

ФЕДЕРАЛЬНОЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО

**ПРИМЕНЕНИЕ НАРУЖНОЙ КОНТРУЛЬСАЦИИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ**

Методические рекомендации

Рег. № 32-13

(Утверждены заместителем Руководителя
Федерального медико-биологического агентства 11.06.2013 г.)

Москва, 2013

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель руководителя
Федерального медико-биологического
агентства



Е.Ю. Хавкина

« 11 » июня 2013 г.

**ПРИМЕНЕНИЕ НАРУЖНОЙ КОНТРАПУЛЬСАЦИИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ**

(Методические рекомендации)

Москва, 2013

УДК 612.176.4

Методические рекомендации подготовлены ООО «КОНСТЭЛ» и 4 ЦНИИ Минобороны России.

Никифоров Д.А., Рыженков С.П., Солдатов С.К., Сударев А.М. Применение наружной контрпульсации для коррекции функционального состояния и реабилитации спортсменов: Методические рекомендации / Под ред. И.А. Берзина, И.М. Жданько – М.: 2013. – 20 с.

В методических рекомендациях изложены принцип действия и основные физиологические эффекты наружной контрпульсации, раскрывается возможность применения данного метода с целью коррекции функционального состояния, реабилитации и сохранения физической работоспособности и выносливости спортсменов.

Методические рекомендации предназначены для спортивных врачей.

Под редакцией: доктора медицинских наук, профессора И.А. Берзина
доктора медицинских наук И.М. Жданько.

Рецензенты: доктор медицинских наук, профессор К.В. Котенко
доктор медицинских наук, профессор Н.Б. Корчажкина
доктор медицинских наук, профессор С.М. Разинкин
кандидат медицинских наук М.С. Петрова

Содержание

	стр
1. Обозначения и сокращения	4
2. Введение.....	5
3. Описание метода наружной контрпульсации	5
4. Показания к применению наружной контрпульсации у спортсменов.....	7
5. Противопоказания к применению наружной контрпульсации у спортсменов..	7
6. Материально-техническое обеспечение метода наружной контрпульсации	8
7. Условия и организация проведения процедур наружной контрпульсации	8
7.1 Подготовка к процедуре.....	8
7.2 Индивидуальный подбор параметров процедуры наружной контрпульсации.....	9
7.2.1 Установка времени задержки начала компрессии относительно R-зубца ЭКГ.....	9
7.2.2 Установка времени задержки начала компрессии различных групп манжет относительно друг друга.....	11
7.2.3 Установка длительности компрессии в течение одного сердечного цикла.....	11
7.2.4 Установка давления в манжетах.....	11
7.3 Проведение процедуры наружной контрпульсации.....	13
7.4 Тактика ведения спортсмена.....	14
8. Меры безопасности	14
9. Эффективность метода наружной контрпульсации.....	15
10. Список использованных источников	19

1 Обозначения и сокращения

АД	-	артериальное давление
ДСИ	-	диастолический индекс
МНО	-	международное нормализованное отношение
НКП	-	наружная контрпульсация
СДЮСШОР	-	специализированная детско-юношеская спортивная школа олимпийского резерва
ФПГ	-	фотоплетизмограмма
ФМБА России	-	Федеральное медико-биологическое агентство
ЧСС	-	частота сердечных сокращений
ЭКГ	-	электрокардиограмма

2 Введение

Перспективным способом сохранения физической работоспособности спортсменов за счет коррекции функциональных резервов сердечнососудистой системы является применение метода наружной контрпульсации (НКП) [1-3].

В настоящее время метод НКП активно внедряется и все шире используется в клинической практике в качестве высокоэффективного средства для лечения и профилактики заболеваний сердца (стенокардия, сердечная недостаточность и др.) [4-6]. Однако положительные эффекты воздействия НКП указывают на актуальность использования данного метода в ходе подготовки и восстановления профессиональных спортсменов.

Из литературных источников, средств массовой информации, публикаций в интернете известно, что метод НКП используется в подготовке спортсменов как в нашей стране, так и за рубежом (США, Китай) [7-9]. Однако в открытом доступе имеется незначительное число публикаций, посвященных данной теме. Отсутствуют доступные протоколы применения метода НКП в интересах спортивной медицины.

Выполненные исследования показали, что [10,11]:

- применение НКП у спортсменов в восстановительном периоде после интенсивной динамической физической нагрузки способствует стабилизации показателей центральной гемодинамики, ускорению метаболизма лактата, позволяет переносить повторные физические нагрузки с большей эффективностью и меньшей ценой физиологических затрат;
- курсовое применение НКП повышает динамическую физическую работоспособность, при этом, чем длительнее и выше нагрузка, тем сильнее выражен положительный эффект от курсового применения метода.

В представленных методических рекомендациях изложены принцип действия и основные физиологические эффекты НКП, раскрывается возможность применения данного метода с целью ускоренного восстановления спортсменов после интенсивных физических нагрузок, сохранения и повышения физической работоспособности и выносливости.

3 Описание метода наружной контрпульсации

НКП – неинвазивный, безопасный и атравматичный метод, позволяющий с помощью кардиосинхронизированных импульсных баровоздействий на область нижних конечностей добиваться повышения перфузионного давления в коронарных артериях во время диастолы и снижения сопротивления сердечному выбросу во время систолы.

НКП осуществляется с помощью нескольких групп пневматических манжет, накладываемых на области голеней, бедер и ягодиц (рисунок 1). Синхронно с частотой сердечных сокращений и в определенные фазы сердечного цикла производится последовательная импульсная компрессия голеней, нижних, а затем верхних участков бедер и ягодиц внешним давлением, величина которого значительно превышает систолическое давление крови (рисунок 2). В артериальном русле возникает дополнительная восходящая волна давления, которая достигает дуги аорты в период диастолы и повышает в ней диастолическое давление (эффект диастолического усиления). В конце диастолы давление во всех группах манжет сбрасывается одновременно, при этом кровь быстро заполняет сосуды ног, и в артериальном русле создается отрицательная волна давления, которая существенно снижает аортальное давление и нагрузку на миокард во время очередной систолы (эффект систолической разгрузки).



Рисунок 1. Общий вид мобильного программно-аппаратного комплекса для наружной контрпульсации «Кардиопульсар» (ООО «КОНСТЭЛ», Россия)

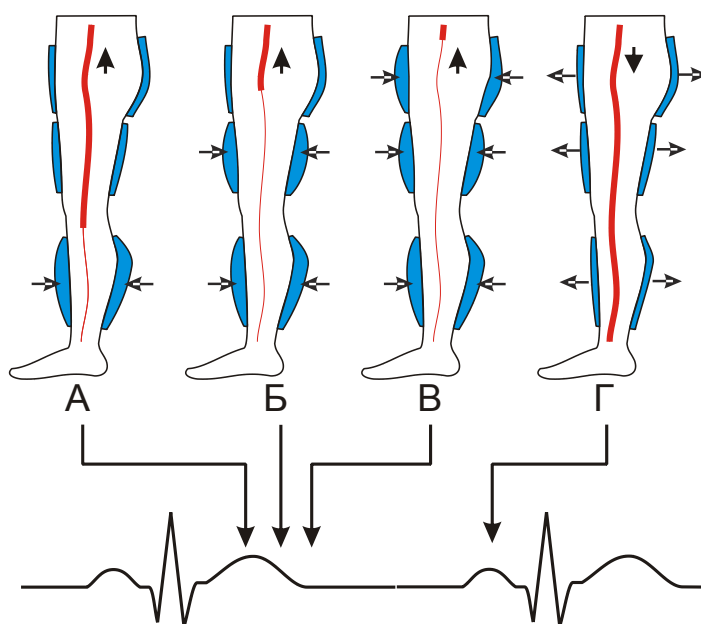


Рисунок 2. Принцип действия наружной контрпульсации:

- а) компрессия голени;
- б) компрессия голени и нижней части бедер;
- в) компрессия голени, нижней и верхней части бедер и области ягодиц;
- г) одновременный сброс давления во всех группах манжет.

Отмеченные диастолическое усиление и систолическая разгрузка определяют основные положительные эффекты НКП.

Возникающий в процессе НКП подъем диастолического давления в аорте ведет к зна-

чительному увеличению коронарного перфузионного давления, открытию существующих коллатеральных сосудов и усилению кровоснабжения миокарда [12-15]. Систолическая разгрузка уменьшает пресистолическое давление в аорте, обеспечивая за счет этого существенное снижение работы сердца, связанной с выбросом крови во время периода изгнания. В результате часть работы сердца, связанной с его насосной функцией, совершается за счет внешнего источника энергии, что позволяет применять НКП в качестве метода вспомогательного кровообращения, обеспечивающего разгрузку и метаболическую поддержку миокарда.

Кроме перечисленных кардиальных механизмов полезного действия НКП следует отметить сопутствующие положительные гемодинамические эффекты метода:

- усиление кровоснабжения других органов и тканей (печень, почки, головной мозг и др.) [15, 16];
- усиление венозного возврата и объемного кровотока в нижних конечностях [12,15].

Помимо этого, НКП присущи и долгосрочные эффекты, длительное время сохраняющиеся после окончания процедур и наиболее ярко проявляющиеся в результате курсового применения метода. Рост градиента давления, связанного с эффектом диастолического усиления, приводит не только к открытию существующих коллатералей, но и оказывает воздействие на эндотелий сосудов, что способствует выработке эндотелиальных факторов роста сосудов, выбросу сосудорасширяющих веществ, таких как оксид азота, и одновременному снижению концентрации сосудосуживающего эндотелина-1, улучшению гемореологии [7,15,17-19].

4 Показания к применению наружной контрпульсации у спортсменов

- ускоренное восстановление спортсменов после интенсивных динамических физических нагрузок (однократное применение НКП);
- повышение физической работоспособности и выносливости (курсовое применение НКП).

5 Противопоказания к применению наружной контрпульсации у спортсменов

- флебит (тромбофлебит) в анамнезе, так как компрессия нижних конечностей может привести к тромбоэмболии;
- аритмии, так как они могут повлиять на синхронизацию с ЭКГ (частая экстрасистолия и др.), ЧСС более 125 уд/мин;
- недавние оперативные вмешательства на нижних конечностях;
- выраженные раздражения, ссадины, кровоподтеки в области нижних конечностей;
- артериальное давление > 180/110 мм рт. ст.;
- геморрагический диатез или существенные коагулопатии, в том числе обусловленные приемом антикоагулянтов (МНО более 2,0), так как имеется опасность кровотечения в местах сдавливания манжет.

В перечень противопоказаний были включены лишь те отклонения, которые могут встретиться у действующих спортсменов, допущенных по состоянию здоровья к тренировкам и соревнованиям. При проведении НКП другим пациентам необходимо учитывать весь перечень противопоказаний к применению метода [20,21].

6 Материально-техническое обеспечение метода наружной контрпульсации

Процедура наружной контрпульсации выполняется с помощью аппаратно-программного комплекса, который выполнен в виде мобильного функционального (основного) блока.

Основной блок содержит: компьютер, контроллер, пневмоэлектронные узлы для создания импульсного пневмокомпрессионного воздействия, компрессор и аппаратура медицинского контроля. На блоке закреплен монитор, а также при необходимости подсоединяются клавиатура и мышь.

В свою очередь, аппаратура медицинского контроля включает в себя: электрокардиограф (ЭКГ-усилитель), блок регистрации артериального давления, фотоплетизмограф/пульсоксиметр.

В комплект поставки входят: кабель и многоцветные электроды-клипсы на конечности для измерения ЭКГ, одноразовые ЭКГ-электроды, плечевая манжета для регистрации артериального давления, пальцевой фотодатчик для регистрации фотоплетизмограммы (ФПГ) и показателя степени насыщения крови кислородом (SpO_2), а также соответствующие кабели.

Комплект компрессионных манжет одного размера состоит из трёх пар пневматических манжет для голеней, бедер и ягодиц, имеющих специальные крепления для точной подгонки и фиксации. В комплект поставки входят комплекты манжет, охватывающие размерный диапазон от 38 до 66 размера.

7 Условия и организация проведения процедур наружной контрпульсации

7.1 Подготовка к процедуре

После размещения спортсмена на ложементе производится подгонка по фигуре и фиксация пневмоманжет на голенях, бедрах, ягодицах. На спортсмене устанавливаются электроды ЭКГ, пальцевой датчик пульсоксиметра и плечевая манжета для измерения артериального давления. Все датчики подключаются к соответствующим разъемам электродных панелей.

Пневмоманжеты следует подгонять плотно, чтобы минимизировать их объем. Неплотная подгонка манжет увеличивает расход воздуха, время набора и сброса давления, а также уменьшает срок их эксплуатации. Для достижения плотной подгонки манжет, а также с целью защиты кожных покровов от возможного образования потертостей и кровоподтеков НКП должна проводиться при надетых на спортсмена облегающих штанах.

После запуска программы на экране монитора появляется панель выбора режимов работы, позволяющая заполнить карточку нового пациента и начать обследование или продолжить работу с уже имеющимися карточками.

В начале нового обследования на мониторе появляются панели управления и индикации комплекса, показанные на рисунке 3.

Необходимо проверить наличие и качество регистрируемых сигналов ЭКГ и ФПГ. При отрицательной полярности или низкой амплитуде R-зубцов в представленных отведениях рекомендуется изменить положение электродов на теле спортсмена, после этого выбрать усиление ЭКГ-сигналов и скорость развертки, подобрать удобную амплитуду ФПГ.

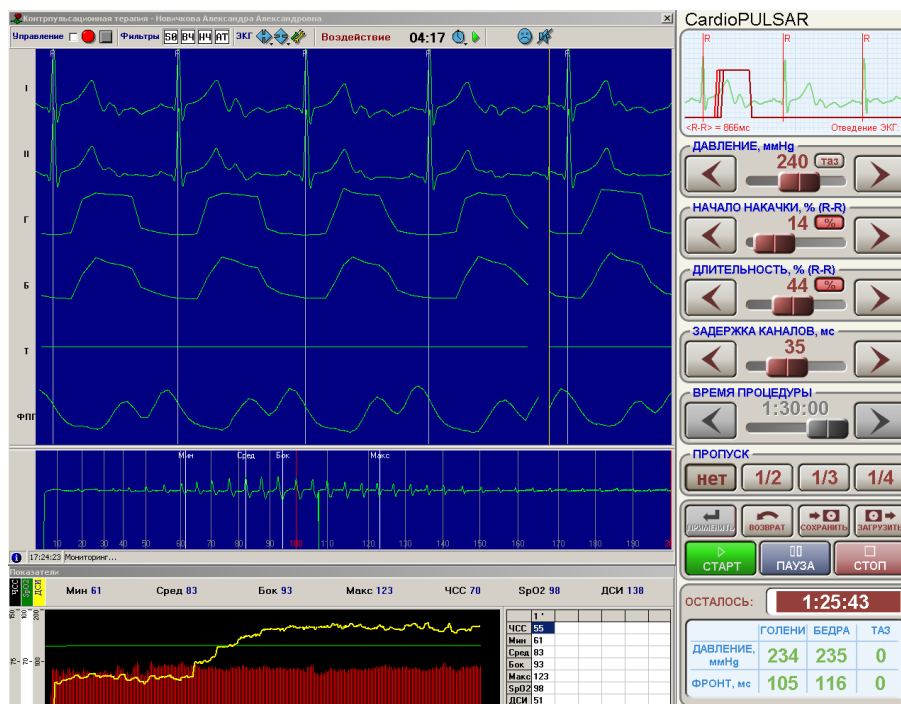


Рисунок 3. Панели управления и индикации, отображаемые на мониторе комплекса «Кардиопульсар» во время проведения сеанса НКП

7.2 Индивидуальный подбор параметров процедуры наружной контрпульсации

К основным параметрам НКП, определяющим эффективность процедуры, относятся:

- время задержки начала компрессии относительно R-зубца ЭКГ (начало накачки);
- время задержки начала компрессии различных групп манжет относительно друг друга (задержка каналов);
- длительность компрессии в течение одного сердечного цикла (длительность);
- величина давления в манжетах (давление).

7.2.1 Установка времени задержки начала компрессии относительно R-зубца ЭКГ

Величина задержки начала компрессии относительно R-зубца электрокардиограммы должна подбираться индивидуально, так как время распространения контрволны давления от нижних конечностей до дуги аорты зависит от ряда факторов (рост спортсмена, тонус сосудов и др.). Оптимальное значение данного параметра уточняется в ходе процедуры и соответствует задержке, при которой возникает максимальный эффект диастолического усиления пульсовой кривой, контролируемый по фотоплетизмограмме пальца руки.

Практически диастолического усиления можно добиться, создавая подъем давления в аорте в любой отрезок времени в течение диастолы, но наибольший эффект достигается, когда дополнительная контрпульсационная волна совпадает по времени с максимальным уровнем диастолического давления в аорте. В связи с этим, задержка начала компрессии относительно R-зубца ЭКГ должна выбираться таким образом, чтобы диастолическое усиление начиналось сразу после закрытия аортального клапана, что обеспечивает максимальную величину амплитуды результирующей диастолической волны. В процессе регулировки «начала накачки» необходимо следить, чтобы диастолическое усиление ФПГ не начиналось ранее точки, соответствующей окончанию фазы изгнания.

Наблюдение за гемодинамическими эффектами НКП осуществляется по ФПГ пальца руки, регистрируемой пульсоксиметром. Поэтому важно уметь определять момент времени, соответствующий окончанию фазы изгнания, и подбирать параметры воздействия, ориентируясь только по кривой ФПГ.

Необходимо помнить, что ФПГ пальца руки отражает периферический пульс и существует заметный временной сдвиг, а также изменение формы пульсовой кривой ФПГ по отношению к центральному пульсу в дуге аорты. Часто пользователи ошибочно полагают, что моменту окончания периода изгнания и закрытию аортального клапана соответствует точка инцизуры на ФПГ, принимая ее за дикротическую вырезку, которая отчетливо регистрируется, например, на сфигмограмме сонной артерии, отражающей центральный пульс. Определить на кривой ФПГ дикротическую вырезку не всегда удастся, так как периферическая пульсовая волна, как правило, не воспроизводит быстрые колебания давления, возникающие при закрытии аортального клапана.

На рисунке 4 показаны для сравнения кривые сфигмограммы сонной артерии и ФПГ пальца руки. Моменты окончания периода изгнания помечены на кривых стрелками. Можно заметить, что на сфигмограмме сонной артерии существует отчетливая дикротическая вырезка, совпадающая с окончанием периода изгнания, а на кривой ФПГ пальца руки она практически не наблюдается. В связи с этим рекомендуется ориентировочно определять момент закрытия аортального клапана по ФПГ, как точку на нисходящем участке систолического пика кривой, лежащую на уровне $1/3$ от его амплитуды.

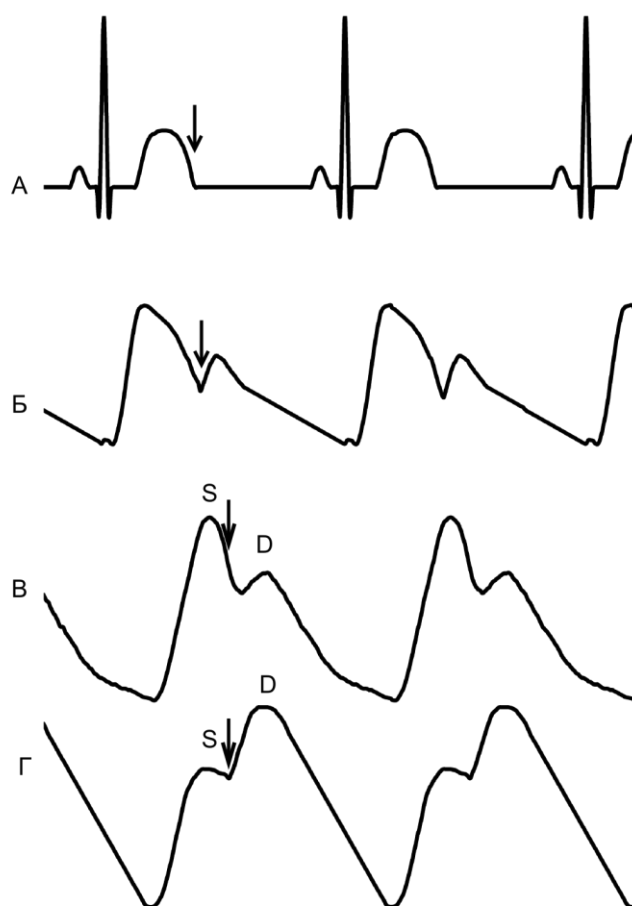


Рисунок 4. Синхронная запись сигналов: А-электрокардиограмма; Б-сфигмограмма сонной артерии; В-фотоплетизмограмма пальца руки до НКП; Г-фотоплетизмограмма пальца руки во время НКП. Стрелками на кривых отмечен момент окончания фазы изгнания и закрытия аортального клапана. S-систолическая волна, D-диастолическая волна

В связи с тем, что длительность сердечного цикла может существенно изменяться даже в течение непродолжительного времени (дыхательная аритмия, эмоциональный фактор и др.), рекомендуется устанавливать задержку начала компрессии относительно R-зубца ЭКГ не в абсолютном, а в относительном виде – в процентах от длительности предыдущего сердечного цикла, что обеспечит стабильность гемодинамических эффектов НКП при возможных изменениях ЧСС.

7.2.2 Установка времени задержки начала компрессии различных групп манжет относительно друг друга

Задержка начала компрессии бёдер относительно голеней, а также задержка компрессии ягодиц относительно бедер способствуют эффективному сложению волн давления, формируемых различными группами манжет, и получению максимальной амплитуды результирующей волны. Обычно величины этих задержек выбираются в диапазоне (30-50 мс). Если указанные задержки отсутствуют или их длительность слишком велика, то может наблюдаться снижение амплитуды диастолической волны, уплощение ее вершины и др.

7.2.3 Установка длительности компрессии в течение одного сердечного цикла

Длительность импульса компрессии подбирается таким образом, чтобы отрицательная волна давления в артериальном русле, возникающая после сброса давления в манжетах, достигала аорты перед началом очередной фазы изгнания, что создает эффект систолической разгрузки сердца. Общую длительность импульса рекомендуется устанавливать в процентах от длительности предыдущего сердечного цикла, чтобы частично «защитить» настройки от возможных изменений ЧСС. Однако следует учитывать, что даже в этом случае, при значительном отклонении ЧСС от исходного уровня, может потребоваться коррекция длительности компрессии. Рост ЧСС сопровождается относительным увеличением продолжительности фазы изгнания по отношению к общей длительности сердечного цикла, поэтому длительность импульса компрессии в этих условиях должна сокращаться (рисунок 5).

7.2.4 Установка давления в манжетах

Для достижения гемодинамических эффектов НКП давление в компрессионных манжетах должно, как минимум, в 1,5 раза превышать систолическое АД. По сообщениям различных авторов в медицинской практике для реализации усиленной НКП применяется давление 200-300 мм. рт.ст. Однако, следует учитывать, что выбор чрезмерно высоких значений давления может приводить к возникновению болевых ощущений в области наложения компрессионных манжет.

С целью определения оптимальной величины давления перед началом сеанса НКП рекомендуется проводить пробу со ступенчатым нарастанием давления и непрерывной регистрацией изменений диастолического индекса фотоплетизмограммы (ДСИ) [22].

Показатель ДСИ характеризует выраженность гемодинамических изменений, связанных с НКП, определяется по фотоплетизмограмме, как отношение амплитуды диастолической волны (D) к амплитуде систолической (S) (рисунок 6).

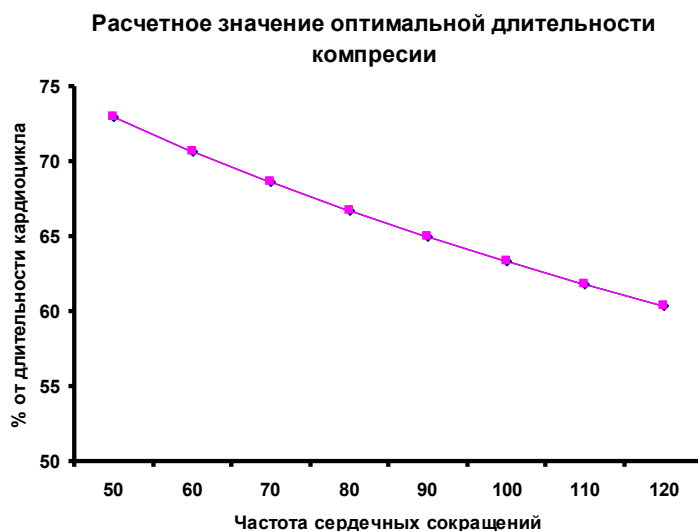


Рисунок 5. Расчетное значение оптимальной длительности компрессии в зависимости от изменений ЧСС

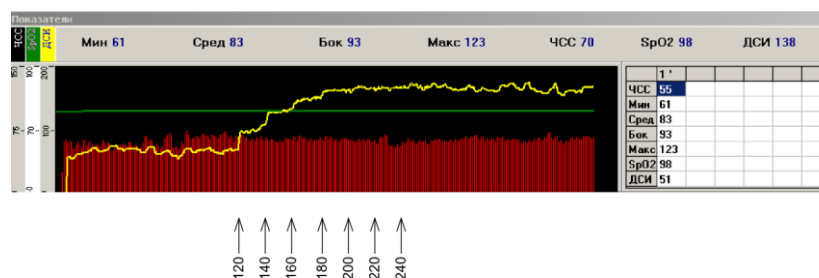


Рисунок 6. График изменений диастолического индекса (ДСИ) фотоплетизмограммы пальца руки во время проведения пробы с нарастающим давлением в манжетах

Примечание - Цифры и стрелки под рисунком указывают величину давления (мм рт. ст.) и момент его перехода на данный уровень.

Перед началом пробы определяется систолическое давление пациента, после чего производится предварительная установка параметров:

- давление в манжетах – устанавливается на уровне систолического давления пациента;
- «начало накачки» – 20 % от длительности сердечного цикла;
- длительность импульса – 50% от длительности сердечного цикла;
- «задержка каналов» – 35 мс;

Указанные начальные значения параметров не являются окончательными, но обеспечивают создание необходимых условий для проведения пробы.

До подачи давления в течение 30 секунд производится запись фоновых значений ДСИ, после этого начинается процедура НКП, во время которой давление в камерах повышается дискретно, с приращением 20 мм рт. ст. и временем выдержки на каждой ступени 15-20 с.

По мере увеличения давления на графике ДСИ (рисунок 6) сначала отмечается рост данного показателя, который затем замедляется и практически прекращается.

В качестве оптимального рекомендуется выбирать давление, превышающее на 40 мм рт. ст. пороговое давление, соответствующее моменту выхода на плато кривой ДСИ.

В процессе пробы не рекомендуется превышать пороговое давление более чем на 60 мм рт. ст. Максимальное значение давления – 300 мм рт. ст.

После завершения пробы, процедура НКП не прерывается, в компрессионных камерах устанавливается расчетная величина давления, а затем последовательно производится корректировка времени задержки начала компрессии относительно R-зубца ЭКГ и длительности импульса.

Ориентировочные параметры НКП в режиме, обеспечивающем эффекты диастолического усиления и систолической разгрузки:

- время задержки начала компрессии относительно R-зубца ЭКГ – 10-15%;
- время задержки начала компрессии различных групп манжет относительно друг друга – 35 мс;
- длительность компрессии в течение одного сердечного цикла – 60-75%;
- величина давления в манжетах – в 1,5-2 раза выше систолического давления пациента.

7.3 *Проведение процедуры наружной контрпульсации*

Во время проведения процедуры следует предупреждать спортсмена о начале компрессии, а также сообщать обо всех предстоящих изменениях режима НКП.

Чтобы снизить нежелательное влияние эмоционального фона спортсмена на ЧСС и качество регистрации ФПГ рекомендуется в помещении, где проводится сеанс НКП, создать спокойную рабочую обстановку, наладить доверительные отношения со спортсменом. Посторонние лица не должны отвлекать спортсмена и разговаривать с ним.

Несмотря на то, что комплекс автоматически обеспечивает плавный рост давления в манжетах от нуля до установленного уровня в течение нескольких циклов работы, рекомендуется постепенно повышать давление в манжетах до заданного уровня, чтобы дать возможность спортсмену лучше адаптироваться к процедуре.

В случае возникновения болевых ощущений рекомендуется сбросить давление, снять и вновь наложить манжеты (убедиться, что манжеты плотно и равномерно прилегают к ногам, под ними не должны образовываться складки одежды).

Если НКП проводится впервые, то рекомендуется осуществлять индивидуальный подбор параметров воздействия в следующей последовательности:

- предварительная установка начальных параметров НКП;
- проведение ступенчатой пробы для определения оптимального уровня давления в манжетах;
- подбор величины задержки начала компрессии относительно R-зубца ЭКГ;
- подбор величины задержки начала компрессии различных групп манжет относительно друг друга для достижения максимального эффекта диастолического усиления;
- подбор длительности компрессии с целью получения эффекта систолической разгрузки.

Эффективность процедуры можно контролировать не только по характерным измене-

ниям формы фотоплетизмограммы, но и по динамике диастолического индекса. Правильный выбор момента начала компрессии сопровождается подъемом кривой ДСИ, так как увеличиваются амплитуда диастолической волны ФПГ и значение числителя в формуле ДСИ. Дальнейшее увеличение ДСИ наблюдается при подборе оптимальной величины длительности импульса, так как при этом снижаются амплитуда систолической волны и значение знаменателя в формуле ДСИ.

7.4 Тактика ведения спортсмена

В случае курсового применения метода НКП минимально рекомендуемый курс состоит из 5 ежедневных одночасовых процедур в течение 1 недели, максимальный – из 35 ежедневных одночасовых процедур в течение 7 недель.

При однократном применении НКП с целью ускоренного восстановления после интенсивных динамических физических нагрузок минимально рекомендуемая продолжительность сеанса – 20 минут, максимальная – 1 час. При проведении однократного сеанса НКП впервые, рекомендуется начинать с минимальной продолжительности процедуры, в последующем увеличивая ее по мере необходимости.

При проведении сеансов НКП необходимо учитывать возможность возникновения преходящих мышечных эффектов, как следствие интенсивного пневмовоздействия на мягкие ткани нижних конечностей, подобных действию глубокого массажа. Для минимизации данного эффекта после сеанса НКП не рекомендуется проводить тренировки в течение нескольких часов. Длительность данного периода зависит как от параметров самой процедуры (продолжительность и интенсивность воздействия), так и от индивидуальных особенностей функционального состояния спортсмена. В частности, при проведении сеанса НКП, продолжительностью 20 минут и интенсивностью воздействия не более 200 мм рт.ст. (давление в манжетах), повторную тренировку можно проводить не ранее, чем через 4 часа после окончания процедуры. Однако, для каждого спортсмена длительность данного периода целесообразно определять индивидуально.

Для контроля эффективности применения НКП и определения необходимого количества процедур возможно проведение функциональных нагрузочных проб (велозргометрическая проба, степ-тест и др.) до, во время и после окончания курса процедур НКП.

8 Меры безопасности

Отбор и допуск спортсменов к процедуре НКП должен обязательно проводиться с учетом показаний и противопоказаний к использованию данного метода с участием врача спортивной команды, располагающего результатами углубленного медицинского обследования спортсменов.

Перед каждой процедурой НКП обязательно проводится медицинский контроль, включающий:

- измерение артериального давления;
- измерение ЧСС, оценку сердечного ритма;
- осмотр кожных покровов в местах наложения манжет для исключения наличия раздражений, кровоподтеков, ссадин и т.д.;
- проведение аускультации легких и оценку частоты дыхания с целью исключения застойных явлений в легких.

Если сеанс НКП проводится впервые, необходимо объяснить спортсмену принцип

действия установки, ожидаемый эффект, меры безопасности, а также ответить на все его вопросы. Необходимо попросить спортсмена незамедлительно сообщать обо всех случаях возникновения болевых и дискомфортных ощущений во время процедуры, о замеченных им изменениях своего состояния.

С целью защиты кожных покровов рекомендуется проводить сеанс НКП при надетых облегчающих штанах.

Во время сеанса НКП в свободной руке спортсмена постоянно должна находиться кнопка экстренной остановки комплекса и сброса давления в манжетах. Перед началом каждого сеанса спортсмену напоминают, что нажимать кнопку остановки следует только при возникновении каких-либо непредвиденных ситуаций (резкая боль, значительное повышение давления в манжетах и др.).

Подача воздуха в манжеты автоматически блокируется при пропадании ЭКГ-сигнала, наличии выраженной тахикардии или аритмии, в случаях повышения давления в манжетах выше предельного уровня.

Сеанс НКП должен проводиться под постоянным наблюдением медицинского персонала.

9 Эффективность метода наружной контрпульсации

В рамках целевой программы ФМБА России «Медико-биологическое и медико-санитарное обеспечение спортсменов сборных команд Российской Федерации на 2011 – 2013 годы» были выполнены исследования, направленные на обоснование возможности применения НКП с целью коррекции функционального состояния, повышения физической работоспособности и выносливости спортсменов, а также разработку методик применения данного метода.

В экспериментальных исследованиях и апробациях приняли участие добровольцы (12 чел.), имеющие высокий исходный уровень физической подготовленности, и действующие спортсмены (75 чел.): легкоатлеты (сборная команда России по легкой атлетике), конькобежцы (СДЮСШОР «Комета»), единоборцы. Многие из спортсменов имели высокий уровень спортивной квалификации: заслуженный мастер спорта – 6 чел., мастер спорта международного класса – 13 чел., мастер спорта – 29 чел.

Для проведения НКП использовался аппаратно-программный комплекс «Кардиопульсар» (Россия, регистрационное удостоверение № ФСР 2008/02988). Выбор данного комплекса был обусловлен тем, что, будучи сопоставимым по эффективности воздействия с зарубежными аналогами (США, Китай), отечественный комплекс отличался от последних улучшенными массогабаритными характеристиками, что делало его более мобильным и удобным в использовании.

Выполненные исследования показали следующее [10,11]:

1. В экспериментальной оценке возможности применения метода НКП для ускоренного восстановления после интенсивной динамической физической нагрузки приняли участие спортсмены-единоборцы, которые были разделены на две группы: опытную и контрольную. В качестве нагрузочной пробы была выбрана многоступенчатая проба на велоэргометре. Последние ступени пробы по своей интенсивности соответствовали работе в зоне большой и субмаксимальной мощности со смешанным и анаэробным характером энергообеспечения. Проба выполнялась два раза с промежутком времени в полтора часа. Повторная проба по интенсивности нагрузки была идентична первой. В опытной группе во время восстановительного периода между пробами спортсменам проводился 30-минутный сеанс НКП.

Проведение в восстановительном периоде сеанса НКП способствовало:

А. Стабилизации показателей центральной гемодинамики, что проявлялось в ускоренном восстановлении сниженных из-за депонирования крови в сосудах нижних конечностей ударного и минутного объемов кровообращения.

Через 15 минут после прекращения нагрузочной пробы (перед самым началом процедуры НКП) значения ударного объема как в группе опыта, так и группе контроля оказались значимо ниже фоновых показателей на 22% ($p<0,01$) и 19% ($p<0,01$) соответственно. В опытной группе НКП вызвала значимое увеличение ударного и минутного объема кровообращения в среднем на 13% ($p<0,01$) и 9% ($p<0,05$) соответственно по сравнению с данными, полученными перед началом процедуры. В группе контроля за этот же период изменения были менее выраженными и не носили достоверного характера.

Б. Ускорению метаболизма лактата.

В ответ на выполнение нагрузочной пробы произошло значимое увеличение уровня лактата в крови спортсменов как в группе опыта, так и группе контроля с 2,4 ммоль/л и 2,2 ммоль/л до 9,4 ммоль/л ($p<0,01$) и 8,9 ммоль/л ($p<0,01$) соответственно. К концу периода восстановления у спортсменов опытной группы отмечалось достоверное снижение лактата до уровня фоновых значений, в то время как в контрольной группе уровень лактата значимо превышал фоновые значения в среднем на 22%.

В. Улучшению переносимости повторной физической нагрузки.

Повторная проба показала, что группа контроля недостаточно полно восстановилась и перенесла нагрузку тяжелее, что выражалось в увеличении ЧСС во время выполнения третьей и четвертой ступеней пробы на 7 ударов в минуту ($p<0,01$). Исследование динамики пульса в группе опыта не выявило значимых различий в переносимости первой и повторной нагрузочных проб.

2. В экспериментальной оценке возможности применения метода НКП для повышения переносимости физических нагрузок приняли участие добровольцы, имеющие высокий исходный уровень физической подготовленности. Каждому из них был проведен курс процедур НКП. Длительность курса составила пять дней, продолжительность ежедневной процедуры – один час. До и через сутки после окончания курса НКП испытуемым проводилась оценка переносимости динамических мышечных нагрузок на велоэргометре с использованием пробы PWC170.

Курсовое применение НКП способствовало:

Повышению динамической физической работоспособности, что выражалось в достоверном росте показателей PWC170 и максимального потребления кислорода на 6% ($p<0,01$) и 4% ($p<0,01$) соответственно, а также значимом снижении ЧСС во время первой нагрузки пробы PWC170 на 18% ($p<0,01$), во время второй – на 22% ($p<0,01$).

3. В апробации НКП приняли участие члены сборной команды России по легкой атлетике (бег на длинные и средние дистанции, спринт на 400 м, тройной прыжок) и конькобежцы СДЮСШОР «Комета». Оценка эффективности применения метода осуществлялась непосредственно во время учебно-тренировочных сборов. Восстановительные процедуры НКП выполнялись после интенсивных тренировок в конце тренировочного дня, а также между тренировками в течение одного дня. Время воздействия составляло 20-30 мин., величина нагнетаемого давления в манжеты – от 140 до 200 мм рт.ст.

Апробация НКП во время учебно-тренировочных сборов высококвалифицированных спортсменов показала:

Высокую эффективность его использования для коррекции функционального состояния и ускоренного восстановления после интенсивных тренировок.

Проведение процедуры НКП после тренировок способствовало значимому улучшению функционального состояния мышц нижних конечностей. Средний балл по 10-балльной шкале утомления составил до тренировки 5,4 балла у легкоатлетов и 5,1 балла у конькобежцев, после тренировки – 7,4 и 7,3 балла, а после проведения процедуры – 3,9 и 4,9 балла соответственно. Для описания состояния мышц нижних конечностей сразу после НКП спортсмены использовали выражения: «легкость в ногах», «забитость исчезла», «мышцы стали намного мягче, болезненность и напряженность исчезли», «ноги свежие», «ноги размяты».

Анализ субъективной оценки переносимости повторной тренировки, проводившейся после процедуры НКП в этот же или на следующий день, показал, что в целом большинство спортсменов отметили улучшение переносимости. Переносимость и эффективность повторной тренировки, следующей за процедурой НКП, по сравнению с опытом проведения подобных тренировок без НКП, по субъективной оценке спортсменов улучшалась в среднем на 39% (легкоатлеты) и 20% (конькобежцы). Все случаи улучшения переносимости повторных тренировок спортсмены связывали в первую очередь с улучшением самочувствия мышц ног во время нагрузок. Они отмечали, что проведение процедуры НКП позволило ускорить процесс восстановления функционального состояния мышц нижних конечностей, поэтому к повторным нагрузкам они «подошли с более свежими, отдохнувшими ногами». 36% легкоатлетов и 30% конькобежцев отметили улучшение переносимости повторных тренировок не только по состоянию ног, но и по общему самочувствию, и при описании своего состояния указывали: «бежал вторую тренировку за день так, как будто первой тренировки не было», «не было такой усталости, которая обычно развивается после серии тренировок», «хотелось бежать больше и быстрее».

При проведении повторной тренировки менее чем через 4 ч после процедуры НКП у нескольких спортсменов развились преходящие изменения функционального состояния мышц нижних конечностей, подобные действию глубокого массажа, которые характеризовались следующим образом: «ноги ватные», «быстро наливаются тяжестью во время бега», «ноги не бегут», «быстро развивается утомление», «снижен мышечный тонус». Во всех случаях, когда между окончанием НКП и началом тренировки проходило 4 часа и более (для длительности воздействия 20-30 мин. и интенсивности не более 200 мм рт.ст.), этот эффект отсутствовал. Данный временной интервал необходимо учитывать при проведении восстановительных процедур НКП между тренировками.

Положительные физиологические эффекты НКП, а также полученные результаты исследований позволяют рекомендовать использование данного метода с целью повышения спортивной работоспособности и физической выносливости, коррекции функционального состояния и ускоренного восстановления высококвалифицированных спортсменов как в тренировочном, так и в соревновательном периодах.

Срочные механизмы воздействия НКП, проявляющиеся непосредственно в момент воздействия процедуры, делают возможным применение метода как средства ускоренного восстановления после интенсивных физических нагрузок. К основным положительным эффектам воздействия в данном случае можно отнести:

1. Усиление кровоснабжения миокарда и других внутренних органов способствует ускорению процессов ликвидации кислородной задолжности и доставки веществ, необходимых для ресинтеза энергетических субстратов;
2. Снижение сопротивления сердечному выбросу во время систолы приводит к уменьшению нагрузки на миокард и, как следствие, к снижению потребления миокардом кислорода во время процедуры;
3. Усиление объемного кровотока в нижних конечностях ускоряет процесс удаления недоокисленных продуктов обмена веществ из «закисленных» мышц нижних ко-

нечностей;

4. Увеличение венозного возврата и снижение депонирования крови в нижних конечностях способствует стабилизации артериального давления и профилактике ортостатической гипотензии.

Учитывая вышеперечисленные механизмы воздействия, можно предположить, что наиболее эффективным применением НКП, как метода ускоренного восстановления после интенсивных физических нагрузок, будет в видах спорта, связанных с высокой нагрузкой на сердечнососудистую систему, при которых работа носит преимущественно анаэробный (лактацидный) или смешанный характер и основная нагрузка ложится на мышцы нижних конечностей.

Долгосрочные эффекты НКП, сохраняющиеся после окончания процедуры и максимально проявляющиеся в процессе курсового применения метода, позволяют рассматривать НКП как средство повышения физической работоспособности и выносливости. Основные механизмы воздействия при курсовом применении способствуют увеличению аэробных возможностей спортсменов [7]. В этой связи, применение НКП в качестве метода повышения физической работоспособности и выносливости может быть эффективно в видах спорта, связанных с высокой нагрузкой на сердечнососудистую систему, в которых значимый вклад в энергообеспечение мышечной деятельности приходится на аэробную энергетическую систему.

10 Список использованных источников

1. 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. - 2005. - 1 (13). - С. 249-250.
2. Яруллин Х.Х., Васильева Т.Д., Неумывакин И.П. Влияние наружной кардиосинхронизированной контрпульсации на регионарную и центральную гемодинамику человека // Косм. биология и авиакосм. медицина. – М. 1987 – № 6. – С.54-58.
3. Андронов И.А., Мухин В.А., Русейкина О.М., Рыженков С.П., Сударев А.М. Применение наружной контрпульсации для повышения устойчивости организма к ортостатическим и физическим нагрузкам // Сборник тезисов 7-ой научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос».14-15 ноября 2007 г. Звездный городок. – Моск. обл.: Редакционно-издательский отдел РГНИИЦПК им. Ю.А. Гагарина, 2007. – С. 236-238.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Орджоникидзе З.Г., Павлов В.И., Ганьшина Н.А., Цветкова Е.М. Наружная контрпульсация в спорте – механизмы воздействия // Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. – 2008. – №1 (24). – С. 56-61.
8. Зиновьева А. Хождение за три горя [электронный ресурс] // МК.ru [сайт]. URL: <http://www.mk.ru/science/article/2010/09/09/528575-hozhdenie-za-tri-gorya.html> (дата обращения 23.05.2013).
9. Аппарат для усиленной наружной контрпульсации [электронный ресурс] // Центр физической реабилитации [сайт]. URL: <http://www.centrapr.ru/2010-11-30-14-46-17/the-device-for-the-strengthened-external-counterpulsation.html> (дата обращения 23.05.2013).
10. Никифоров Д.А., Рыженков С.П., Чистов С.Д., Сударев А.М. Наружная контрпульсация как метод ускоренного восстановления спортсменов после динамической физической нагрузки // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2012. - №12(108). – С. 22–28.
11. Бухтияров И.В., Рыженков С.П., Никифоров Д.А., Мухин В.А. Исследование возможности курсового применения наружной контрпульсации для повышения переносимости физических нагрузок // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2011. - №8(92). – С. 27– 32.
12. 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.
13. Masuda D., Nohara R., Hirai T. et al. Enhanced External counterpulsation improved myocardial perfusion and coronary flow reserve in patients with chronic stable angina. Eur. Heart J. 2001; 22; P.1451-1458.

14. Michaels A., Accad M., Ports T., et al. Left ventricular systolic unloading and augmentation of intracoronary pressure and Doppler flow during enhanced external counterpulsation. *Circulation* 2002;106:1237-1242.
15. Bonetti P., Holmes D., Lerman A., Barsness G. Enhanced external counterpulsation for ischemic heart disease: what's behind the curtain? *J Am Coll Cardiol.* 2003;41:1918-1925.
16. Werner D., Schneider M., Weise M. et al. Pneumatic external counterpulsation: a new noninvasive method to improve organ perfusion. *Am J Cardiol* 1999; 84:950-952.
17. Feldman A. Enhanced external counterpulsation: Mechanism of action // *Clin Cardiol.* – 2002; 25. – Vol. II. – P. 11-15.
18. Wu G., Qiang S., Zheng Z. et al. A neurohormonal mechanism for the effectiveness of the enhanced external counterpulsation. *Circulation* 1999, 100: I-832. Abstract 4390.
19. Qian X., Wu W., Zheng Z. et al. Effect on enhanced counterpulsation on nitric oxide production in coronary disease. *Journal of Heart Disease.* 1999, 1:193. Abstract 769.
20. 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. – 24с.
21. 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.
22. Рыженков С.П., Андронов И.А., Мухин В.А., Никифоров Д.А. Рекомендации по определению оптимальной величины компрессии нижних конечностей при проведении наружной контрпульсации // *Военно-медицинский журнал.* – 2010. - №3. – С.70-71.