

УДК 616.2:613.68

КИСЛОРОДНО-ГЕЛИЕВАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ ОКАЗАНИИ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ С ЭКСИДЕНТАЛЬНОЙ ГИПОТЕРМИЕЙ

¹Н. Б. Павлов, ¹В. И. Гришин, ¹А. Т. Логунов, ²Т. Е. Кузнецова

¹Специальное конструкторское бюро экспериментального оборудования при институте медико-биологических проблем Российской академии наук, Московская область, г. Химки, Россия

²Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

OXYGEN-HELIUM THERAPY FOR TREATING ACCIDENTAL HYPOTHERMIA

¹N. B. Pavlov, ¹V. I. Grishin, ¹A. T. Logunov, ²T. Ye. Kuznetsova

¹Special Design Office of Experimental Equipment at Institute of Medico-Biological Problems of the Russian Academy of Sciences, Khimki, Moscow Oblast, Russia

²N. I. Pirogov Medical Research Institute of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

© Коллектив авторов, 2015 г.

Рассмотрена проблема согревания пострадавших с симптомокомплексом общего переохлаждения в общей схеме медицинской эвакуации и реанимационных мероприятий. Как наиболее эффективный метод, с возможностью применения непосредственно на месте развития патологии, рассматриваются подогреваемые кислородно-гелиевые ингаляции. Приведены теоретические предпосылки к применению данного метода, результаты собственных экспериментальных исследований и результаты испытаний в реальных условиях специально созданных образцов медицинской техники, позволяющих проводить подогреваемые кислородно-гелиевые ингаляции пострадавшим. Показана высокая эффективность существующих технических решений, позволяющих реализовать высокотемпературную кислородно-гелиевую респираторную поддержку в комплексе мероприятий по купированию последствий эксидентальной гипотермии. Приведены примеры практической реализации в системе комплексного лечения переохлаждений.

Ключевые слова: чрезвычайные происшествия, общее переохлаждение, механо-холодовая травма, показатели жизненных функций организма, методы интенсивной терапии гипотермической патологии, восстановление теплового гомеостаза, подогретые кислородно-гелиевые смеси, теплорефлекторный механизм, аппараты кислородно-гелиевой терапии, экспериментальные исследования, испытания.

The problem of rewarming of victims having symptoms of overcooling is discussed in the context of the general procedures of evacuation and resuscitation. Ventilation with warmed oxygen-helium mixtures is suggested as the most effective method for application at a site where overcooling has occurred. Theoretical background for, experiments with, and field trials of dedicated equipment for such ventilation are reviewed. The available technical solutions are shown to be highly efficient in high-temperature ventilation with oxygen-helium mixtures used to ameliorate the consequences of accidental hypothermia. Exemplary case reports are provided.

Key words: emergency, general overcooling, cold mechanical injury, vital parameters, intensive care upon hypothermal conditions, restoration of temperature homeostasis, warmed oxygen-helium mixtures, thermal reflex, instruments for oxygen-helium therapy, experimental studies, trials.

Общая характеристика и актуальность проблемы. Статистика чрезвычайных происшествий, сопровождаемых санитарными потерями, свидетельствует о том, что значительное количе-

ство пострадавших погибает от переохлаждения или перегрева организма, особенно в сочетании с полученными травмами, в период ожидания помощи или при транспортировании в специализи-

рованное медицинское учреждение. В связи с этим крайне важным является сокращение сроков до оказания помощи пострадавшим и оснащение эвакуотранспорта техническими средствами, обеспечивающими возможность проведения эффективных реабилитационных мероприятий выведения из гипотермии как на месте происшествия, так и в процессе транспортирования пострадавшего в лечебное учреждение.

Общее переохлаждение (ОП) представляет серьезную опасность для здоровья и жизни людей и является распространенным патологическим процессом. Об этом свидетельствуют многочисленные случаи ОП, возникающие даже в умеренных условиях среды. Наиболее быстротечное переохлаждение людей, актуальное для всех географических широт и климатических зон, сопряжено с пребыванием в воде. Патогенез общего охлаждения в воздушной среде и в воде до некоторой степени сходен, хотя имеются и существенные различия, обусловленные тем, что теплоемкость воды в 4 раза, а теплопроводность — в 25–26 раз выше, чем воздуха. И поэтому время, за которое наступает тяжелая степень гипотермии в воде, — в 10–20 раз меньше, чем в воздушной среде той же температуры [1, 2].

Актуальность медицинских и физиологических проблем эксидентальной гипотермии обусловлена несокращающимся числом морских катастроф с большим количеством пострадавших от переохлаждения.

На Военно-Морском Флоте существует понятие механо-холодовой травмы, получаемой при авариях кораблей и самолетов над водной поверхностью, а также при проведении десантных операций. Статистические данные свидетельствуют, что при этом частота механо-холодовой травмы в структуре санитарных потерь может достигать 15–45%. Среди личного состава затонувших кораблей санитарные потери от холода стоят на втором, а зачастую и на первом, месте после ранений, а общее переохлаждение встречается значительно чаще, чем местная холодовая травма. Особо отмечается, что при отсутствии своевременной помощи пострадавшим данной категории высока вероятность их гибели от общего охлаждения [3].

Так, при катастрофе подводной лодки К-278 «Комсомолец», затонувшей в водах Норвежского моря 7 апреля 1989 г., фактор переохлаждения был одним из важнейших в комплексе причин, приведших к гибели членов экипажа, сумевших покинуть тонущее судно [4, 5].

Переохлаждение может наблюдаться у личного состава, длительное время находящегося на наружных постах, в море на шлюпках, палубах и других спасательных средствах. В таких случаях переохлаждение вызывается воздействием ветра; низкой температуры, повышенной влажности воздуха, а также промокшей одежды. Практически всегда протекает в экстремальных условиях действия холодового фактора профессиональная деятельность водолазов и акванавтов.

К настоящему времени в мировой практике накоплен значительный опыт выведения человека из субтермальных состояний, однако и сейчас эта проблема остается решенной не в полной мере.

До и во время согревания спасенный человек переносит шок. По мере согревания и включения в кровоток ишемизированных охлажденных тканей развиваются реперфузионный и эндотоксический синдромы, сопровождающиеся полиорганной дисфункцией, сердечно-легочной и церебральной недостаточностью, зачастую приводящие к критическому состоянию и летальному исходу [6, 7].

Известны случаи, когда спасенные из холодной воды умирали как из-за отсутствия либо недостаточности оказываемой помощи, так и из-за неправильного проведения приемов отогревания. Выявлены и популяризированы наиболее опасные приемы отогревания, которые, тем не менее, широко используются не только на бытовом уровне, но и при спонтанном оказании помощи в условиях чрезвычайных ситуаций. Например, известно, что:

— недопустимо человека с тяжелой степенью общего переохлаждения помещать с целью согревания у открытого огня, радиаторов, горячих труб и других источников тепла, так как это приводит к усилению метаболизма в ишемизированных тканях, увеличивает вероятность поступления в системный кровоток измененной и охлажденной крови с периферии (феномен «afterdrop»), вследствие чего вероятность благоприятного исхода снижается;

— исключено растирание, массажирование, прием алкоголя. Это усиливает неблагоприятные реперфузионные эффекты, приводит к феномену «afterdrop» и углубляет деградацию внутренней среды организма, приводящую к летальному исходу. Для обозначения подобного эффекта существует специальный термин — «смерть при спасении»;

— при сильном общем переохлаждении нагрет отдельных участков тела (температурный градиент с ядром тела более двух градусов) опасен развитием некроза.

Патогенетически обоснованной и рациональной первой помощью при гипотермии является постепенная (скорость согревания — 1°C за 40 мин) нормализация температуры подвергшихся воздействию холода тканей и восстановление их кровообращения. При этом согревание должно производиться по направлению от ядра тела к периферии. Учитывая опасности и необходимость сложного медицинского мониторинга при процедуре отогревания тела, разрабатываются фармацевтические препараты для стимуляции парализованных холодом физиологических функций человека при глубокой гипотермии без отогревания тела, которые способны восстановить на определенное время парализованные холодом функции клеток и периферических терморепцепторов [1, 8–11].

Для выявления наиболее эффективных и доступных способов борьбы с эксидентальной гипотермией необходимо учитывать системные взаимосвязи гипотермии с функциональными системами организма пострадавшего, а также сочетанного воздействия различного рода травматических повреждений на тяжесть состояния общего переохлаждения.

В зависимости от температуры тела степени переохлаждения подразделяются на следующие стадии, сопровождающиеся воздействиями на функциональные системы организма [11, 12]:

— легкую степень общего переохлаждения (адинамическую стадию) при снижении температуры до $35,0\text{--}33,0^{\circ}\text{C}$;

— общее переохлаждение средней тяжести (ступорозную стадию) при снижении температуры до $29,0\text{--}27,0^{\circ}\text{C}$;

— тяжелую степень общего переохлаждения (судорожную стадию) при падении температуры ниже 26°C .

Адинамическая стадия характеризуется двумя периодами снижения температуры. В начальном периоде происходит активизация терморегуляторных реакций, сопровождающаяся усиленным теплопроизводством, активизацией обмена веществ и увеличением потребления кислорода, возрастанием легочной вентиляции, повышением артериального давления, увеличением скорости кровотока. Благодаря активизации терморегуляторных реакций, сопровождаю-

щихся усиленным теплопроизводством, некоторое время сохраняется нормальный уровень температуры ядра тела. Дальнейшее понижение температуры тела характеризуется снижением основных показателей жизненных функций организма (уменьшением частоты дыхания, частоты сердечных сокращений, замедлением реакций и расстройством координации движения на фоне сохранения сознания) [11, 13]. Гипотермия играет главную роль в развитии гипоксемии и гипокании, в результате чего происходит смещение кривой диссоциации гемоглобина влево. Осложнение гипотермии — дисфункция легких [14]. Сердечно-сосудистая система, являясь достаточно устойчивой к переохлаждению, при длительном холодом воздействии реагирует замедлением частоты сердечных сокращений и извращенной вазомоторной реакцией, вследствие чего отмечается прогрессирующее нарушение кровообращения. Центральная нервная система, регулирующая ответные реакции организма на переохлаждение, при длительных холодом нагрузках угнетается. Физиология переохлаждения, таким образом, затрагивает все функциональные системы организма человека, а развитие гипотермической патологии приводит к многочисленным, зачастую летальным, осложнениям.

Современные возможности интенсивной терапии гипотермической патологии. Восстановление теплового гомеостаза для сохранения жизни человека, находящегося в состоянии гипотермии, осложненной хирургической травмой, кровопотерей, баротравмой, требует применения методов, обеспечивающих возможность обогрева гомеостатического ядра тела человека. Известны радикальные методы активного согревания при гипотермии, такие как искусственное кровообращение с экстракорпоральным согреванием крови. При глубокой гипотермии отмечена эффективность перитонеального диализа в сочетании с активным или пассивным внешним обогревом. Применяются согревание инфузионных растворов [15], подогревание контура вдоха аппарата ИВЛ и введение специальных подогреваемых зондов в пищевод. Однако общепризнанные требования проведения мероприятий по оказанию помощи пострадавшим в состоянии общего переохлаждения в минимально возможные сроки, в подавляющем большинстве случаев — вне медицинских учреждений, исключают принципиальную возможность использования этих методов.

Наиболее эффективным и доступным для применения в любых условиях, в том числе — чрезвычайных ситуаций, методом обогрева гомеостатического ядра тела человека является применение подогретых кислородно-гелиевых смесей, которые по своим воздействиям на все системы организма в наибольшей мере обеспечивают выполнение всех условий безопасного и эффективного выведения пострадавших из тяжелой гипотермической патологии.

Теоретические предпосылки для использования кислородно-гелиевых смесей в подогреваемом контуре для выведения из гипотермии.

Организм человека с точки зрения системы терморегуляции можно подразделить на два сектора: ядро тела (сердце, легкие, мозг и другие внутренние органы) и оболочка (мышцы, подкожная жировая клетчатка и кожа). Оболочка занимает (в условиях температурного комфорта) около половины массы тела, и ее температура может варьировать в пределах двух градусов (при этом значительно изменяется общее теплосодержание организма). Температура ядра тела — физиологическая константа. В условиях охлаждения или нагревания ядро тела может «сжиматься» и «расширяться». Система регулируется с помощью теплопродукции и теплоотдачи. Важнейшим способом защиты организма от холода является повышение теплопродукции. В условиях охлаждения максимальная теплопродукция может значительно (до трехкратного уровня) превышать показатели основного обмена. Декомпенсация механизмов повышения теплопродукции, в первую очередь истощение фасцикулярного термогенеза и угнетение нервных центров, приводит к развитию гипотермической патологии.

При дыхании подогретой кислородно-гелиевой смесью выделяют тепловые эффекты первого рода (связанные с непосредственной передачей тепла от смеси тканям организма) и тепловые эффекты второго рода (связанные с рефлекторными механизмами согревания и теплоотдачи). Вторые обуславливают изменение динамики концентрации молочной кислоты в крови после физических нагрузок, увеличение частоты сердечных сокращений, снижение общего периферического сопротивления сосудов. Рефлекторными механизмами также объясняется относительно быстрое и наиболее физиологически приемлемое согревание организма при холодовом шоке.

Результат теплорефлекторных влияний продемонстрирован нами измерением температур-

ных полей кожных покровов с использованием компьютерной прецизионной инфракрасной термографии. На рис. 1 и 2 показано изменение температуры кожных покровов спины, лица и ладоней (согревание при дыхании горячей кислородно-гелиевой смесью и охлаждение кислородно-гелиевой смесью комнатной температуры), причем, согласно приведенным расчетам, теплопродукция в несколько раз превосходит объем теплопередачи от горячей смеси тканям, а скорость наступления эффекта измеряется в десятках секунд, что подтверждает рефлекторный механизм выявленных феноменов.

Рецепторное поле и рефлекторная дуга указанных рефлексов пока не описаны, поэтому теплорефлекторная теория действия кислородно-гелиевых смесей в настоящее время является научной гипотезой, объясняющей выявленные феномены.

Важным терапевтическим фактором при интенсивной терапии переохлажденных также являются такие эффекты подогретой кислородно-гелиевой смеси, как снижение сопротивления воздушному потоку в дыхательных путях и увеличение диффузионной способности легких, а также мембраностабилизирующие свойства гелия, вытесняющего растворенный в клеточных мембранах азот.

В целях практической реализации технологии кислородно-гелиевой терапии в конце 1990-х годов специалистами ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН» был создан пилотный образец аппарата, получивший наименование «Геофарм». Аппарат был выполнен в передвижном исполнении с дыхательным контуром замкнутого типа и обеспечивал возможность подачи пострадавшему для дыхания подогретых кислородно-гелиевых смесей определенного состава и температуры.

В период с февраля по апрель 1997 года группой научных сотрудников ГосНИИВМ МО РФ, возглавляемой И. А. Берзиным и В. Н. Прудниковым, под руководством профессора А. Н. Ажаева были проведены экспериментальные исследования аппарата «Геофарм», созданного в ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН», с целью оценки эффективности метода кислородно-гелиевой терапии и пригодности пилотного образца аппарата «Геофарм» для реабилитации человека после интенсивного охлаждения на воздухе в природных условиях, а также после острой гипотермии в воде.

Для ингаляций использовалась кислородно-гелиевая смесь с объемным процентным содер-

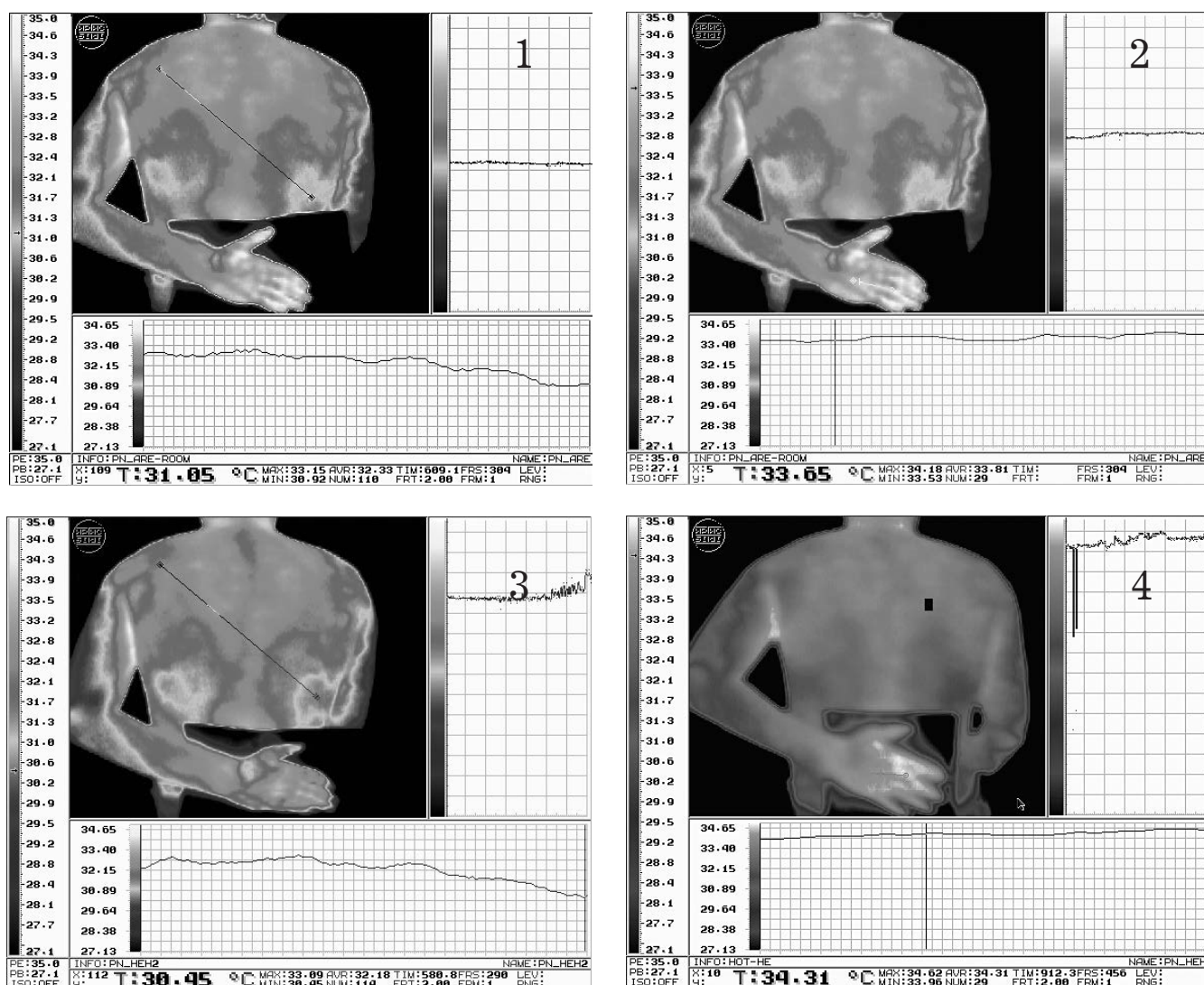


Рис. 1. Поверхностная температура кожных покровов спины и кисти левой руки через минуту после начала дыхания.

Примечание: 1 — воздух комнатной температуры; 2 — подогретый до 56–60° С воздух; 3 — кислородно-гелиевая смесь комнатной температуры; 4 — подогретая до 56–60° С кислородно-гелиевая смесь.

жанием кислорода 30% и гелия 70% в течение 20 минут при нагревании смеси до 90° С.

Измерение физиологических показателей у испытуемых проводилось в исходном состоянии, после холодовой нагрузки, после окончания ингаляций, через 1 и 2 часа после холодовой нагрузки (в ряде случаев — непосредственно во время реабилитации).

У испытуемых определялись: частота сердечных сокращений, максимальное и минимальное артериальное давление, температура кожи в 7 точках и ректальная, показатели функции внешнего дыхания (с применением прибора «Microlab» 3300), определялись параметры ритмограммы сердца в режиме реального мониторинга реабилитации He-O₂ при по-

мощи АПК «Доктор-А» (НИЦ БКБ) и АПК фирмы «ЭКОС» (г. Москва).

Установлено, что холодовые нагрузки заданной при испытаниях интенсивности вызывают выраженное напряжение в деятельности ведущих систем организма: частота сердечных сокращений возрастала до 150 уд/мин, в ряде случаев отмечались экстрасистолы, артериальное давление возрастало до 180/120 мм рт. ст., средневзвешенная температура тела уменьшалась с 32,5° С до 28,1° С, ЖЕЛ снижалась до 30%, форсированная ЖЕЛ — до 12,5%, скорость потока воздуха в крупных и средних бронхах — до 20%, в мелких бронхах — до 18%.

Обследование испытуемых после ингаляций подогретой кислородно-гелиевой смеси пока-

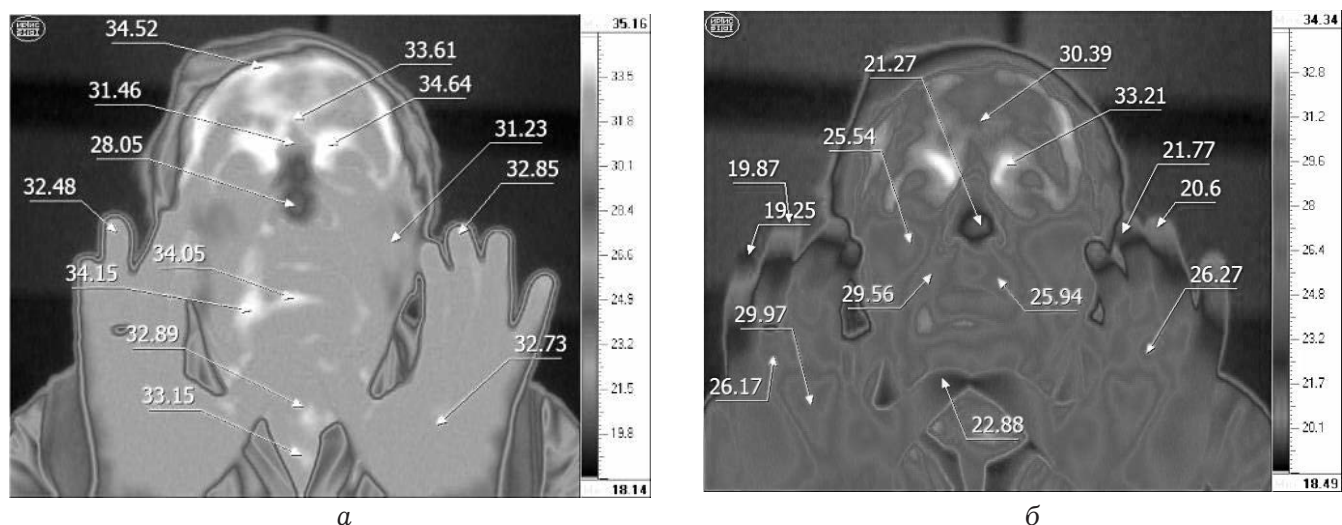


Рис. 2. Изменение температуры кожных покровов при дыхании в течение минуты термонеutralной (а) и подогретой (б) кислородно-гелиевой смесью (на выносках — локальная температура в °С).

зало, что через 20 мин реабилитации все показатели возвращались к исходному уровню.

Все испытуемые спустя 3 минуты после начала реабилитации отмечали улучшение самочувствия. Объективно отмечалось: уменьшение синюшности кожных покровов, снижение интенсивности мышечной дрожи, исчезновение экстрасистол, тенденция к стабилизации АД и ЧСС.

У всех испытуемых после воздействия холодных факторов наблюдалась типичная реакция на стресс, проявляющаяся в достоверном ($p < 0,001$) изменении показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР): уменьшение среднего значения интервала RR, снижение среднеквадратического отклонения интервалов RR на динамической выборке в 120 интервалов RR (δ_{120}) по сравнению с исходными данными, подавление мощности спектра дыхательных волн, что говорит о резком повышении нагрузки на кардиореспираторную систему и смещении вегетативного баланса в сторону выраженной симпатикотонии.

Во время проведения реабилитации через 5 минут во всех случаях появлялась выраженная тенденция к увеличению показателя δ_{120} ($p < 0,01$), спектральной мощности дыхательных волн ($p < 0,01$) и среднего интервала RR ($p < 0,05$).

График изменения показателей ВСР после начала реабилитации имел экстремум, что указывает на качественное изменение показателей ВСР в сторону их нормализации. Субъективно испытуемые ощущали прилив тепла и существенное снижение тонуса двигательной мускулатуры.

После окончания реабилитации показатели ВСР полностью восстанавливались у всех испытуемых.

Сопоставление механизма действия теплой кислородно-гелиевой смеси и других средств обогрева (грелок, душирования потоком теплого воздуха и др.) показывает, что подогретая кислородно-гелиевая смесь имеет более широкий диапазон действия и через дыхательную систему влияет на патогенетический механизм ответа организма на гипотермию, тогда как внешний обогрев путем кондукции и конвекции ограничивается теплопередачей через кожные покровы и нагревом капилляров кожи с постепенным снижением уровня гипотермии организма.

Анализ результатов теоретических исследований и полученного экспериментального материала позволяет сделать вывод, что кислородно-гелиевая смесь с повышенной температурой обеспечивает возможность восстановления функционального состояния человека после гипотермии быстрее и эффективнее, чем другие способы обогрева, а в случаях тяжелой гипотермии, осложненной кровопотерей, слабой сердечной деятельностью и травматическим шоком, является единственно эффективным средством.

Практическая реализация метода кислородно-гелиевой терапии в системе комплексного лечения переохлаждений. Практические результаты испытаний пилотного образца аппарата кислородно-гелиевой терапии подтвердили эффективность метода и перспективность его применения для решения актуальных проблем комплексного лечения переохлаждений, водолазных заболеваний и предупреждения осложнений у личного состава ВМФ при проведении аварийно-спасательных и водолазных работ на море.

В связи с этим был создан опытный образец аппарата «СВМ», предназначенный для использования непосредственно на месте водолазных спусков, в том числе — на борту плавсредств, а также разработан проект методики его применения по функциональному назначению. Аппарат обеспечивает возможность дыхания одного или одновременно двух пациентов по закрытому контуру подогретыми смесями кислорода и гелия. Запас кислорода и гелия находится в газовых баллонах под давлением 15 МПа.

С целью оценки эффективности применения аппарата и отработки методики его использования для выведения пострадавших из субтермальных состояний проведены исследования, приближенные к реальным условиям эксплуатации.

Исследования проводились в октябре — декабре 2000 г. на базе 40 ГосНИИ МО РФ с участием профессиональных испытателей. Оценка эффективности применения аппарата осуществлялась на основе сопоставления клинических, инструментальных, гематологических и биохимических показателей состояния испытуемых до и после проведения кислородно-гелиевой терапии.

Проведенный анализ полученных в ходе испытаний данных показал высокую эффективность применения аппарата при выведении испытуемых из состояния гипотермии. При оценивании теплового состояния с помощью переносного тепловизора по семи представительным точкам (затылок, кисть, грудь, поясница) установлено снижение температуры тела в среднем на 17–26%. После дыхания подогретой КГС из аппарата в течение 20 минут согревание испытуемых I группы происходило на 8–11-й минуте с начала сеанса. Исчезали мышечная дрожь и нарушение речи, субъективно все испытуемые характеризовали свое состояние как «тепло». Температура тела практически возвращалась к исходной.

После проведения государственных испытаний аппарат «СВМ» в 2001 г. принят на снабжение Военно-Морского Флота. Обнадеживающие результаты исследований и испытаний аппаратов кислородно-гелиевой терапии обусловили интерес к нему и специалистов водолазных подразделений Пограничной службы ФСБ Российской Федерации.

В 2003 г. проведены войсковые испытания аналогичного «СВМ» аппарата «Ингалит-А» с целью проверки его эффективности для реабилитации водолазов Пограничной службы ФСБ Российской Федерации при проведении аварийно-спасательных и водолазных работ на море. Оценка эффективности аппарата осуществлялась по методике выведения из гипотермии, утвержденной ФМБА России [15].

В результате испытаний была установлена целесообразность включения аппарата «Ингалит-А» в Нормы снабжения аварийно-спасательным и медицинским имуществом пограничных сторожевых кораблей, катеров, рейдовых судов обеспечения подразделений соединений и частей Пограничной службы ФСБ Российской Федерации и дана рекомендация о принятии аппарата на снабжение.

Заключение. Таким образом, в результате выполнения комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ созданы высокоэффективные и действенные средства комплексного лечения переохлаждений, водолазных заболеваний и предупреждения осложнений у личного состава ВМФ при проведении аварийно-спасательных и водолазных работ на море.

Подогреваемая кислородно-гелиевая дыхательная газовая смесь является высокоэффективным базисным компонентом интенсивной терапии пострадавших, имеющих в синдромо-комплексе гипотермическую патологию.

Установлено, что для эффективного выведения из гипотермии, начиная со 2–3-й степени, требуется применение активных способов обогрева пострадавших, а именно — дыхание подогретой кислородно-гелиевой смесью. Эффективность метода возрастает при использовании его непосредственно в полевых условиях, на борту спасательного судна и во время этапной эвакуации пострадавших.

Исходя из этого, к настоящему времени ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН» разработано и производится семейство аппаратов кислородно-гелиевой терапии, что обеспечивает возможность оптимизации выбора конкретного образца для различных условий его применения по критерию «эффективность — стоимость».

Литература

1. Ажаев А. Н. Физиолого-гигиенические аспекты действия высоких и низких температур.— М.: Наука, 1979.— 264 с.
2. Бартон А., Эдхолм О. Человек в условиях холода.— М., 1957.— 338 с.

3. *Иванов К. П.* О восстановлении жизнедеятельности человека после охлаждения в воде при морских катастрофах // Морской медицинский журнал.— 2001.— № 1.— С. 17–23.
4. *Довгуша В. В., Осокин М. В.* Военно-морские доктора-подводники. Режим доступа http://dov-vit.ucoz.ru/index/voenno_morskiedoktora_podvodniki_sbornik_vospominanij/0-40
5. *Ивашкин В. Т., Тельных Ю. В., Ковалёв В. И., Чудаков А. Ю., Заяц Л. А.* Организация медицинской помощи пострадавшим в результате аварии атомной подводной лодки «Комсомолец» // Военно-медицинский журнал.— 1989.— № 11.
6. *Арьев Т. Я.* Ожоги и отморожения.— М.: Медицина, 1971.— 285 с.
7. *Чудаков А. Ю.* К вопросу о патогенезе психоневрологических расстройств при остром общем переохлаждении // Морской медицинский журнал.— 2000.— Т. 7, № 1.— С. 26–32.
8. *Ермакова И. И.* О регуляции по центральной и периферической температурам при тепловых воздействиях // Физиологический журнал СССР.— 1980.— № 3.— С. 394–399.
9. *Иванов К. П.* Проблема восстановления физиологических функций у человека при глубокой эксидентальной гипотермии (к вопросу о пределах физиологической адаптации) // Физиология человека: журнал РАН.— 2002.— Т. 28, № 3.— С. 123–130.
10. *Иванов К. П., Арокина Н. К.* Холодовой паралич центра терморегуляции и восстановление его функций при температуре паралича // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.— 1998.— Т. 125, № 1.— С. 45–47.
11. *Павлов Б. Н., Ананьев В. Н., Ананьева О. В. и др.* Влияние холодовой адаптации на адренорецепторы // Здоровье. Медицинская экология. Наука.— 2009.— № 4–5.— С. 14–17.
12. *Клинецвич Г. Н.* Поражение холодом.— Л.: Медицина, 1973.— 215 с.
13. Методика выведения из состояния гипотермии пострадавших от переохлаждения дыханием подогреваемыми кислородно-гелиевыми смесями с помощью переносного аппарата «Ингалит».— ФМБА России, 2001.
14. *Иванов К. П., Арокина Н. К., Федоров Г. С.* Холодовая патология и экспериментальная терапия глубокой гипотермии. ДВГМУ // Патологическая физиология и экспериментальная терапия.— 2011.— № 4.— С. 55–59.
15. *Sheaf C. M., Fildes J. J., Keogh P., Smith R. F., Barrett J. A.* Safety of 65° C Intravenous Fluid for the Treatment of Hypothermia // Am. J. Surg.— 1996.— Vol. 172.— P. 52–55.
16. *Новиков В. С., Чудаков А. Ю., Исаков В. Д.* Острая гипотермия.— СПб.: Наука, 1997.— 152 с.
17. *Белова А. Б., Гришин В. И., Павлов Б. Н., Солошенко Н. В.* Методические основы оценивания эффективности технических средств выведения пострадавших из гипотермии при оказании неотложной реаниматологической помощи в чрезвычайных ситуациях // Авиационная и экологическая медицина.— 2002.— № 4.— С. 59.
18. *Гришин В. И., Логунов А. Б., Белова А. Б.* Перспективы развития технических средств выведения пострадавших из субтермальных состояний на передовых этапах медицинской эвакуации на основе новейших технологий // Актуальные проблемы интегральной медицины» ВГМА им. Н. Н. Бурденко: сб. науч. тр.— М.— Воронеж, 2001.
19. *Гришин В. И., Логунов А. Т., Павлов Н. Б., Ильинская Е. А., Берзин И. А., Белова А. Б.* Кислородно-гелиевые дыхательные смеси.— М.: Нептун XXI век, 2013.— 135 с.
20. *Майстрах Е. В.* Патологическая физиология охлаждения человека.— Л.: Медицина, 1975.— 216 с.

Поступила в редакцию: 08.06.2015 г.

Контакт: *Гришин Виктор Иванович, skb-imbp@bk.ru*

Сведения об авторах:

Павлов Николай Борисович — канд. мед. наук, доцент, врач анестезиолог-реаниматолог высшей категории, научный сотрудник ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН», Московская область, г. Химки, Вашутинское шоссе, д. 1, корп. 1; e-mail: skb-imbp@bk.ru;

Гришин Виктор Иванович — доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН», Московская область, г. Химки, Вашутинское шоссе, д. 1, корп. 1; e-mail: skb-imbp@bk.ru;

Логунов Алексей Тимофеевич — генеральный директор — главный конструктор ЗАО «Специальное конструкторское бюро экспериментального оборудования при Институте медико-биологических проблем РАН» (ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН»), Московская область, г. Химки, Вашутинское шоссе, д.1, корп. 1; тел.: +7(498) 764-27-32; e-mail: skb-imbp@bk.ru;

Кузнецова Татьяна Евгеньевна — канд. мед. наук, доцент, профессор кафедры физиологии медико-биологического факультета Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н. И. Пирогова Минздрава России, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: rsmu@rsmu.ru.