

UDC 61

Hemodynamics State at Different Modes of Systemic Air Cryogenic Exposure¹ Anatoly T. Bykov² Viktoriya A. Rybkina³ Vladimir V. Kovalenko

¹Kuban State Medical University, Russia
350004, Krasnodar, st. Sedin, 4
Corresponding Member of RAMS, MD, Professor
E-mail: kvmkgmu@mail.ru

²Central Clinical Resort them. Dzerzhinsky, Russia
354000, Sochi, St. Grape, 35
Head of physiotherapy department

³Sochi State University, Russia
354000, Sochi, St. Sovetskaya, 26A
PhD

Abstract. The article estimates the hemodynamics state during systemic air cryotherapy sessions in cryosaunas, in the course of which body temperature drops in the range of cryostability (up to 5-10 °C), while the core body temperature persists and enables to avoid shift in thermal regulation. Majority of circulatory dimensions at post-cryothermia period showed reactions opposite in sign if compared to hypothermia period, systolic and diastolic blood pressure were significantly lower than before the sessions. Such evident compensatory reaction of blood circulation is apparently the specific extension of stress syndrome, developed at testees directly in the course of cryotherapy.

Keywords: hemodynamics; systemic air cryotherapy.

Актуальность. Современный этап развития медицины в целом, и восстановительной медицины в частности, характеризуется все более усиливающимся вниманием к поиску новых высокоэффективных методов оздоровления, профилактики, лечения и реабилитации с помощью тренирующих воздействий естественными и преформированными факторами внешней среды [1, 2]. Среди них особый интерес в последнее время представляют криотерапевтические методы с использованием экстремально низких температур. Новый этап развития криотерапии – одного из древнейших методов использования физических факторов в медицине – ознаменовался созданием в конце 90-х годов прошлого века и внедрением в медицинскую практику стран Европы и России методики аппаратного воздействия на все тело человека холодным осушенным воздухом с использованием сверхнизких температур (-110 – -120 °C) [3]. Сеансы общей воздушной криотерапии (ОВКТ) продолжительностью до 3 мин проводятся в закрытых камерах – криосаунах, в результате чего температура тканей «оболочки» тела снижается в пределах криоустойчивости (до 5-10 °C) при сохранной температуре «ядра», что обеспечивает отсутствие выраженных сдвигов терморегуляции организма. Пациенты с максимально обнаженной поверхностью тела, в спортивной обуви и перчатках, с повязкой, защищающей ушные раковины, находятся в предкамере с t = -60 °C в течение 30 сек, после чего заходят в основную камеру, где подается сухой холодный воздух с t = -110-120 °C. Методика ОВКТ применяется в ревматологии (ревматические поражения мягких тканей, ревматоидный артрит, болезнь Бехтерева, полиостеоартроз), неврологии (вертеброгенная патология с болевыми синдромами), дерматологии (системные заболевания кожи), травматологии (травмы мышечно-связочного аппарата), а также при психосоматической патологии, неврозах, депрессивных и стрессорных состояниях.

Несмотря на продолжительное время практического применения в Германии и ряде других стран метода общей воздушной криотерапии [6, 7], при анализе публикаций, не выявлено исследований по изучению влияния холодовых нагрузок на адаптивно-

регуляторные механизмы, психофизиологические процессы, а также на сердечно-сосудистую и дыхательную системы организма человека в условиях климата влажных субтропиков. В ряде исследований появились первые результаты, демонстрирующие перспективы использования кратковременных повторных тренирующих воздействий экстремального холода на организм человека для оздоровливания вследствие их модулирующего влияния на параметры гомеостаза [4, 5, 8].

Немногочисленные работы проведены на небольших группах пациентов, без убедительной рандомизации и четкого описания протокола исследования. Для оценки эффективности ОВКТ использовались различные, не систематизированные критерии или оценка проводилась эмпирически. Вместе с тем, на современном этапе развития практического здравоохранения инструментом управления лечебно-диагностическим процессом должна быть медицинская технология – система взаимосвязанных минимально необходимых, но достаточных и научно обоснованных лечебно-диагностических мероприятий, выполнение которых позволяет наиболее рационально провести лечение и обеспечить достижение максимального соответствия научно прогнозируемых результатов реальным при минимизации затрат.

Криосауна оказывает на организм множество эффектов, связанных с холодным стрессом. Процедура незначительно индуцирует оксидативный стресс, однако, не обладая кумулятивным эффектом, вызывает адаптивные изменения антиоксидантного статуса, показан также антиоксидантный эффект у больных нейродегенеративными заболеваниями (E. Miller, M. Mrowicka, 2010). Изменяется ряд иммунологических маркеров, не затрагивающих системные иммунологические функции. Процедура увеличивает уровень противовоспалительных цитокинов (IL-10) и снижает уровень провоспалительных (IL-2, IL-8); стабилизирует мембраны лизосом, редуцируя негативный эффект на протеина лизосомальных энзимов. Криовоздействие оказывает позитивный эффект на мышечные креатинкиназы КФК и ЛДГ, оказывая протективный и восстанавливающий эффект. Кардиомаркеры (тропонин I и высокочувствительный C-реактивный белок) в процессе общей криотерапии не изменяются, свидетельствуя об отсутствии повреждений миокарда в процессе терапии. Показано, что гипотермия снижает энзиматическую активность факторов свертывания и угнетает функцию тромбоцитов. В процессе лечения, как адаптация к холодному стрессу, возрастает концентрация натрийуретических пептидов (NT-proBNP) и норадреналина.

Выделяют следующие физиологические эффекты процедур криотерапии:

- иммунологические – улучшение клеточного и гуморального иммунитета;
- метаболические – увеличение метаболизма (в первую очередь за счет углеводного обмена) при общей криотерапии; снижение скорости всех метаболических реакций в очагах острого воспаления;
- гемодинамические – в начале уменьшение кровотока в поверхностных тканях охлаждаемых областях, затем его увеличение и их циклическое чередование; прирост частоты сердечных сокращений и артериального давления;
- нервно-мышечные – раздражение кожных рецепторов, уменьшение скорости проведения по нерву, повышение болевого порога, изменение силы мышц, уменьшение спастичности мышц; облегчение мышечного сокращения;
- нейрогуморальное – активное выделение адреналина и норадреналина надпочечниками; активация гипоталамуса с освобождением гормонов аденогипофиза, в первую очередь АКТГ и ТТГ.

Общая криогенная аэротерапия направлена на выполнение одной задачи, а именно – безопасное, субтотальное, равномерное воздействие криогенными температурами на кожные покровы человека, в экспозициях, не превышающих физиологическую фазу стресса, с целью стимуляции и тренинга процессов саморегуляции организма и расширения функциональных резервов [4].

Значительная часть вазомоторных рецепторов заложена в коже, поэтому они чувствительны к действию холода. Холод в равной степени может вызывать как паралич, так и раздражение вазодилататоров, что объясняет вариабельность сосудистой реакции. При криотерапии возникают общие и местные сосудистые реакции, так как регуляции

температуры тела большая роль принадлежит периферическому кровоснабжению. В зависимости от скорости кровотока в коже и подлежащих тканях меняется величина теплоотдачи с поверхности тела. К системе периферических сосудов относятся артериолы, метартериолы, артериовенозные анастомозы, венулы и капилляры, в которых под влиянием охлаждения может меняться кровоток [9].

Большую роль в терморегуляции играют артериовенозные анастомозы, находящиеся в наибольшем количестве в тех частях "оболочки тела", которые играют ведущую роль в теплообмене со средой: в пальцах рук, ног, ладонях, ушных раковинах. Кровоток в кожных покровах при термических раздражениях изменяется в очень широких пределах, что обеспечивается протеканием крови через артериовенозные анастомозы. Таким образом, в конечностях создаются условия для противотока в рядом расположенных артериях и венах, что предотвращает снижение температуры ядра тела даже при очень существенном охлаждении. Сосудистая реакция на охлаждение характеризуется фазностью и ритмическим колебанием сосудов ("игра вазомоторов") и проявляется кожной гиперемией, сохраняющейся в течение 1-3 часов. Восстановление микроциркуляции происходит не только в микрососудах кровяного, но и лимфатического русла.

Перераспределение крови в организме в сторону ее централизации при участии симпатической нервной системы приводит к кратковременному возрастанию АД у здоровых в среднем на 10-20 мм рт. ст. и предъявляет к сердечно-сосудистой системе повышенные требования. Общая воздушная криотерапия урежает и усиливает сердечные сокращения. Если она дополнена механическими движениями, то пульс сначала ускоряется, а затем замедляется [2].

Материалы и методы. В ФГКУ "ЦКС им. Ф.Э.Дзержинского" г. Сочи начато и продолжается научно-практическое исследование по теме: «Динамика функционального состояния организма при различных режимах общих воздушных криовоздействий». В качестве основного инструмента использована воздушная криосауна "КриоспейсТМ" (CrioSpace Cabin) фирмы "CRIO Medizintechnik GmbH" – современный стационарный высокотехнологичный охлаждающий медицинский комплекс (внешние размеры 420×240×250 см), состоящий из 3-х основных частей: двухкамерная кабина (площадь 10 м²), трехкаскадная холодильная машина, создающая внутри кабины температуру от -60°С до -110°С, и пульт управления. Криосауна "Криоспейс" выполнена из материалов с высокими теплоизоляционными свойствами. Предкамера и рабочая камера отделены друг от друга и от остального помещения, где находится установка с герметично прилегающими дверями. Исследования проводились на 100 добровольцах, которым проведены общие воздушные криовоздействия, отличающиеся режимом дозирования:

- 1 программа (I гр.) – получающие 1 процедуру 1 раз в день (ежедневно);
- 2 программа (II гр.) – 1 процедура через день;
- 3 программа (III гр.) – 2 процедуры (ежедневно) через один день.

Каждая группа включает 30 добровольцев. Ещё 10 человек (гр. А) включала лиц, встречавшихся в своей жизни с экстремальными холодowymi факторами природного и антропогенного воздействия. Данная группа получала процедуры по первой программе.

Основные дозируемые параметры общей воздушной криотерапии в эксперименте:

- температура: в предкамере -60 С, в основной криопроцедурной камере -110°С;
- длительность пребывания пациента в предкамере - 0,5-1 мин, а в основной камере постепенно увеличивается от 1 до 3 мин, т.е. суммарная длительность процедуры не превышает 3 мин;
- кратность процедур: ежедневно по одной или по две процедуры с интервалом не менее 6 часов;
- число процедур на курс лечения: колеблется от 10 до 20 процедур в зависимости от программы.

Методика общей воздушной криотерапии включала несколько этапов с обязательным контролем гемодинамических показателей до и после процедуры. I этап имел продолжительность 0,5 мин в предкамере при -60° С (удаление "тепловой подушки" и влаги с поверхности тела); II – 1-3 мин в основной криокамере при -110° С – -120° С; III – выход из криосауны; IV – отдых и переодевание. Пациенты находились в основном отсеке криосауны

по 3 человека в купальных костюмах с закрытыми дистальными частями тела: на ногах шерстяные носки или войлочные чуни, на руках перчатки, на лице защищающая рот и нос ватно-марлевая повязка или маска, на голове защищающая уши шерстяная повязка типа «бандана» или спортивная шапочка.

Результаты исследования. Состояние гемодинамики (ЧСС, АДс., АДд.) регистрировалось трижды (непосредственно до, сразу после и спустя 20 минут после выхода из криосауны) при каждой процедуре в криосауне. Исходные показатели гемодинамики были характерны для умеренно выраженного предстартового состояния (средняя ЧСС=85,75, среднее АДс.=126,75, среднее АДд.=77,38), что объясняется ограниченностью знаний испытуемых по вопросам криотерапии и отсутствием личного опыта. Сразу после процедуры АД д. было достоверно ($p=0,021<0,05$) повышено, что объясняется нормальной реакцией организма на экстремальное холодовое воздействие. Спустя 20 мин после криопроцедуры среднее ЧСС=69,13, среднее АДс.=126,25, среднее АДд.=72,25, то есть показатели вернулись к норме в состоянии покоя, при этом ЧСС и АД д. достоверно ($p<0,05$) снизились не только по отношению к результатам после воздействия, но и относительно исходного предстартового состояния.

Полученные данные в основном имеют нормальное распределение. Корреляционный анализ выявил типичные для данного набора тестов связи в общей выборке. Достоверно значимые различия ($p<0,05$) средних значений в тестируемых параметрах систолического, диастолического давлений и пульсометрии выявлены при анализе общей выборки в контрольных точках.

Исследования показателей системной гемодинамики показали, что первые сеансы криотермических воздействий, сопровождались выраженными реакциями, преимущественно гиперкинетического типа. Так, во время первого воздействия отмечен прирост систолического артериального давления (в среднем на 15 % по сравнению с фоновыми значениями), ЧСС (на 20 %).

Однако одновременно с этим выявлено существенное снижение диастолического артериального давления (в среднем на 12,5 %). Следовательно, сдвиги гемодинамики в ответ на криовоздействие были направлены на увеличение объема кровообращения, что является типичным для стресс-реакции.

В связи с этим представляется маловероятным успешное использование криотерапии в выбранном режиме в системе лечебных мероприятий у больных с выраженной патологией системы кровообращения (ИБС, ГБ поздних стадий и др.), поскольку стрессогенность первых криовоздействий на систему гемодинамики очевидна.

В посткриотермическом периоде для большинства показателей кровообращения были отмечены противоположные по знаку реакции по сравнению с периодом гипотермии, а значения систолического и диастолического давлений, оказались статистически значимо ниже, чем перед началом сеансов. Такая выраженная компенсаторная реакция кровообращения, по всей видимости, является своеобразным продолжением стресс-синдрома, развивавшегося у испытуемых непосредственно в период криовоздействия.

Реактивность показателя как непосредственно на криовоздействие, так и после его прекращения по мере продолжения курса тренировки постепенно снижалась. Кроме этого, отмечалось постепенное снижение систолического артериального давления, регистрируемого перед началом ежедневных сеансов. Этот важный, факт свидетельствует о развитии в организме испытуемых тенденций к оптимизации функционирования системы кровообращения.

Свидетельства данному феномену получены и при анализе динамики других показателей кровообращения. Так, средняя величина диастолического давления в термокомфортных условиях в результате тренировок снизилась в среднем на 10%, ЧСС – на 8,6%.

Выводы:

1. Для повышения эффективности лечения больных ГБ, удлинения сроков стабилизации их состояния целесообразно включение в комплексную терапию курса криотермических воздействий. Оптимальный режим криотерапии - 3. Криотерапию следует использовать только у больных ГБ I-II ст. с сохраненным функциональным потенциалом организма. В случае существенного ухудшения функционального состояния пациента в

процессе проведения курса криотерапии необходимо сокращение времени сеанса и усиление интенсивности фармакотерапии. При определении длительности нахождения пациента в условиях криотермии следует ориентироваться на субъективную переносимость воздействия, выраженность физиологических реакций в посткриотермическом периоде. Длительность сеансов должна корректироваться в течение всего курса криотерапии – в случае повышения устойчивости к условиям криотермии в результате развития ранних адаптивных реакции продолжительность сеанса удлиняется.

2. Методика проведения сеансов криотерапии должна основываться на принципе постоянного наблюдения за пациентом во время сеанса, тщательного инструктажа больного перед каждым сеансом о мерах предосторожности при нахождении в новых условиях внешней среды и необходимости немедленного сообщения медперсоналу о появлении или углублении негативных субъективных ощущений во время воздействий.

3. Перед началом курсов общих воздействий с пациентом проводится инструктаж, во время которого разъясняются цель методики, особенности поведения во время сеансов, возможные неприятные ощущения, возникающие во время первых сеансов. Сеансы криотерапии желательно проводить в утреннее время, до приема медикаментозных препаратов.

4. Перед началом каждого сеанса врач проводит медицинский осмотр (опрос, внешний осмотр, измерение частоты сердечных сокращений, артериального давления) и делает вывод о допуске к проведению сеанса. Особое внимание обращается на динамику состояния человека за сутки. Объем обследования может быть расширен в зависимости от целей терапии, особенностей заболевания и его течения, ответной реакции организма пациента на воздействия.

5. Во время сеанса осуществляется мониторинг за состоянием пациента. При существенном ухудшении состояния пациента (по субъективным и объективным критериям) сеанс прекращается. Существенное ухудшение состояния пациента (выраженное затруднение дыхания, потемнение в глазах, головная боль, головокружение, боли в области сердца, гиперемия или бледность лица, выраженная тахикардия и др.) является следствием неверной оценки состояния больного до сеанса.

Примечания:

1. Агаджанян Н.А. Стресс и теория адаптации. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ. 2005.
2. Быков А.Т. Восстановительная медицина и экология человека. ГЭОТАР – Медиа. 2009.
3. Портнов В.В. Воздушная криотерапия общая и локальная. Сборник статей и пособий для врачей. ISBN 978-5-90-2826-01-9. М. 2009.
4. Agadzhanian N. A., Medalieva R. Kh. Teoreticheskie osnovy i prakticheskoe primenenie obshchei vozdushnoi krioterapii v vosstanovitel'noi meditsine [Theoretical principles and practical application of general air cryotherapy in restorative medicine] // Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny. 2008. T. 26, N 4. 4-6.
5. Antonova V.O. Osobennosti termoregulyatsii u lits, podvergnshikhsya vozdeistviyu ekstremal'noi krioterapii [Peculiarities of thermoregulation in persons that underwent extreme cryotherapy] // Pitannya eksperimental'noi ta klinichnoi meditsini: Zb. statei. Donetsk: DonNMU, 2009. Vip. 13. T. 2. 11–17.
6. Yamauchi T., Kim S., Nogami S., et al. Extreme cold treatment (-150 °C) on the whole body in Rheumatoid Arthritis. X Europaischer Kongreß für Rheumatologie: Abstractband. 1981. P. 1054.
7. Fricke R. Ganzkörperkältetherapie in einer Kältekammer mit Temperaturen um -110 °C. Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim. 1989. 18 (1). 1-10.
8. Westerlund T., Oksa J., Smolander J., et al. Thermal responses during and after whole-body cryotherapy (-110 °C). J. Thermal Biology. 2003. 28 (8). 601-608.
9. Морман Д., Хеллер Л. Физиология сердечно-сосудистой системы. СПб.: Издательство «Питер», 2000.

УДК 61

Состояние гемодинамики при различных режимах общих воздушных криогенных воздействий

¹ Анатолий Тимофеевич Быков
² Виктория Александровна Рыбкина
³ Владимир Васильевич Коваленко

¹ Кубанский государственный медицинский университет, Россия
350004, г. Краснодар, ул. Седина, 4
чл.-корр. РАМН, доктор медицинских наук, профессор
E-mail: kvmkgmu@mail.ru

² Центральный клинический санаторий им. Ф.Э. Дзержинского, Россия
354000, г. Сочи, ул. Виноградная, 35
начальник физиотерапевтического отделения

³ Сочинский государственный университет, Россия
354000, г. Сочи, ул. Советская, 26а
кандидат технических наук, доцент

Аннотация. Проведена оценка состояния гемодинамики при сеансах общей воздушной криотерапии в криосаунах, в результате чего температура тканей «оболочки» тела снижается в пределах криоустойчивости (до 5–10 °С) при сохранной температуре «ядра», что обеспечивает отсутствие выраженных сдвигов терморегуляции организма. В посткриотермическом периоде для большинства показателей кровообращения были отмечены противоположные по знаку реакции по сравнению с периодом гипотермии, а значения систолического и диастолического артериального давления, оказались статистически значимо ниже, чем перед началом сеансов. Такая выраженная компенсаторная реакция кровообращения, по всей видимости, является своеобразным продолжением стресс-синдрома, развивавшегося у испытуемых непосредственно в период криовоздействия.

Ключевые слова: гемодинамика; общие воздушные криовоздействия.