

УДК 617.576:612.563:612.014.464

**ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ГИПОКСИИ И ИШЕМИИ
НА ТЕМПЕРАТУРУ КИСТЕЙ РУК И ЦВЕТОВУЮ ГАММУ
ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЭКРАНЕ ТЕПЛОВИЗОРА****А.А. Ураков, Н.А. Уракова, Т.В. Уракова, А.А. Касаткин, Т.С. Козлова,**

ГОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия»

Ураков Александр Ливиевич – e-mail: urakov@udman.ru

Показано, что через одну минуту после остановки дыхания или пережатия плечевой артерии при температуре окружающего воздуха +24–26°C температура оголенных подушечек пальцев рук снижается на 1–3°C, а кисть изображается на экране тепловизора разноцветной за исключением подушечек пальцев, которые изображаются в синем цвете. Продление периода гипоксии до 1,5 минут и ишемии до 5 минут приводит к расширению зоны охлаждения и моноцветности изображения с дистальных фаланг на средние, проксимальные фаланги тонких пальцев, затем на большой палец руки и на ладони. Успешное устранение гипоксии и ишемии в указанные сроки способствует гипертермии кисти и замене одноцветности ее изображения на экране тепловизора на разноцветность в обратной последовательности.

Ключевые слова: гипоксия, ишемия, инфракрасная термометрия.

It is shown that one minute after the cessation of breathing, or compression of the brachial artery at ambient temperature +24 – +26°C temperature of the bare pads of the fingers is reduced by 1–3°C, and the brush is portrayed on the screen except for a thermal imager with multicolored cushions fingers that depicted in blue. Extension of period of hypoxia to 1,5 minutes of ischemia and 5 minutes leads to increased cooling zone and monochromatic images of the distal phalanx on the middle, proximal phalanx of her thin fingers, then thumb and palm. Successful elimination of hypoxia and ischemia in the specified time distorts the process of cooling of the brush on its heating and the expansion of the zone are the same color of the image on a thermal imager to reduce the reverse sequence with the restoration of variegation images throughout the brush.

Key words: renewal and biological death.

Внорме конечности пациентов изображаются на экране тепловизора многоцветными, а именно – окрашенными в красно-оранжево-желто-зелено-голубые цвета [1, 2, 3], причем воспаленный и теплый участок изображается красным, а холодный и ишемизированный – синим цветом [2, 4, 5, 6, 7]. Легко доступными для исследования, оголенными и охлаждаемыми частями тела пациента являются кисти рук, однако динамика цветовой гаммы их изображения на экране тепловизора при наложении кровоостанавливающего жгута, манжеты от аппарата для измерения величины артериального давления, а также при внезапной остановке дыхания и сердечной деятельности остается не достаточно изученной.

В то же время, ишемия и гипоксия снижают интенсивность аэробного метаболизма, что может уменьшить образование тепла, интенсивность инфракрасного излучения и наличие красного цвета в изображении пораженного участка на экране тепловизора.

В связи с этим целью нашего исследования явилось изучение динамики температуры оголенных кистей рук и их изображения на экране тепловизора при добровольной кратковременной остановке дыхания либо при пережатии плечевой артерии у взрослых добровольцев, а также при остановке дыхания и сердечной деятельности на фоне реанимационных мероприятий в условиях отделения анестезиологии-реанимации. Термометрия кистей и предплечий с одновременной регистрацией цветовой гаммы их изображения на

экране монитора в инфракрасном спектре излучения проведены с помощью тепловизора марки NEC TN91XX (Япония) в диапазоне измерения температуры +26–36°C.

Проведенные нами клинические наблюдения за инфракрасным излучением в области разогнутых и оголенных пальцев ладоней показали высокую информативность метода. В частности, нам удалось установить, что остановка дыхания, остановка сердечной деятельности и пережатие плечевой артерии приводят к прогрессирующему последовательному охлаждению и посинению изображения дистальных частей рук на экране тепловизора. Указанные изменения возникают в первые десятки секунд ишемии и гипоксии в подушечках самых тонких пальцев. При увеличении продолжительности гипоксии и ишемии охлаждение и посинение изображения на экране тепловизора распространяется последовательно на средние, проксимальные, дистальные фаланги тонких пальцев, затем на большие пальцы руки, на ладони, после чего переходят на предплечья и плечи.

Проведенная в группе здоровых добровольцев инфракрасная термометрия поверхностей открытых и разжатых кистей рук позволила установить, что при наложении жгута на плечо на срок до 5 минут происходит последовательное охлаждение на 0,5–3,0°C сначала дистальных фаланг (через 10–20 секунд), затем средних, проксимальных фаланг (через 2–3 минуты) и ладоней (в конце 5-й минуты), а после снятия жгута холодные части руки начинают согреваться в обратной

последовательности. Ощутимый подъем температуры в охлажденных участках кисти и их многоцветное изображение на экране тепловизора выявляется через 10–20 секунд после удаления жгута, а через 60–90 секунд температура кисти поднимается выше исходных значений на 0,5–1,0°C, сохраняется на этом уровне около 5 минут, после чего снижается до исходных значений.

При этом показано, что в норме и на протяжении 10 секунд после наложения жгута на плечо пальцы и ладонь изображаются на экране тепловизора разноцветными, а именно – окрашенными в красно-оранжево-желто-зеленые цвета. Через 10–20 секунд после наложения жгута разноцветное изображение подушечек пальцев на экране тепловизора исчезает и они изображаются моноцветными в синем цвете.

В последующие 3 минуты ишемии изображение пальцев становится синим по всей их длине, а в конце 5-й минуты ишемии синий цвет появляется в изображении ладони. Причем, одноцветность изображения возникает в ней в виде полосы шириной 2–3 см, расположенной по периферии ладони в форме подковы. Проксимальная и центральная части ладоней изображаются на экране тепловизора в красно-оранжево-желто-зеленых цветах.

Выяснено, что при снятии жгута через 5 минут после его наложения на плечо процесс охлаждения кисти тут же останавливается и через 30–60 секунд на экране тепловизора синий цвет пальцев изменяется на красно-оранжево-желтый, а в следующие 5–10 минут изображение пальцев на экране становится преимущественно красным, затем сохраняется таковым еще 5 минут и только потом приобретает многоцветность с первоначальной гаммой цветов.

В исследованиях на добровольцах с задержкой дыхания выяснено, что гипоксия вызывает те же изменения в кисти руки, что и пережатие лучевой артерии. В частности через 15 секунд гипоксии происходит остывание подушечек пальцев кистей на 0,5–1,5°C, а при последующем восстановлении дыхания подушечки пальцев начинают согреваться и через 20–30 секунд температура в них восстанавливается, достигая исходных значений, после чего поднимается дополнительно еще на 0,5–1,0°C и сохраняется до 5 минут, и лишь затем температура в них окончательно нормализуется. При инфракрасной термометрии кисти показано, что через 15 секунд после остановки дыхания разноцветное изображение подушечек пальцев рук на экране тепловизора меняется на одноцветное, и подушечки изображаются синими, в то время как остальные части пальцев и ладони остаются разноцветными. Через 20–30 секунд после восстановления дыхания изображение подушечек пальцев становится сначала окрашенным в красно-оранжево-желто-зеленую гамму цветов, после чего тут же становится преимущественно красным, сохраняется в этом цвете около 5 минут и лишь после этого приобретает первоначальную многоцветную гамму окраски.

Показано, что продление задержки дыхания на срок до 30, 60 и 90 секунд ведет к расширению зоны синего изображе-

ния последовательно с дистальных фаланг на средние (через 30 секунд гипоксии), затем на проксимальные фаланги и ладонь (через 60–90 секунд гипоксии). Выяснено, что последующее восстановление дыхания возвращает разноцветность изображения на экране тепловизора, которое на протяжении 5 минут выглядит преимущественно красным, после чего приобретает исходную окраску. При этом зона одноцветности в подушечках пальцев исчезает в последнюю очередь (рис.).

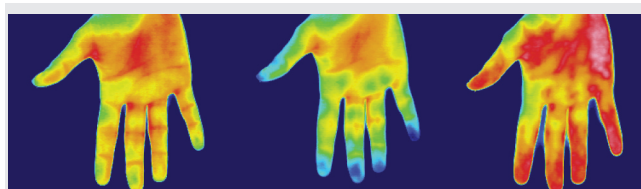


РИС.
Изображение ладонной поверхности правой кисти здоровой женщины в возрасте 22 лет на экране тепловизора в инфракрасном диапазоне спектра излучения в диапазоне температур +26–36°C: А – в норме, Б – через 60 секунд после добровольной задержки дыхания, В – через 3 минуты после восстановления дыхания.

Следовательно, понижение температуры пальцев рук и периферической части ладоней на 0,5–1°C 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.

Проведенная нами инфракрасная термометрия тел оголенных трупов людей при судебно-медицинском вскрытии и тел пациентов при биологической смерти после безуспешной реанимации показала, что температура тел мертвых людей выравнивается с комнатной температурой, поэтому на экране тепловизора они изображаются в синем цвете.

Выяснено, что при внезапной остановке сердечной деятельности при комнатной температуре охлаждение тела пациентов начинается с подушечек пальцев рук и они на экране тепловизора изображаются синим цветом. Причем, первыми изображаются полностью синими более тонкие пальцы, а большой палец изображается полностью синим в последнюю очередь.

Установлено, что в интервале времени от 2 до 5 минут после остановки сердечной деятельности процесс охлаждения переходит на ладони, в которых остывание начинается с дистальной и боковых частей, поэтому зона охлаждения выглядит на экране тепловизора в форме подковообразной каймы синего цвета. В следующие 5 минут клинической смерти кисти выглядят на экране тепловизора полностью синими, при этом начинает синеть дистальная, а затем средняя часть предплечья. В последующий период гипоксии охлаждаются предплечья целиком, а затем и плечи.

После смерти пациента и нахождении его в положении лежа на спине температура его тела приобретает комнатную температуру через 12–16 часов и на экране тепловизора оно изображается полностью в синем цвете. Показано, что в процессе охлаждения после наступления смерти человека больше всех остается теплой область промежности, а также межлопаточная область на спине.

Следовательно, чрезмерно длительная гипоксия ведет к охлаждению и к моноцветности изображения на экране тепловизора в синем цвете не только кистей, но и предплечий, а затем и плечевой части рук пациентов, а также всех остальных частей их тела. Поэтому изображение в синем цвете дистальных частей рук на экране тепловизора свидетельствует, скорее о наступлении биологической смерти пациента, чем об успешном его оживлении.

Полученные данные позволили нам разработать способ определения эффективности реанимационных мероприятий при клинической смерти, основанный на том, что при своевременном и успешном устранении гипоксии и ишемии изображение пальцев и ладоней на экране тепловизора из моноцветного в синем цвете становится многоцветным в красно-оранжево-желто-зеленом цвете.

Приводим пример применения указанного способа. У пациента В. в возрасте 60 лет, находившегося в отделении реанимации при температуре воздуха +24°C в горизонтальном положении лежа на спине с сочетанной травмой и с внутренними кровотечениями, произошла потеря сознания и внезапная остановка сердечной деятельности. Для исключения биологической смерти были начаты реанимационные мероприятия по общим правилам. При этом для определения вероятности оживления и эффективности проводимых реанимационных мероприятий оголили обе руки пациента и начали инфракрасную термометрию ладонных поверхностей кистей в диапазоне от +26 до +36°C с помощью тепловизора марки NEC TN91XX (Япония).

Оказалось, что в начале реанимационных мероприятий дистальные фаланги всех пальцев пациента изображались на экране тепловизора в синем цвете, а остальная часть кисти изображалась в красно-желто-оранжевом цвете. Через 3 минуты оживления на экране тепловизора красно-оранжево-желтое изображение пальцев обеих кистей сменилось на синее по всей длине пальцев. К концу 5-й минуты реанимации по бокам и в дистальной части каждой ладони появилась кайма синего цвета шириной 2–3 см в форме

подковы. При этом температура пальцев и периферической части ладоней находилась в диапазоне +27,5–28,5°C.

На этом этапе реанимации стандартный перечень реанимационных мероприятий был дополнен циркулярной абдоминальной компрессией, обеспечившей создание в брюшной полости пациента постоянного положительного давления величиной 100 мм рт. ст. Через 1 минуту при мониторинге цветного изображения кистей на экране тепловизора было выявлено прекращение роста зоны посинения на ладонях и восстановление в них многоцветности. Через 3 минуты многоцветным стало изображение всех пальцев.

В связи с уменьшением зоны одноцветности изображения на экране тепловизора с одновременным восстановлением ее многоцветности было сделано заключение о высокой эффективности проводимых реанимационных мероприятий и о возможности реального оживления пациента. В связи с этим применение реанимационных мероприятий по общим правилам продолжили и прекратили внешнюю абдоминальную компрессию. Через 6 часов была констатирована стабилизация функциональной активности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а через 12 часов пациент пришел в сознание.

МА

ЛИТЕРАТУРА

1. Кашковский М.Л., Ураков А.Л., Уракова Н.А. Регистрация потинстилляционной гипертермии в органе зрения с помощью тепловизора как способ выявления ятрогенного конъюнктивита. Вестник РУДН. Серия Медицина 2009. № 4. С. 482 – 485.
2. Княжев В., Ицкова М. Новый подход к оценке термографической картины артериальной перфузии при хронической артериальной непроходимости нижних конечностей. Новости лучевой диагностики 2002. № 1-2. С. 4 – 7.
3. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В., Касаткин А.А., Кашковский М.Л., Дементьев В.Б., Соколова Н.В., Шахов В.И., Решетников А.П., Сюткина Ю.С. Использование тепловизора для оценки постинъекционной и постинфузионной локальной токсичности растворов лекарственных средств. Проблемы экспертизы в медицине 2009. № 1. С. 27- 29.
4. Кононова С.А., Маркелова Н.Г., Ураков А.Л., Шкляева С.Е. О возможности применения инфракрасной термометрии в судебно-медицинских исследованиях кровоподтеков кожи (Предварительное сообщение). Проблемы экспертизы в медицине 2009. № 2-3. С. 14-17.
5. Мальчиков А.Я., Ураков А.Л., Касаткин А.А., Михайлова Н.А., Уракова Н.А. Тепловизорная визуализация лекарственных препаратов и инфильтрированных ими тканей при инъекциях. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Медицина 2009. № 4. С. 138-141.
6. Ураков А.Л., Уракова Т.В., Уракова Т.В., Касаткин А.А. Мониторинг инфракрасного излучения в области инъекции как способ оценки степени локальной агрессивности лекарств и инъекторов. Медицинский альманах. 2009. № 3. С. 133-136.
7. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Касаткин А.А., Дементьев В.Б., Волков А.А. Повреждение периферических вен верхних конечностей пациентов с сочетанной травмой при катетеризации разными типами катетеров. Уральский медицинский журнал. 2009. № 9. С. 113-115.