированных ортостатических воздействий на гемодинамические эффекты наружной контрпульсации.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследованиях принимали участие 6 практически здоровых мужчин-добровольцев в возрасте от 26 до 37 лет. НКП осуществлялась с помощью экспериментального аппаратно-программного комплекса «Пульсар» (ООО «КОНСТЭЛ», Россия), исполнительные элементы которого были закреплены на поворотном ортостатическом столе. Испытуемым проводилась НКП в горизонтальном положении тела и в условиях ступенчатой ортостатической пробы с углами наклона 15, 30, 45 и 60 градусов. Продолжительность воздействия на каждой ступени ортопробы составляла около 3-х минут. До и во время НКП с помощью диагностического устройства «Task Force® Monitor» (CNSystems, Австрия) регистрировались электрокардиограмма, тетраполярная импедансная реограмма тела, фотоплетизмограмма пальца руки, осциллометрическое и непрерывное (по методу Пенъязя [17]) артериальное давление. Также проводилось ультразвуковое исследование кровотока в средней мозговой артерии в режиме Doppler («АНГИОДИН», НПФ «БИОСС», Россия). Оценивали и рассчитывали ударный объем (УО), частоту сердечных сокращений (ЧСС), минутный объем кровообращения (МОК), артериальное давление диастолическое, среднее, систолическое, величину диастолического артериального давления на пике контрпульсационной волны (диастолическое усиление, ДУ), показатель работы левого желудочка, содержание жидкости в грудной полости (Thoracic Fluid Content, TFC). На каждом этапе исследования испытуемые давали субъективную оценку переносимости НКП по 10-балльной шкале. Контрольная группа (эти же 6 человек) НКП не подвергалась.

Центральные тенденции распределения значений исследуемых признаков в анализируемых выборках описывались медианой, а ширина распределения – нижним и верхним квартилями. Переменные, описываемые порядковыми и интервальными шкалами, были проанализированы с использованием критерия Вилкоксона (определение значимости различий в группах) и метода ранговой корреляции по Спирмену (оценка направления и силы связи двух признаков). Различия считались достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что проведение НКП в горизонтальном положении тела приводит к достоверному росту УО, ЧСС, МОК и показателя работы левого желудочка на 13, 9, 34 и 31% соответственно по сравнению с фоновыми данными ( $p < 0,05$ ) (табл. 1). Следовательно, несмотря на то, что НКП создает условия для снижения пресистолического давления и облегчает отток крови в период систолы, эффект увеличения венозного возврата способствует тому, что результирующая нагрузка на миокард во время контрпульсации даже может возрастать.

**Таблица 1.**

Изменение показателей сердечно-сосудистой системы во время НКП в горизонтальном положении тела (нижний квартиль – медиана – верхний квартиль).

| Показатели                               | Фон (0 градусов) | НКП (0 градусов)  |
|------------------------------------------|------------------|-------------------|
| УО (мл)                                  | 57 – 67 – 74     | 71 – 75 – 77 *    |
| ЧСС (ударов в минуту)                    | 62 – 67 – 72     | 65 – 73 – 78 *    |
| МОК (л/мин)                              | 3,9 – 4,3 – 4,5  | 5,4 – 5,4 – 5,8 * |
| Показатель работы левого желудочка (кгм) | 4,9 – 5,6 – 5,9  | 7,1 – 7,3 – 8,4 * |

**Примечание:** Достоверность различий показателей относительно фоновых данных определена с использованием критерия Вилкоксона: \* –  $p < 0,05$ .

Увеличение угла наклона тела испытуемого во время проведения НКП на 15, 30, 45 и 60 градусов приводило к достоверному снижению УО, МОК и показателя работы левого желудочка. При этом чем больше был угол наклона, тем выраженнее были изменения перечисленных показателей. Величина же ЧСС во время НКП при изменениях угла наклона значимо не менялась (табл. 2).

**Таблица 2.**

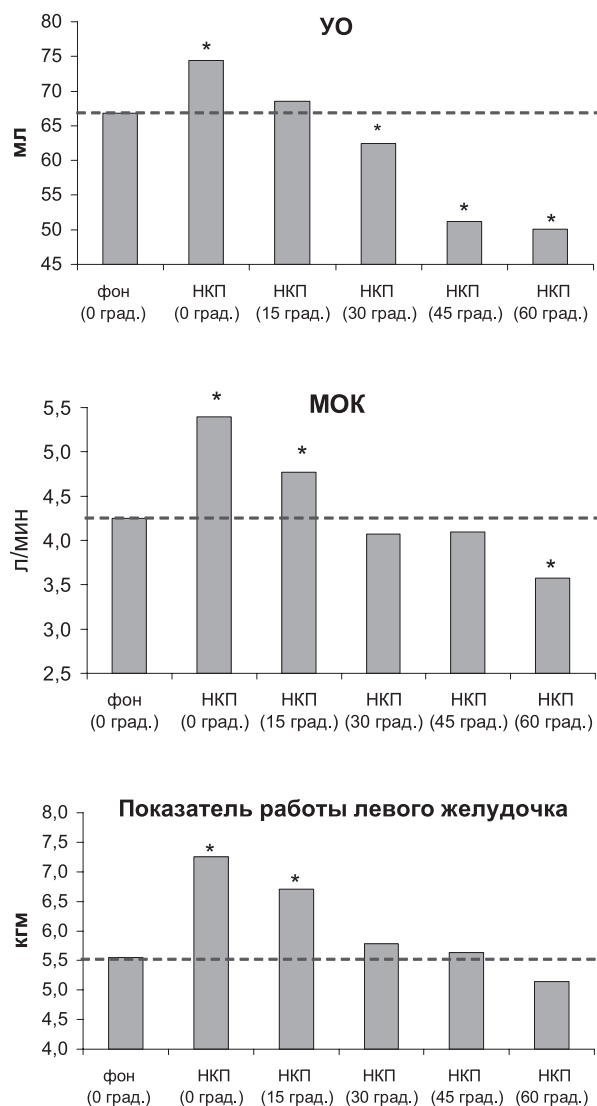
Динамика показателей сердечно-сосудистой системы во время эксперимента (нижний квартиль – медиана – верхний квартиль).

| Показатели                               | Угол наклона тела во время НКП, градусов |                  |                  |                  |                  |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                          | 0                                        | 15               | 30               | 45               | 60               |
| УО (мл)                                  | 71 – 75 – 77                             | 62 – 69 – 70*    | 54 – 63 – 63*    | 51 – 51 – 56*    | 45 – 50 – 55*    |
| ЧСС (ударов в минуту)                    | 65 – 73 – 78                             | 67 – 73 – 79     | 67 – 72 – 77     | 68 – 74 – 81     | 66 – 75 – 81     |
| МОК (л/мин)                              | 5,4 – 5,4 – 5,8                          | 4,5 – 4,8 – 5,1* | 3,6 – 4,1 – 4,9* | 3,9 – 4,1 – 4,2* | 3,6 – 3,6 – 3,6* |
| Показатель работы левого желудочка (кгм) | 7,1 – 7,3 – 8,4                          | 6,0 – 6,7 – 6,9* | 5,1 – 5,8 – 6,4* | 5,3 – 5,6 – 6,1* | 4,8 – 5,2 – 5,3* |

**Примечание:** Достоверность различий показателей относительно данных, полученных во время НКП в горизонтальном положении тела, определена с использованием критерия Вилкоксона: \* –  $p < 0,05$ .

Анализ изменений показателей УО, МОК и работы левого желудочка во время эксперимента выявил следующие закономерности. УО приближался к фоновым значениям при углах наклона более 0 и менее 30 градусов, МОК – более 15 и менее 60 градусов, показатель работы левого желудочка – более 15 градусов (рис. 1).

Очевидно, что в данных исследованиях наиболее оптимальным, по критерию снижения УО, МОК и показателя работы левого желудочка до фоновых значений, было проведение НКП при наклонах тела в диапазоне от 15 до 30 градусов, причем для каждого испытуемого в отдельности оптимальный угол был различен.



**Рис. 1.** Динамика показателей сердечно-сосудистой системы во время эксперимента. Достоверность различий показателей относительно фоновых данных определена с использованием критерия Вилкоксона: \* –  $p < 0,05$ .

Анализ данных анкетирования испытуемых показал, что в среднем наиболее благоприятно НКП переносилась при угле наклона тела 30 градусов (табл. 3). В горизонтальном положении большинство испытуемых отмечали во время НКП неприятные пульсации и прилив крови к голове. Эти симптомы исчезали при углах наклона свыше 15-30 градусов. Последующее снижение субъективных оценок комфортности процедуры НКП при углах 45-60 градусов объяснялось испытуемыми тем, что при максимальных углах на-

**Таблица 3.**

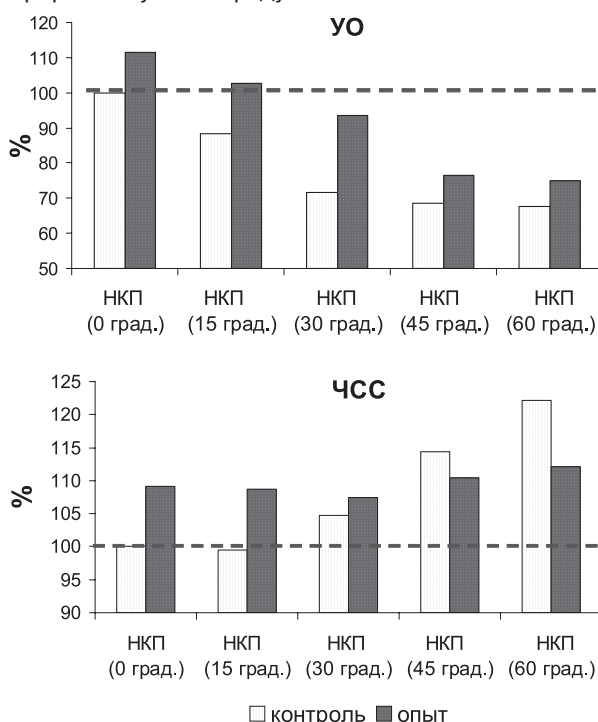
Субъективная оценка переносимости НКП во время эксперимента (нижний квартиль – медиана – верхний квартиль).

| Угол наклона тела | Баллы     |
|-------------------|-----------|
| 0 градусов        | 3 – 4 – 4 |
| 15 градусов       | 4 – 5 – 6 |
| 30 градусов       | 4 – 6 – 7 |
| 45 градусов       | 3 – 4 – 4 |
| 60 градусов       | 3 – 3 – 4 |

**Примечание.** Оценка проводилась по 10-балльной шкале (выраженный дискомфорт – 0 баллов, хорошая переносимость без дискомфортных ощущений и замечаний – 10 баллов).

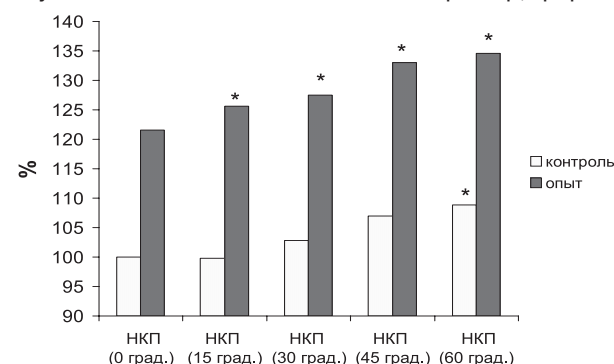
клона требовалось прикладывать дополнительные усилия для поддержания позы.

Важно отметить, что риск возникновения каких-либо признаков ортостатической неустойчивости во время сочетанного применения НКП и ортостатической пробы, даже при максимальных углах наклона тела, практически отсутствовал, так как переносимость ортостатических воздействий в опытной группе существенно повышалась за счет НКП, что выражалось увеличением УО, МОК, относительным снижением ЧСС при больших углах наклона по сравнению с данными контрольной группы (рис. 2). Прирост ЧСС, обусловленный ортостатическими воздействиями, во время НКП практически отсутствовал, отмечалась лишь незначительная тенденция увеличения ЧСС на 1-3% при максимальных углах наклона. В контрольной группе ЧСС возрастала линейно, прирост на угле 60 градусов составлял около 23%.



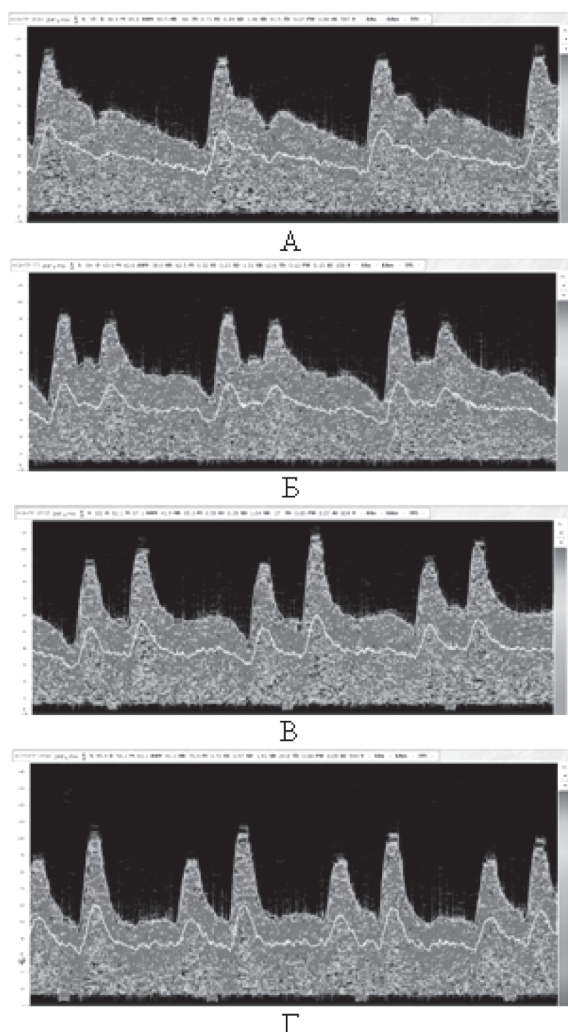
**Рис. 2.** Динамика некоторых показателей сердечно-сосудистой системы во время эксперимента (в процентах к фоновым данным).

При увеличении угла наклона тела отмечался значимый рост эффективности НКП, оцениваемой по величине диастолического давления на пике контрпульсационной волны (рис. 3). Изменения ДУ в зависимости от угла наклона тела носили линейный характер, прирост



**Рис. 3.** Динамика показателя ДУ во время эксперимента (в процентах к фоновым данным). Достоверность различий показателей относительно данных, полученных во время НКП в горизонтальном положении тела, определена с использованием критерия Вилкоксона: \* –  $p < 0,05$ .

ДУ на угле 60 градусов составил около 13%. Эффект увеличения ДУ подтверждался также результатами ультразвукового исследования кровотока в средней мозговой артерии в режиме Doppler (рис. 4).



**Рис. 4.** Скорость кровотока в средней мозговой артерии во время эксперимента при различных углах наклона тела относительно горизонтальной плоскости: А – фон без НКП (0 градусов); Б – НКП (0 градусов); В – НКП (15 градусов); Г – НКП (30 градусов).

Наблюдаемый эффект увеличения ДУ может быть связан не только с ростом диастолического давления, что характерно для ортостатических воздействий (рис. 3, данные контрольной группы), но также и с увеличением кровенаполнения нижних конечностей в условиях ортопробы вследствие повышения гидростатической компоненты давления.

С учетом полученных результатов представляется возможным осуществлять подбор угла наклона тела пациента во время НКП индивидуально в режиме биологической обратной связи (БОС). Основным гемодинамическим показателем, используемым в качестве сигнала обратной связи, может являться УО, так как именно его изменения отражают величину изменения венозного возврата.

Однако значительные сотрясения тела и специфические изменения вида пульсовой кривой во время сеанса НКП затрудняют или делают невозможным автоматическую регистрацию УО реографическим методом. В наших исследованиях это ограничение устранялось путем кратковременной остановки НКП и последующего расчета УО по первому и второму циклам

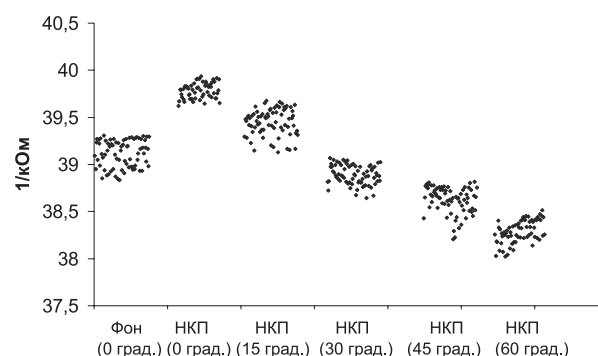
дифференциальной реограммы тела, следующими за моментом прекращения воздействия. В течение короткого промежутка времени (1-2 с) после остановки НКП не возникало значимого перераспределения крови, поэтому определенные в этот момент значения УО еще сохранялись на уровне, соответствующем значениям данного показателя во время контрпульсации.

С помощью диагностического устройства «Task Force® Monitor» мы проводили также оценку показателя TFC, рассчитываемого автоматически за каждый сердечный цикл по данным той же реограммы тела. Показатель TFC определяется по формуле:

$$TFC = 1000/Z_0, [1/k\Omega],$$

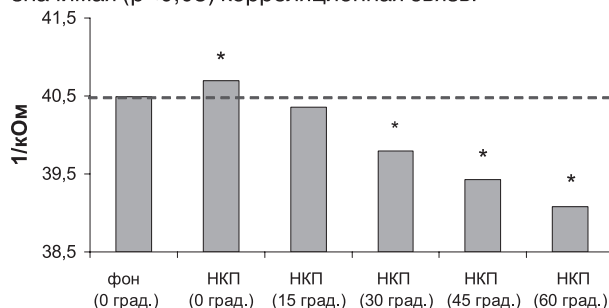
где  $Z_0$  – импеданс грудной клетки [ $\Omega$ ].

Данный показатель отражает среднее количество жидких сред в грудной полости, не чувствителен к помехам, возникающим во время НКП, при этом наблюдающиеся периодические колебания TFC незначительны и обусловлены в основном дыхательными волнами (рис. 5).



**Рис. 5.** Динамика показателя содержания жидкости в грудной полости (TFC) во время эксперимента у испытуемого Г. (точки отражают значения TFC в каждом сердечном цикле).

Характер изменения показателя TFC на каждом этапе эксперимента практически повторял динамику УО (рис. 6). Анализ связи этих двух признаков выявил, что между ними имеется сильная прямая ( $R=0,98$ ), статистически значимая ( $p<0,05$ ) корреляционная связь.



**Рис. 6.** Динамика показателя TFC во время эксперимента. Достоверность различий показателей относительно фоновых данных определена с использованием критерия Вилкоксона: \* –  $p<0,05$ .

Соответствие между показателем TFC и УО вполне очевидно, так как объясняется увеличением венозного возврата и перераспределением жидких сред организма под воздействием НКП из области нижних конечностей в верхнюю половину тела, что приводит к увеличению конечно-диастолического объема сердца и, в соответствии с законом Франка-Старлинга, к последующему увеличению сердечного выброса.

С учетом наличия сильной и статистически значимой корреляционной связи между данными показателями, целесообразно изменения УО и венозного возврата во

время НКП оценивать по показателю TFC, обладающему хорошей помехозащищенностью, а также использовать TFC в системе БОС для индивидуального дозирования угла наклона тела пациента во время процедуры.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что проведение наружной контрпульсации (НКП) в горизонтальном положении тела приводит к увеличению ударного и минутного объемов кровообращения, частоты сердечных сокращений и показателя работы левого желудочка, а, следовательно, и к относительно небольшому росту нагрузки на миокард.

Анализ влияния дозированных ортостатических воздействий на гемодинамические эффекты НКП показал, что увеличение угла наклона тела пациента во время проведения НКП позволяет компенсировать рост венозного возврата, ударного и минутного объемов кровообращения, способствует снижению показателя работы левого желудочка.

Кроме этого, увеличение угла наклона сопровождается ростом амплитуды пика диастолической контрпульсационной волны артериального давления, что способствует созданию более благоприятных условий для кровоснабжения миокарда и повышению эффективности НКП.

Выявлено, что в случае применения НКП у практически здоровых лиц наиболее оптимальным по критерию стабилизации ударного объема на уровне фоновых значений, а также по субъективным оценкам переносимости НКП является проведение воздействия при углах наклона тела в диапазоне от 15 до 30 градусов.

Учитывая значительное влияние на эффекты венозного возврата индивидуальных особенностей, связанных с объемом мягких тканей нижних конечностей, явлениями гиперемии, отека и др., представляется актуальным создание технического решения, реализующего возможность проведения НКП при различных углах наклона тела. При этом подбор угла наклона должен осуществляться в каждом случае индивидуально, в режиме биологической обратной связи. В качестве сигнала обратной связи может быть использован показатель содержания жидкости в грудной полости (TFC), рассчитываемый по данным реограммы тела и достоверно отражающий характер изменения ударного объема во время процедуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bonetti P.O., Holmes D.R., Lerman A, Barsness G.W. Enhanced external counterpulsation for ischemic heart disease: what's behind the curtain? *J Am Coll Cardiol*. 2003;41:1918-1925.
2. Беленков Ю.Н. Применение метода усиленной наружной контрпульсации в медицинской практике. Усиленная наружная контрпульсация. Сборник статей, том II // Под ред. Беленкова Ю.Н., Карпова Р.С. – Томск: Изд-во Медицинская компания АЛИМПЕКС, 2005. – С. 3-4.
3. Беленков Ю.Н. Применение метода наружной контрпульсации в медицинской практике. Четыре года в России. Усиленная наружная контрпульсация. Сборник статей, том III // Под ред. Беленкова Ю.Н. – Томск: Изд-во Медицинская компания АЛИМПЕКС, 2008. – С. 3-4.
4. Бокерия Л.А., Ермоленко М.Л., Байрамукова М.Х., Шинбаева Н.А. Наружная контрпульсация: неинвазивный подход к лечению больных с хронической ишемической болезнью сердца. Усиленная наружная контрпульсация. Сборник статей, том II // Под ред. Беленкова Ю.Н., Карпова Р.С. – Томск: Изд-во Медицинская компания АЛИМПЕКС, 2005. – С. 44-49.
5. Гарбусенко С.А., Малахов В.В., Сергиенко И.В., Наумов В.Г., Беленков Ю.Н. Первый опыт применения в России лечебного метода усиленной наружной контрпульсации у больных ишемической болезнью сердца. Усиленная наружная контрпульсация. Сборник

статей, том II // Под ред. Беленкова Ю.Н., Карпова Р.С. – Томск: Изд-во Медицинская компания АЛИМПЕКС, 2005. – С. 35-43.

6. Гарбусенко С.А., Малахов В.В., Сергиенко И.В., Саидова М.А., Кухарчук В.В., Беленков Ю.Н. Метод наружной контрпульсации в лечении больных сердечной недостаточностью. Усиленная наружная контрпульсация. Сборник статей, том III // Под ред. Беленкова Ю.Н. – Томск: Изд-во Медицинская компания АЛИМПЕКС, 2008. – С. 5-14.

7. Soran O. A new treatment modality in heart failure enhanced external counterpulsation (EECP). *Cardiology in Review*, 2004; 12 (1): 15-20.

8. Бухтияров И.В., Рыженков С.П., Мухин В.А., Матюшев Т.В., Андронов И.А. Методика наружной контрпульсации для коррекции функционального состояния человека в экстремальных условиях // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 1 (13). – 2005. – С. 249-250.

9. Бухтияров И.В., Андронов И.А., Рыженков С.П., Мухин В.А., Ромасюк Н.В. Наружная контрпульсация как метод профилактики и коррекции ортостатических нарушений // Достижения и перспективы медицинской реабилитации (материалы научно-практической конференции, посвященной 75-летию ФГУ «Военный санаторий «Чемитоквадже» ВВЦ). – Сочи, 2009. – С. 89-90.

10. Мухин В.А., Андронов И.А. Влияние метода наружной контрпульсации на мозговое кровообращение // Военн.-мед. журн. – 2007. – № 7. – С. 73.

11. Литвякова И.В., Мухарлямов Ф.Ю. Усиленная наружная контрпульсация: механизмы действия, возможности применения метода в реабилитации больных кардиологического профиля // Современные технологии восстановительной медицины: Материалы X Международной конференции «Асвомед-2008». – Сочи, 2008. – С. 152-155.

12. Feldman A.M., Silver M.A., Francis G.S., 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 Apr; 11 (3): 240-245.

13. Soran O., Fleishman B., Demarco T. et al. Enhanced External Counterpulsation in Patients With Heart Failure: A Multicenter Feasibility Study. *Congestive Heart Failure*. 2002; 8: 204-208.

14. Ермоленко М.Л., Байрамукова М.Х., Никонен С.Ф., Свободов А.А. Метод наружной контрпульсации в лечении больных ишемической болезнью сердца: Методические рекомендации. – М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2005. – 24 с.

15. Silver M.A. Mechanisms and Evidence for the Role of Enhanced External Counterpulsation in Heart Failure Management. *Curr. Heart Failure Rep*. 2006; 3: 25-32.

16. Физиология человека: В 3-х томах. – Т.2. – Пер. с англ. // Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – 3-е изд. – М.: Мир, 2005. – 314 с., ил.

17. Penaz J. Photoelectric measurement of blood pressure, volume and flow in the finger // Digest of the International Conference on Medicine and Biological Engineering, Dresden, 1973. – P. 104.

## РЕЗЮМЕ

Изучали влияние дозированных ортостатических воздействий на гемодинамические эффекты наружной контрпульсации. Полученные результаты свидетельствуют о возможности компенсации увеличения венозного возврата крови, возникающего в процессе контрпульсации, а также повышения комфортности и эффективности процедуры при ее сочетании с дозированными ортостатическими воздействиями. Предложено создание технического решения, реализующего возможность проведения наружной контрпульсации при различных углах наклона тела и обеспечивающего индивидуальный контроль объемных показателей центральной гемодинамики на основе принципов биологической обратной связи.

## ABSTRACT

The influence of dosed orthostatic exposures on haemodynamic effects of external counterpulsation has been studied. Received results testify to possibility of compensation of blood venous return increase, arising in process of counterpulsation, and also rise of comfort and efficiency of procedure, under its united application with dosed orthostatic exposures. There have been proposed the creation of technical decision, realising possibility of carrying out of an external counterpulsation under the different angles of body inclination and providing individual control of volume indicators of central haemodynamics on the basis of principles of biofeedback.