

Антонов Е.А., Бурков И.А., Лавров Н.А., Савельева С.К.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

ПОВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕГО ГАЗА В КРИОСАУНАХ

В докладе описаны причины ограниченного применения общей криотерапии в медицине и сфере услуг, а также недостатки существующего криотерапевтического оборудования. Для расширения использования области общей криотерапии предложен путь модернизирования криосауны – повышение температуры охлаждающего газа в кабине.

Криотерапия, криосауна, низкотемпературной оборудование.

Криотерапия – физиотерапевтический метод низкотемпературного лечения и профилактики заболеваний, зародившийся еще во времена Античности. На данный момент криотерапия применяется для лечения ряда дерматологических, ревматологических, неврологических, респираторных, сердечнососудистых заболеваний, профилактики ОРЗ и ОРВИ в США, Индии, России и ряде стран Европы, в том числе в Польше, в которой входит в перечень услуг государственного медицинского страхования.

К сожалению, метод общей криотерапии не приобрел широкой популярности, хотя является перспективным не только для медицинских нужд, но и для сферы услуг, салонов красоты и т.д. С точки зрения медицины криотерапия еще не вошла в число общепринятых клинических методов из-за малой теоретической базы по вопросам воздействия охлаждения на организм и отсутствия контроля проведения процедуры. Только экспериментальных данных, полученных на коммерческом оборудовании, недостаточно для внедрения криотерапии в широкую медицинскую практику. Что касается использования криосаун в сфере услуг, основными причинами отсутствия массового спроса на криотерапию являются высокая стоимость процедур, предубеждение пациентов об опасности криогенных температур, не комфортная реализация процедуры (отсутствие контроля, неравно-

мерное распределение температур по высоте и т.д.).

Существующие криосауны классифицируются по количеству одновременно размещаемых пациентов (индивидуальные и групповые), а также по холодопроизводящему механизму (генерация холода в парокompрессионной холодильной машине или использование запаса хладоносителя – жидкого азота). Групповые установки, такие как ARCTIC (Польша), Crio Space Cabin (Германия), КГТ ООО «Крио Холод» (Украина), показали свою неэффективность в связи с высокой стоимостью оборудования и монтажа, большим расходом охлаждающей среды или потреблением электрической мощности холодильной машиной, существенными теплопритоками. Таким образом, более перспективными для модернизации являются индивидуальные криосауны. Попытка усовершенствования способа азотного охлаждения в криосауне не приведет к существенным результатам, так как азотное охлаждение во многом уже достигло предела модернизации. Подобных установок спроектировано большое количество (КАЭКТ-01 «Крион», Icequeen, Криомед-20/150-01 и др.), но стоимость и удобство их эксплуатации напрямую зависит от поставок азота и других теплофизических и экономических факторов.

В последнее время наблюдается тенденция к повышению температурного уровня криотерапевтической процедуры для отказа от азотного охлаждения. Так в криокамере CRIONOME (Германия) газ в камере находится при температуре около -80 °С, при этом используется парокompрессионная холодильная машина. Несмотря на повышение температуры почти на 50..60 °С по сравнению с имеющимися установками (-130..-140 °С), такая криосауна может успешно использоваться, приме-

ры чего имеются как за рубежом, так и в России. Однако цена криокамеры за счет применения двухкаскадной холодильной машины достаточно высока, что также не позволяет снизить цену единичной процедуры.

Необходимо учитывать, что существует возможность продолжить снижение температуры охлаждающего газа. Все применяемые в настоящее время криосауны формируют условия теплообмена между охлаждающим газом и пациентом, приближенные к естественной конвекции. Существуют различные предложения по усовершенствованию теплообмена в камере, например, организация лучистого теплообмена в криосауне [1,2] или горизонтальное расположение пациента [3], однако данные исследования пока не получили признания. Также существует предложение о создании криотерапевтической установки с существенно более высокой температурой охлаждения за счет интенсификации скорости потока среды [4,5]. Реализация такой криосауны позволила бы существенно уменьшить стоимость процедуры и повысить интерес к криотерапии со стороны пациентов. При соблюдении безопасных режимов, а именно при поддержании температуры на уровне $12\text{ }^{\circ}\text{C} > T_k > -2\text{ }^{\circ}\text{C}$ [6], скорости охлаждения $dT/dt > 0,01\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ [7] и ограничении длительности процедуры, случай максимального риска при опытном исследовании на пациентах приведет лишь к отсутствию положительного эффекта. В то время как в обратной ситуации создание более дешевого криотерапевтического оборудования способно привести к популяризации метода.

Таким образом, существует перспектива отказаться от стереотипов и

попытаться реализовать и исследовать общую криотерапию на уровне температур, получаемом с помощью холодильной, а не криогенной техники. Расчет параметров для реализации криотерапевтической кабины с более высокой температурой охлаждающего газа, создание опытного образца и апробация такого метода лечения в медицинской практике может оказаться актуальным направлением совершенствования современной криотерапевтической техники.

Список литературы

1. Патент на полезную модель RUS № 48473 05.07.2005 Архаров А.М., Дашков С.А., Жердев А.А., Сергеева А.А., Балахнин Д.Г. Устройство для криотерапии
2. Жердев А.А., Сергеева А.А. Взаимосвязь механизмов теплообмена и терморегуляции человека в низкотемпературных камерах // Холодильная техника. – 2007. – № 6. – С. 44-49.
3. Жердев А.А., Сергеева А.А. Обзор становления криотерапевтического оборудования // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. – 2008. – №52. – С. 112.
4. Патент на полезную модель RUS № 131612 15.05.2013 Шакуров А.В., Жердев А.А. Установка для криотерапии
5. Жердев А.А., Шакуров А.В., Щелчков А.А. Способы реализации общей криотерапевтической процедуры // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2012. – № 5 (5). – С.14.
6. Баранов А.Ю., Малышева Т.А., Савельева А.В., Сидорова А.Ю. Перенос теплоты в объекте общего криотерапевтического воздействия // Вестник Международной академии холода. – 2012. – № 2. – С. 35-40.
7. Ткаченко Е.Я., Козарук В.П., Храмова Г.М., Воронова И.П., Мейта Е.С., Козырева Т.В. Зависимость формирования терморегуляторных реакций на охлаждение от типа активности кожных терморцепторов // Сибирский научный медицинский журнал. – 2010. – Т. 30. – № 4. – С. 95-100.