

УДК 612.56:612.014.464:612.592

ОСТРАЯ ГИПОКСИЯ ВЫЗЫВАЕТ СПОНТАННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Уракова Н.А., Касаткин А.А.

*ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия Минздрава России»,
Ижевск, e-mail: ant-kasatkin@yandex.ru*

С помощью инфракрасной термографии поверхности тела здоровых добровольцев показано, что через несколько секунд после прекращения ими своего дыхания температура тела у них начинает снижаться. Причем, в первую очередь начинают охлаждаться подушечки пальцев, температура которых за время добровольного апноэ может снизиться на 0,5–1,5 °С от исходных значений. Восстановление спонтанного дыхания приводит к повышению температуры вплоть до первоначальных показателей. Данный симптом может быть использован в качестве оценки эффективности терапии гипоксических состояний.

Ключевые слова: температура, инфракрасная термография, гипотермия, шок, реанимация

ACUTE HYPOXIA CAUSE SPONTANEOUS COOLING THE HUMAN BODY

Urakova N.A., Kasatkin A.A.

Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, e-mail: ant-kasatkin@yandex.ru

Using held infrared thermography of the body surface in healthy volunteers show that in a few seconds after the cessation of your breathing their body temperature starts to decrease. And, first of all, begin to cool fingertips, where the temperature during voluntary apnea could be reduced by 0,5–1,5 °С from baseline values. Restoring spontaneous breathing causes a temperature increase up to the initial performance. This symptom can be used as an estimate of the effectiveness of therapy of hypoxic conditions.

Keywords: temperature, infrared thermography, hypothermia, shock, resuscitation

Традиционно считается, что организм здорового человека, как и любого теплокровного млекопитающего, находящийся в нормальных условиях внешней среды, строго поддерживает свое температурное постоянство. Именно температурный гомеостаз позволяет обеспечивать нормальную работу всего организма как на системном, органном, тканевом и клеточном уровне, так и на уровне отдельных внутриклеточных структур, в частности таких, как митохондрии [2, 4, 8]. При этом известно, что для поддержания необходимого уровня анаэробного обмена веществ в организме человека необходимо оптимальное количество кислорода, поскольку его отсутствие снижает интенсивность и качество обмена веществ, приводящего в свою очередь к уменьшению функциональных резервов организма, заболеваниям и смерти. В условиях дефицита кислорода, возникающего например, при ишемии конечностей и внутренних органов или при внутриутробной гипоксии плода, именно «высокая» температура, поддерживающая интенсивность обмена веществ, может являться самостоятельным повреждающим фактором, а ее снижение может обладать лечебным действием [3, 5, 7]. Показано, что применяемые в настоящее время в клинической практике различные виды искусственного охлаждения ишемизированных органов или частей тела, позволяют эффективно бороться с гипоксическим повреждением [1]. Однако, существуют ли, предусмотренные природой

механизмы спонтанного охлаждения тела человека в условиях кислородной недостаточности?

Появление тепловизоров у исследователей дало возможность осуществлять визуальное наблюдение за изменением температуры и спектра инфракрасного излучения не только отдельных частей тела, но и всей поверхности тела человека и животных. Были выявлены «температурные» признаки различных заболеваний, сопровождающихся гипоксией, таких как болезнь Рейно, атеросклероз сосудов, геморрагический шок и клиническая смерть [9, 10]. Благодаря инфракрасному мониторингу была выявлена последовательность охлаждения тела, возникающая при шоке и клинической смерти [9]. Оказалось, что в первую очередь охлаждение начинается с дистальных частей тела – пальцев рук и ног, с последовательным распространением в проксимальном направлении, а успешное проведение реанимационных мероприятий вызывало согревание частей тела в обратной последовательности.

Таким образом, безусловный интерес представляет собой изучение динамики температуры поверхности тела человека в условиях гипоксии на наиболее термолабильных частях тела, а именно кистях рук.

Цель исследования – изучение динамики температуры поверхности кистей рук здоровых добровольцев при острой гипоксии, вызванной задержкой дыхания.

Материалы и методы исследования

Исследование динамики температуры и инфракрасного излучения 34 здоровых добровольцев было выполнено с помощью тепловизора марки ThermoTracer TN9100XX (NEC, USA) в диапазоне температур +25 – +36 °С в помещении с температурой окружающего воздуха +24 – +25 °С. После рандомизации добровольцы были разделены на две группы: контрольную (n = 17, мужчины 10), средний возраст 25 ± 6 лет, и группу наблюдения (n = 17, мужчины 11), средний возраст 27 ± 5 лет. Критериями исключения здоровых добровольцев из исследования были курение, прекращение приема лекарственных и средств и алкоголя менее чем за 10 дней до исследования. Кроме того, из исследования были исключены добровольцы, которые испытывали чувство температурного дискомфорта, при этом, температура подушечек их пальцев соответствовала температуре помещения.

В качестве объекта исследования динамики температуры и спектра инфракрасного излучения были выбраны пальцы рабочей руки обследуемых, а именно подушечка пальца, имеющая наивысший температурное значение на момент исследования.

Предварительно все обследуемые укладывались в горизонтальное положение – лежа на спине, для исследования выбирали руку пациента с наибольшей пульсацией в ее дистальном отделе, и после 3-х минутного отдыха просили исследуемого из группы наблюдения сделать спокойный выдох и задержать дыхание на максимально возможный период времени. Инфракрасную термоскопию и термометрию ладонной поверхности кистей начинали осуществлять до момента задержки пациентом дыхания и продолжали в течении 5 минут

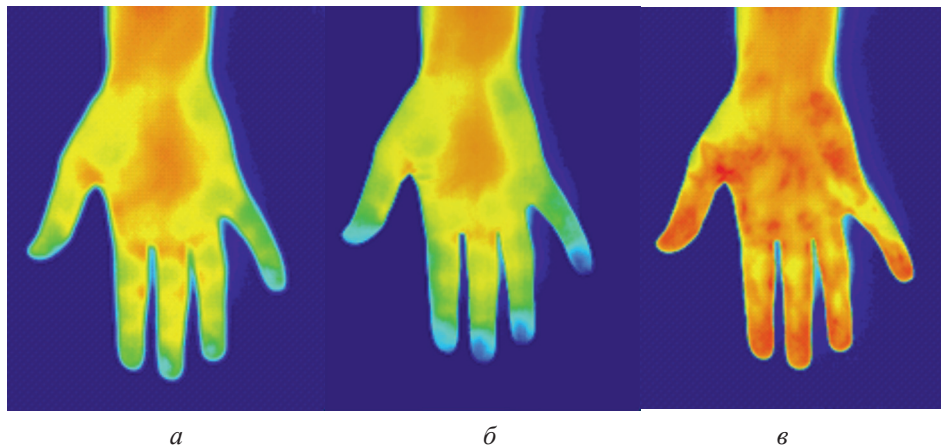
после прекращения апноэ. В контрольной группе задержка дыхания не проводилась, инфракрасный мониторинг осуществляли непрерывно в течении 6 минут.

Статистическая обработка результатов проведена с помощью программы BIOSTAT. Вычисляли среднюю арифметическую (M), ошибку средней арифметической (m), коэффициент достоверности. Степень различий показателей определяли по отношению к исходным показателям, разницу значений считали достоверной при P ≤ 0,05.

План исследований был ранее одобрен этическим Комитетом Ижевской государственной медицинской академии на основании принципов, которые изложены во Всемирной Медицинской Декларации в Хельсинках.

Результаты исследования и их обсуждение

Предварительное проведение инфракрасной термографии показало, что исходные значения температур подушечек пальцев существенно не отличались в обеих группах добровольцев. Так, в контрольной группе значения температур подушечек пальцев находились в диапазоне от +27,1 до +35,4 °С, при этом средний показатель температуры в группе составил +33,0 ± 2,2 °С (n = 17), а в группе наблюдения средний показатель температуры составил +32,4 ± 3,0 °С (n = 17, P ≤ 0,05), при этом значения температур в этой группе находились в диапазоне +26,8 до +35,1 °С.



Инфракрасное изображение ладонной поверхности правой кисти здорового добровольца (мужчины) в возрасте 27 лет в диапазоне температур +26–36 °С: а – исходное, б – через 60 секунд после добровольного апноэ, в – через 3 минуты после восстановления дыхания

Результаты инфракрасного мониторинга, полученные в ходе исследования показали, что уже через 15 секунд гипоксии, вызванной добровольным апноэ, происходит остывание подушечек пальцев кистей, а разноцветное изображение подушечек пальцев рук на экране тепловизора в этот момент меняется с многоцветного красно-оранжево-желтл-зеленого на одноцветное синее, в то время как остальные части паль-

цев и ладони остаются разноцветными. Так средний показатель температуры подушечек пальцев в группе наблюдения перед прекращением добровольного апноэ длительно-стью 68 ± 15 секунд, составил +30,5 ± 2,4 °С (n = 17, P ≤ 0,05). В то же время средний показатель температуры подушечек пальцев добровольцев в контрольной группе составил +32,8 ± 2,5 °С (n = 17). При последующем восстановлении спонтанного дыхания

у добровольцев в группе наблюдения подушечки их пальцев согревались, достигая через 20–30 секунд исходных значений, после чего поднималась дополнительно еще на 0,5–1,0 °С до среднего показателя температуры в группе $33,2 \pm 2,0$ °С ($n = 17$, $P \leq 0,05$). Повышение температуры возвращало многоцветность изображения на экране тепловизора, которое на протяжении 5 минут выглядит преимущественно красным, после чего приобретало исходную окраску (рис. 1). Измерения температур подушечек пальцев в контрольной группе не выявило существенных изменений, их средний показатель составил $32,7 \pm 2,3$ °С ($n = 17$).

Следовательно, понижение температуры пальцев рук и периферической части ладоней на 0,5–1 °С и изображение их на экране тепловизора в синем цвете свидетельствует о начальной стадии гипоксии и ишемии конечности. Замена синего изображения кистей рук на красно-оранжево-желтое свидетельствует об успешном устранении ишемии и гипоксии. При этом изображение подушечек пальцев становится разноцветным в последнюю очередь.

Выводы

Таким образом, инфракрасная термография поверхности тела человека позволяет бесконтактно и неинвазивно получать информацию об изменениях температуры тела человека. Установлено, что острая гипоксия, возникающая в результате добровольной задержкой дыхания, уже через несколько секунд вызывает снижение температура тела человека, причем, в первую очередь начинают охлаждаться подушечки пальцев, температура которых за время апноэ может снизиться на 0,5–1,5 °С от исходных значений. Восстановление спонтанного дыхания при-

водит к повышению температуры вплоть до первоначальных показателей. Данная закономерность может быть использована в разработке технологии оценки эффективности терапии гипоксических состояний.

Список литературы

1. Ураков А.Л. Минус градус – это плюс // Доктор. – 1995. – № 1. – С. 8–9.
2. Ураков А.Л., Баранов А.Г. Влияние ранних сроков ишемии на процессы дыхания и окислительного фосфорилирования в митохондриях миокарда собак // Кровообращение. – 1978. – № 6. – С. 14–16.
3. Ураков А.Л., Кравчук А.П. Локальное изменение температуры кишечника и его кровоснабжение // Кровообращение. – 1984. – № 1. – С. 58–60.
4. Ураков А.Л., Пугач В.Н., Кравчук А.П., Сабсай М.И., Баранов А.Г. Использование тепла и холода для регуляции кровотока и поддержания гемостаза внутренних органов // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1984. – № 5. – С. 43.
5. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Касаткин А.А., Гаускнехт М.Ю., Гаускнехт А.Ю., Соколова Н.В., Соколов Н.В., Решетников А.П., Решетникова А.А. Внутриматочный акваланг Н.А.Ураковой и способ вентилирования легких плода дыхательными газами. Заявка на изобретение России №2010134466 // Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 2012. – № 6. – С. 38.
6. Kasatkin A., Urakov A., Lukoyanov I. Effects of non-invasive femoral arteries occlusion on restoration of spontaneous circulation of trauma patients with acute blood loss // Resuscitation – 2014. – 85S. – S117–S118. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.03.290>.
7. Kasatkin A.A., Urakov A.L., Urakova N.A. How to improve the indicators of the health of the newborns in pregnant woman in labour having epidural analgesia? // Acta Anaesthesiologica Scandinavica. – 2013. – 57(Suppl. 120). – P. 16.
8. Urakov A.L., Urakova N.A., Kasatkin A.A. Local body temperature as a factor of thrombosis // Thrombosis Research. – 2013. – 131(Suppl. 1). – P. 79.
9. Urakov A.L., Kasatkin A.A., Urakova N.A., Ammer K. Infrared thermographic investigation of fingers and palms during and after application of cuff occlusion test in patients with hemorrhagic shock // Thermology International. – 2014. – 24/1. – P. 5–10.
10. Urakov A., Urakova N., Kasatkin A. Temperature of newborns as a sign of life in Russia – time to change in World? // J. Perinat. Med. – 2013. – 41. – P. 473.