

УДК 615.831.7; 615.832.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕРАПИИ В ИНФРАКРАСНОЙ КАБИНЕ

В.Ю. ДРАПЕЗА, А.В. ВОРОБЕЙ, А.М. СТАСИШИНА, Г.А. РОЗУМ, М.В. ДАВЫДОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 15 ноября 2018

Аннотация. В статье описывается конструкция разработанной авторами инфракрасной кабины для активации функциональных резервов человеческого организма. Устройство снабжено системой мониторинга физиологических параметров пользователя. Приводятся результаты исследований уровня тепловой нагрузки, создаваемой посредством разработанной инфракрасной кабины, на сердечно-сосудистую систему человека.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, инфракрасная кабина, мониторинг физиологических показателей человека.

Abstract. The construction of infrared cabin developed by the authors for activation of human body functional reserves has been described in the article. The device is supplied with the system of human physiological parameter monitoring. The results of thermal load level produced by infrared cabin on the human cardiovascular system has been presented.

Keywords: infrared radiation, infrared cabin, monitoring of human parameters.

Doklady BGUIR. 2018, Vol. 117, No. 7, pp. 123-127

**Research of human physiological parameter dynamics
registered in therapy by means of infrared cabin**

V.Y. Drapeza, A.V. Vorobei, A.M. Stasishina, G.A. Rozum, M.V. Davydov

Введение

Инфракрасная (ИК) терапия может осуществляться посредством прогревания человека в инфракрасной кабине (сауне) или путем локального облучения участков тела человека инфракрасными излучателями. Первое направление особенно актуально в лечении и реабилитации: посредством воздействия на весь организм человека достигается активация обменных процессов, ускорение метаболизма в тканях, выведение токсинов за счет усиленного потоотделения.

Площадь и зона облучения, а также интенсивность и спектральный состав ИК излучения определяют результирующий терапевтический эффект. Большинство современных ИК кабин реализуют длинноволновое воздействие на тело человека [1, 2], вызывая повышение температуры верхних слоев кожи, в то время как для глубинного прогрева тканей рекомендуется использовать коротковолновые источники ИК излучения [3, 4]. Следует также отметить, что существующие ИК кабины не имеют системы контроля физиологических параметров человека, что не позволяет согласовывать тепловую нагрузку с индивидуальным функциональным состоянием пользователя [1–3, 4]. Перегрев организма может вызывать резкое увеличение показателей температуры, давления, пульса, что накладывает ограничения на использование инфракрасных саун при сердечной недостаточности, стенокардии, повышенном артериальном давлении.

С целью устранения вышеописанных недостатков авторами разработана инфракрасная кабина для прогревания тела человека коротковолновым ИК излучением. Устройство снабжено системой мониторинга физиологических параметров пользователя. Для оценки уровня тепловой нагрузки, создаваемой посредством разработанной ИК кабины, на организм человека авторами проведены исследования динамики физиологических показателей пользователя во время сеанса ИК-терапии.

Конструктивное исполнение инфракрасной кабины

Конструктивное исполнение инфракрасной кабины представлено на рис. 1. Прямоугольная камера с входной дверью может располагаться как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях. Наиболее удобным вариантом является горизонтальное размещение. Для входа в горизонтально расположенную кабину предусмотрена откидная крышка. Дополнительный приток воздуха обеспечивают вентиляционные окошки. Защита от нежелательного перегрева головы пользователя реализуется посредством защитных рефлекторов, отражающих ИК излучение.

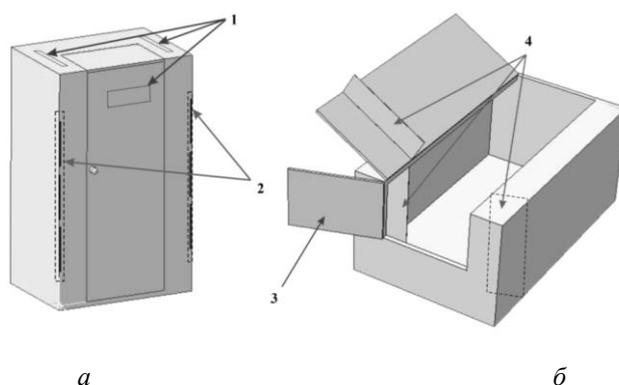


Рис. 1. Конструктивное исполнение ИК кабины (*а* – вертикальное размещение, *б* – горизонтальное размещение): 1 – вентиляционные окошки, 2 – ИК излучатели, 3 – откидная крышка, 4 – защитные рефлекторы, отражающие ИК излучение

ИК кабина снабжена датчиками для регистрации физиологических показателей пользователя, а также датчиками теплового режима. Датчики для регистрации физиологических показателей пользователя представлены цифровыми датчиками температуры DS18B20, запястным тонометром OMRON с функциями регистрации давления и пульса. Датчики теплового режима реализованы на основе цифровых датчиков температуры DS18B20. Блок управления ИК кабиной реализован на базе микроконтроллера STM32 VL DISCOVERY.

В качестве ИК излучателей применяются галогенные кварцевые лампы КГМ24-250 с максимумом спектра излучения на 1,3 мкм. Это способствует достижению максимального эффекта ИК терапии путем прогревания глуболежащих тканей организма человека [4].

Для минимизации энергетических потерь при ИК терапии внутренние стенки камеры обшиты теплоизоляцией с зеркальным в ИК диапазоне покрытием из алюминиевой фольги.

Исследование динамики физиологических параметров пользователя при проведении терапии в разработанной инфракрасной кабине

Для оценки уровня тепловой нагрузки, создаваемой посредством вышеописанной ИК кабины, на сердечно-сосудистую систему человека авторами проведены исследования динамики физиологических показателей пользователя во время сеанса ИК-терапии. В исследованиях приняли участие 8 испытуемых (7 мужчин, 1 женщина, возраст от 19 до 24 лет).

Методика проведения исследований предусматривала размещение испытуемого в горизонтально расположенной ИК кабине. Время сеанса ИК процедуры составляло 20 мин. Непосредственно в ИК кабине выполнялась регистрация температуры тела в трех точках (на лбу, в подмышечной впадине, в области живота), пульса, верхнего и нижнего артериального давления испытуемого. После окончания ИК терапии испытуемый оставался

в ИК кабине, и выполнялась регистрация температуры тела, пульса, верхнего и нижнего артериального давления в течение еще 20 мин (для оценки характера восстановления физиологических показателей после завершения терапевтического сеанса). Вес испытуемого регистрировали до и после процедуры. Также выполнялась регистрация температуры воздуха внутри ИК-кабины в двух точках (в области головы и в области живота испытуемого) в зависимости от времени.

На рис. 2 приведен график зависимости температуры тела испытуемого № 7, а также температуры воздуха в ИК кабине в зависимости от времени.

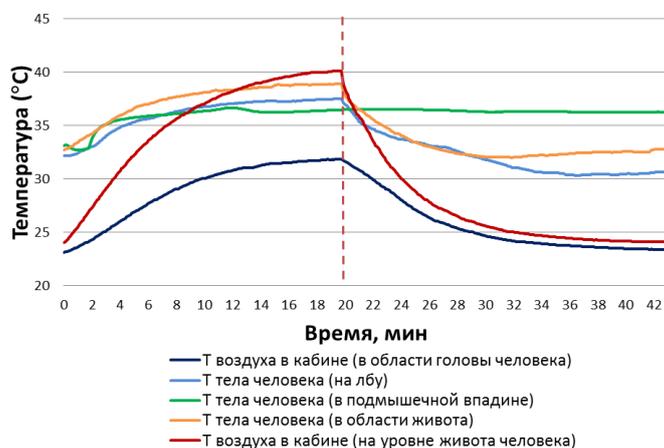


Рис. 2. Зависимость температуры тела испытуемого № 7, а также температуры воздуха в ИК кабине от времени

Температурные показатели в трех точках тела человека графически расположены между кривыми температуры воздуха в области головы и живота, увеличиваются в процессе проведения 20-минутной ИК терапии и возвращаются к начальным показателям после выключения ИК излучателей.

В среднем по прошествии 10 мин с момента включения ИК кабины температура воздуха внутри кабины (в области туловища человека) достигает 37–38 °С. Происходит разогрев кабины, с данного момента начинается интенсивный прогрев тела человека.

По прошествии 20 минут с момента включения ИК кабины температура воздуха внутри кабины в области туловища человека достигает 40–42 °С. При этом температура тела человека в области живота составляет 38,0–38,8 °С, в области подмышечной впадины 36,4–37,3 °С. Повышение температуры тела до 38,5 °С имитирует естественную реакцию организма на инфекционные процессы, при этом активизируются защитные механизмы, подавляется деятельность болезнетворных бактерий и вирусов.

По прошествии 20 мин с момента включения ИК кабины температура воздуха внутри кабины в области головы человека достигает 31–32 °С (из-за наличия защитных рефлекторов на уровне головы), тем самым обеспечивая защиту головы от нежелательного перегрева. При этом температура тела человека в области лба составляет 36,0–37,5 °С.

Для оценки динамики физиологических показателей для каждого испытуемого рассчитаны относительные изменения верхнего и нижнего давления, пульса во времени (рис. 3,4). За исходный уровень принят показатель, зарегистрированный до начала терапии.

Анализ полученных данных выявил следующие закономерности:

1. Верхнее артериальное давление в среднем уменьшается на $4,13 \div 6,15$ мм.рт.ст. за 20-минутный временной интервал ИК процедуры. Причем можно выделить группу испытуемых с тенденцией к понижению верхнего артериального давления и группу испытуемых с тенденцией к повышению верхнего артериального давления, что в целом согласуется с выделением среди населения гипертоников и гипотоников.

2. Нижнее артериальное давление в среднем уменьшается на $13,25 \div 13,75$ мм.рт.ст. за 20-минутный временной интервал ИК процедуры. Причем, в выделенных по верхнему давлению (см. выше) группах испытуемых наблюдаются аналогичные тенденции к понижению давления и к повышению.

3. Пульс в среднем увеличивается на $12,63 \pm 9,16$ ударов в минуту за 20-минутный временной интервал ИК процедуры.

4. Вес уменьшается на 368 ± 342 г за 20-минутный временной интервал ИК процедуры.

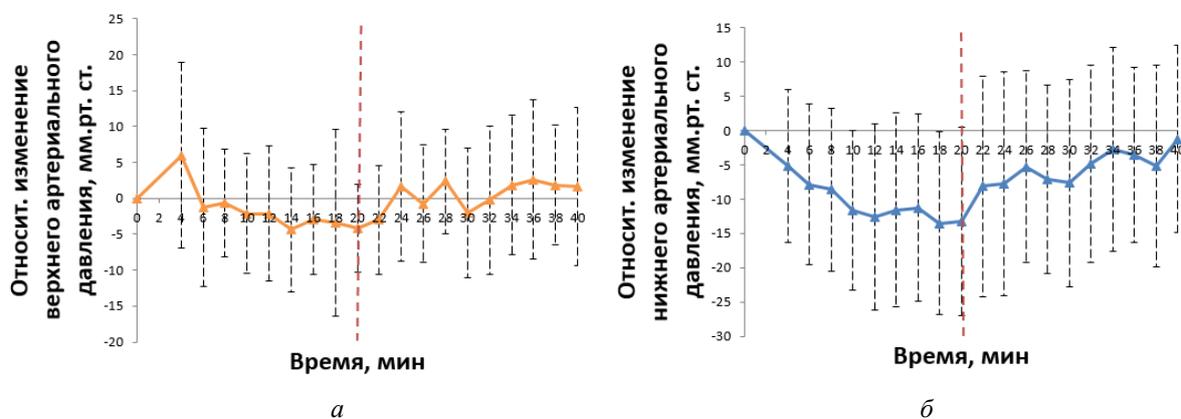


Рис. 3. Зависимость относительного изменения верхнего (а) и нижнего (б) артериального давления испытуемых от времени

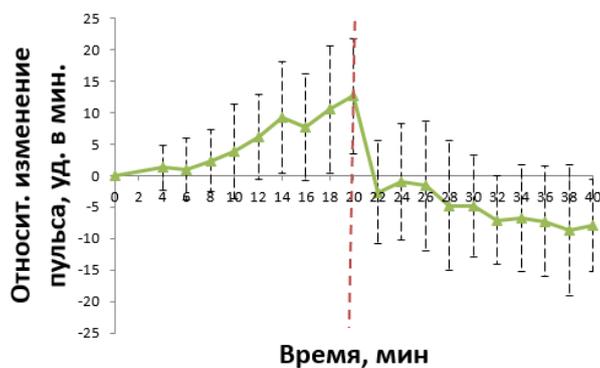


Рис. 4. Зависимость относительного изменения пульса испытуемых от времени

Заключение

Результаты проведенных авторами исследований позволяют сделать вывод о минимизации тепловой нагрузки на пользователя при проведении ИК терапии посредством разработанного устройства по сравнению с традиционными банями и саунами, а также по сравнению с аналогичными ИК кабинками [1–3, 5]: температура воздуха внутри ИК кабинки не превышает 42°C в области туловища пользователя и составляет $31\text{--}32^\circ\text{C}$ в области головы; при этом максимальная температура поверхностных тканей тела человека составляет $38,8^\circ\text{C}$ (в области живота), для показателей давления характерна тенденция к снижению (а не к повышению). Позитивный физиологический эффект достигается за счет использования источников ближнего ИК излучения, а также конструктивных особенностей кабинки, позволяющих снизить температуру воздуха при сохранении эффективности прогревания. Наличие защитных рефлекторов и вентиляционных клапанов защищает голову пользователя от нежелательного перегрева. Это в конечном итоге позволяет расширить сферу применения подобного рода устройств за счет устранения ограничений на их использование для людей с сердечной недостаточностью, стенокардией, повышенным артериальным давлением.

Авторами планируется использовать полученную информацию для согласования интенсивности тепловой нагрузки с индивидуальным функциональным состоянием пользователя на протяжении всего сеанса ИК терапии посредством автоматического управления мощностью ИК излучателей на основе мониторинга физиологических параметров пользователя.

Список литературы

1. Infrасun сауны солнца. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infrасun.ru/infrасun/suncarbon/> (дата обращения: 01.11.2018).
2. Инфракрасные кабины Infradoc. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infradoc.spb.ru/princip.htm> (дата обращения: 01.11.2018).
3. Инфракрасные сауны Uborg. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uborgsauna.ru> (дата обращения: 01.11.2018).
4. Пономаренко Г.М., Турковский И.И. Биофизические основы физиотерапии. М.: Медицина, 2006. 176 с.
5. Воронежский каталог инфракрасных саун и кабин. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iksauna36.ru/manufacturer.php> (дата обращения: 01.11.2018).

References

1. Infrасun sauny solnca. [Electronic resource]. URL: <http://www.infrасun.ru/infrасun/suncarbon/> (date of access: 01.11.2018). (in Russ.)
2. Infrakrasnye kabiny Infradoc. [Electronic resource]. URL: <http://www.infradoc.spb.ru/princip.htm> (date of access: 01.11.2018). (in Russ.)
3. Infrakrasnye sauny Uborg. [Electronic resource]. URL: <http://www.uborgsauna.ru> (date of access: 01.11.2018). (in Russ.)
4. Ponomarenko G.M., Turkovskij I.I. Biofizicheskie osnovy fizioterapii. M.: Medicina, 2006. 176 s. (in Russ.)
5. Voronezhskij katalog infrakrasnyh saun i kabin. [Electronic resource]. URL: <http://www.iksauna36.ru/manufacturer.php> (date of access: 01.11.2018). (in Russ.)

Сведения об авторах

Драпеза В.Ю., аспирант Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Воробей А.В., магистрант Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Сташишина А.М., к.т.н., доцент Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Розум Г.А., ассистент Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Давыдов М.В., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теоретических основ электротехники Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Information about the authors

Drapeza V.Y., PG student of Belarusian state university of informatics and radioelectronics.

Vorobei A.V., master student of Belarusian state university of informatics and radioelectronics.

Stasishina A.M., PhD, associate professor of Belarusian state university of informatics and radioelectronics.

Rozum G.A., assistant of Belarusian state university of informatics and radioelectronics.

Davydov M.V. PhD, associate professor, head of department of theoretical basics of electrical engineering of Belarusian state university of informatics and radioelectronics.

Адрес для корреспонденции

220013, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. П. Бровки, 6
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
тел. : +375-44-703-12-59;
e-mail: vera.drapeza@yandex.ru
Драпеза Вера Юрьевна

Address for correspondence

220013, Republic of Belarus,
Minsk, P. Brovki st., 6
Belarusian state university
of informatics and radioelectronics
tel. +375-44-703-12-59;
e-mail: vera.drapeza@yandex.ru
Drapeza Vera Jur'evna