УДК 616.13-092-07:611.97-073.65

DOI: 10.24884/1682-6655-2018-17-4-46-50

Г. В. ЯРОВЕНКО¹, А. В. НОВОЖИЛОВ²

Термографическое обследование пациентов с патологией артерий верхних конечностей

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия 443079, Россия, г. Самара, пр. Карла Маркса, д. 165Б

² Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Самарской области «Самарская городская клиническая больница № 1 им. Н. И. Пирогова», г. Самара, Россия 443096, Россия, г. Самара, ул. Полевая, д. 80
e-mail: yarovenko_galina@mail.ru

Статья поступила в редакцию 28.11.1818; принята к печати 28.12.1818

Резюме

Методом термографии нами изучено состояние верхних конечностей 43 пациентов с болезнью Рейно, 37 из которых оперированы в результате динамического термографического наблюдения в процессе консервативного лечения. Выявлена прямо пропорциональная взаимосвязь тепловизионной картины и способа коррекции микроциркуляции дистальных отделов верхних конечностей. Установлено, что при визуализации контура пальцев на уровне дистальных фаланг возможно как консервативное, так и оперативное лечение – верхняя грудная симпатэктомия или дистальная периапериартеральная и грудная симпатэктомия в сочетании с ампутацией пальцев. С учетом полученных данных нами подтверждено, что использование термографического исследования с компьютерной обработкой данных в диагностике патологического процесса верхних конечностей является методикой выбора принципа лечения (консервативного или оперативного).

Ключевые слова: болезнь Рейно, диагностика, термографическое исследование

Для цитирования: Яровенко Г. В., Новожиллов А. В. Термографическое обследование пациентов с патологией артерий верхних конечностей. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2018;17(4):46–50. Doi: 10.24884/1682-6655-2018-17-4-46-50

UDC 616.13-092-07:611.97-073.65

DOI: 10.24884/1682-6655-2018-17-4-46-50

G. V. YAROVENKO, A. V. NOVOZHILOV

Thermographic examination of patients with pathology of upper limb arteries

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Samara, Russia 443079, Russia, Samara, Karla Marksa street, 165B

² State budgetary institution of health care of the Samara region «Pirogov Samara City Clinical Hospital № 1», Samara, Russia 443096, Russia, Samara, Polevaya street, 80
e-mail: yarovenko_galina@mail.ru

Received 28.11.18; accepted 28.12.18

Summary

Using the thermography method, we studied the state of the upper limbs of 43 patients with Raynaud's disease, 37 of which were operated as a result of dynamic observation in the process of conservative treatment. A directly proportional relationship between the thermal imaging pattern and the treatment method of microcirculatory disorder in the distal sections of the upper limbs has been revealed. It is established that visualization of the contour of fingers at the level of distal phalanges may result in both conservative and surgical treatment – upper thoracic sympathectomy or distal periarterial and thoracic sympathectomy in combination with finger amputation. Taking into account the received data, we confirmed that the use of a thermographic study with computer data processing in the diagnosis of the pathological process of the upper limbs is a method of selecting the principle of treatment (conservative or surgical).

Keywords: Raynaud's disease, diagnosis, thermographic study

For citation: Yarovenko G. V., Novozhilov A. V. Thermographic examination of patients with pathology of upper limb arteries. Regional hemodynamics and microcirculation. 2018;17(4):46–50. Doi: 10.24884/1682-6655-2018-17-4-46-50

Введение

С помощью *термографии* изучают кожную температуру любого теплокровного организма. Получаемые при этом изображения теплового рисунка полей кожи одновременно над различными органами и системами дают четкое представление об интенсивности протекающих в них обменных процессов. Особенно ценную информацию можно получить при сравнительной оценке уровня температуры над парными органами и на конечностях. Любое изменение обмена веществ или кровообращения ведет к возникновению перепада температур кожного покрова, получающего четкое отражение на термограмме с возможным количественным и качественным анализом [1, 2].

Качественный и количественный анализы термограмм здорового человека основаны на неравномерности инфракрасного излучения поверхностью тела, поэтому термограммы здорового человека имеют довольно пеструю картину и зависят от пола, возраста, состояния окружающей среды, времени суток.

Температура кожи обнаженного человека зависит как от внутренних факторов (состояния тонуса сосудов кожи, степени кровоснабжения, обменных процессов), так и от комплекса метеорологических факторов (температуры окружающей среды, влажности, атмосферного давления, наличия воздушных конвекционных потоков). Эти факторы составляют сложный комплекс раздражителей, которые обуславливают определенное физиологическое состояние организма [3, 4].

У пациентов с патологией сосудов отмечаются резкие нарушения адаптационных процессов. Температурные ощущения регулируют и сосудистую систему. Импульсы этого раздражения достигают коры головного мозга, которая, в свою очередь, посылает сигналы на периферию, вызывая изменение состояния сосудистой системы [5]. Таким образом, кора головного мозга не только воспринимает температурные ощущения, но и регулирует температуру кожи.

Термограммы верхних конечностей характеризуются симметричностью рисунка. Усиление тепловизионного рисунка отмечается на медиальной поверхности в верхней трети плеча, внутренней поверхности локтевого сустава, кисти. Для наружной поверхности плеча, предплечья и II пальца тепловизионная картина соответствует высокому уровню инфракрасного излучения и определяется в пределах 38,03–38,87 °C [6].

Цель – изучить динамику консервативного и возможности оперативного лечения пациентов с патологией артерий верхних конечностей при помощи термографии.

Материал и методы исследования

Неинвазивным и достоверным методом оценки возможностей периферического кровообращения служит термография с компьютерной обработкой полученных данных. Критерием планируемого лечения пациента после поступления в стационар явились, наряду с объективными, и тепловизионные данные [7].

Тепловизионное исследование выполнялось в утренние часы при температуре воздуха в помещении, не превышающей ($23,0 \pm 1,0$) °C, скорости движения воздуха не более 0,25 м/с и относительной влажности 50–75 %. Более низкая температура воздуха, наличие воздушных потоков способствуют рефлекторному спазму периферических сосудов, изменению инфракрасного излучения кожного покрова конечностей и, как следствие этого, ошибочным термографическим заключениям.

Перед тепловизионным исследованием исключали прием фармакологических средств, проведение физических и физиотерапевтических процедур, способных повлиять на состояние периферического кровотока, а также физические нагрузки и курение. Накануне рекомендуется гигиеническая ванна для снятия жирового покрова и отслоившегося эпидермиса. Обследование проводили в положении больного сидя или стоя, с расстоянием до него в пределах от 1,5 до 2,0 м в зависимости от области исследования (кисть или вся верхняя конечность).

Нами обследованы 43 пациента с болезнью Рейно, возраст варьировал от 38 до 52 лет, женщин – 8, мужчин – 35. Все пациенты были включены в группу с динамическим тепловизионным обследованием методом случайной выборки. Тридцать семь пациентов, вошедших в исследование, были оперированы. Показанием к операции послужило наличие хронической критической ишемии верхних конечностей (более в покое и некрозов на пальцах кисти).

Результаты исследования и их обсуждение

В инструментальной диагностике хронической ишемии верхних конечностей достаточно широко применяются чрескожное измерение напряжения кислорода, лазерная доплеровская флоуметрия [8], реовазография на пальцах и кисти, ультразвуковая доплерография с определением скорости кровотока в поверхностной ладонной артериальной дуге и пальцевых артериях. Дуплексное сканирование позволяет определить и такие характеристики, как диаметр артерии, направление и скорость кровотока в них. Однако это возможно лишь до уровня пальцевых артерий основных фаланг [9].

В решении задачи уточнения топике поражения артериального русла и верификации патологических изменений в магистральных сосудах возможно применение таких методов исследования, как термография и цветное дуплексное сканирование артерий верхних конечностей с последующей ангиографией. Следует отметить, что окклюзию лучевой и даже локтевой артерий возможно установить и клинически, посредством обычных физикальных методов. С помощью инструментальных методов исследования диагностируются поражения мелких сосудов кисти. Различия показателей температуры и кровотока на пальцах одной кисти являются косвенным свидетельством таких поражений [10].

При оценке результатов холодовой пробы, которая проводилась всем пациентам с болезнью Рейно, установлено, что данная проба во всех случаях была положительна ($S_c = 100\%$, $S_p = 87\%$). Если ставить

*a**б*

Рис. 1. Термограмма левой кисти пациента Г. до проведения курса лечения:
a – не визуализируются дистальные фаланги только IV пальца (возможно консервативное лечение);
б – температурная шкала

Fig. 1. Thermogram of the left hand of patient G. before the course of treatment:
a – the distal phalanges of the fourth finger are not visualized (conservative treatment is possible);
б – temperature scale

*a**б*

Рис. 2. Термограмма кистей больного Ш.:
a – контур всех пальцев отсутствует; *б* – «изъеденность» контура кисти

Fig. 2. Thermogram of brushes of the patient Sh.:
a – contour of all fingers are missing; *б* – uneven of the hand contour

Рис. 3. Термограмма кисти больного З. в динамике лечения:

a – до оперативного лечения, термоампутация I, IV–V пальцев, гипотермия II–III пальцев, снижение термопрофиля ладонной поверхности кисти, вплоть до лучезапястного сустава; *б* – контрольное исследование проведено на 10-е сутки после операции – артериализации венозного кровотока. Контур пальцев полностью восстановлен, уровень инфракрасного излучения ладонной поверхности, областей тенара, гипотенара, пальцев – в пределах физиологической нормы

Fig. 3. Thermogram of the patient's hand Z. in the dynamics of treatment:

a – prior to surgical treatment, thermo-amputation of I, IV–V fingers, hypothermia of II–III fingers, reduction of the thermal profile of the palmar surface of the hand, up to the wrist joint; *b* – control study was performed on the 10th day after the operation – arterialization of the venous blood flow. The contour of the fingers is fully restored, the level of infrared radiation of the palmar surface, areas of tenar, hypotenar, fingers within the physiological norm

диагноз болезни Рейно только на основании положительного результата данной пробы, то не менее чем у 13 % пациентов нозология заболевания может быть установлена неправильно, и, следовательно, эта часть больных не получит необходимого дифференцированного консервативного лечения.

Мы провели тепловизионные исследования в динамике как консервативного, так и оперативного лечения (рис. 1; 2). Была выявлена прямо пропорциональная взаимосвязь тепловизионной картины и способа коррекции микроциркуляции дистальных отделов верхней конечности. При визуализации кон-

тура пальцев на уровне дистальных фаланг возможно консервативное или оперативное лечение (грудная симпатэктомия или дистальная периапериартерияльная и грудная симпатэктомия в сочетании с ампутацией пальцев). Основным техническим элементом для верхнегрудной симпатэктомии служит резекция участка грудного симпатического нервного ствола на уровне звездчатого и 2–4-го грудных ганглиев. В результате ее проведения устраняется спазм сосудов верхней конечности, улучшается трофика тканей дистальных отделов и коллатеральный кровоток. В случае более выраженных патологических изме-

Средняя температура, площадь теплового рисунка кистей до и после лечения

The average temperature, the area of thermal pattern of brushes before and after treatment

Палец	Средние показатели температуры, °C		
	до лечения	после лечения	норма
I	24,130±3,81*	33,603±3,08	35,670±0,15
II	26,113±4,31*	35,711±2,17	36,780±0,12
III	25,220±3,93*	34,754±2,27	36,094±0,17
IV	24,913±4,18*	34,081±2,23	36,076±0,13
V	24,154±4,24*	33,129±2,29	35,633±0,14
Площадь теплового рисунка кистей (пиксел)	4940,8±552,55*	6024,2±815,17*	6573,9±204,56

Примечание: * – различия между показателями значимы по сравнению с нормой (при $p < 0,05$).

нений наилучшие результаты дает операция – артериализация венозного кровотока путем создания артериовенозной фистулы (рис. 3).

В обоих представленных случаях лечение должно быть только оперативным.

Данные тепловизионного обследования кистей пациентов с болезнью Рейно до и после оперативного лечения приведены в таблице.

В результате динамического обследования пациентов установлено, что максимальная результативность оперативного вмешательства при болезни Рейно вероятна после предоперационного проведения тепловизионного исследования с целью уточнения возможностей дистального микроциркуляторного русла (пальцев кистей) [6, 7].

Выводы

С учетом полученных данных можно сделать вывод, что использование тепловизионного исследования с компьютерной обработкой данных в диагностике патологического процесса верхних конечностей является методикой выбора принципа лечения (консервативного или оперативного). При проведенном оперативном лечении, взамен длительного и безуспешного консервативного, сокращается количество койко-дней, а следовательно, уменьшаются затраты на пациента, что экономически выгодно.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Литература / References

1. Вайнер Б. Г. Матричное тепловидение в физиологии: Исследование сосудистых реакций, перспирации и терморегуляции у человека. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 96 с. [Vayner BG. *Matrichnoye teplovideniye v fiziologii: Issledovaniye sosudistyykh reaktsiy, perspiratsii i termoregulyatsii u cheloveka*. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2004, 96 p. (In Russ.)].
2. Иваницкий Г. Р., Хижняк Е. П., Деев А. А. Биофизические основы медицинского тепловидения // Биофизика. – 2012. – Т. 57, № 1. – С. 130–139. [Ivanitskiy GR, Khizhnyak YeP, Deyev AA. *Biofizicheskiye osnovy meditsinskogo teplovideniya*. Biofizika. 2012;57(1):130–139. (In Russ.)].
3. Ring EF. The historical development of thermometry and thermal imaging in medicine. *J. Med. Eng. Technol.* 2006;30(4):192–198. Available at: <https://doi.org/10.1080/03091900600711332>.
4. Vainer BG. Applications of infrared thermography to medicine. Chapter 3 in: *Infrared Thermography Recent Advances and Future Trends* / Carosena Meola, Ed. Bentham Science

Publishers Ltd. Bentham e-Books, 2012:61–84. Available at: <https://doi.org/10.2174/978160805143411201010061>

5. The application of infrared thermography in evaluation of patients at high risk for lower extremity peripheral arterial disease / CL Huang, YW Wu, CL Hwang, YS Jong, CL Chao, WJ Chen, YTWu, WS Yang. *J. Vasc. Surg.* 2011;54(4):1074–1080. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2011.03.287>.

6. Яровенко Г. В., Макаров А. В., Боклин А. А. Термография как метод оценки состояния сосудов шеи, верхних и нижних конечностей. – Самара: Типография ИП Никифоров, 2018. – 86 с. [Yarovenko GV, Makarov AV, Boklin AA. *Termografiya kak metod otsenki sostoyaniya sosudov shei, verkhnikh i nizhnikh konechnostey*. Samara, Tipografiya IP Nikiforov, 2018:86. (In Russ.)].

7. Новожилов А. В., Яровенко Г. В. Хирургическое лечение дистальных ангиопатий верхних конечностей // Хирург. лечение и диагностика сосудистых заболеваний: Материалы симп. – М., 2001. – С. 105. [Novozhilov AV, Yarovenko GV. *Khirurgicheskoye lecheniye distal'nykh angiopatiy verkhnikh konechnostey*. Materialy simpoziuma «Khirurgicheskoye lecheniye i diagnostika sosudistyykh zabolevaniy». Moscow, 2001:105. (In Russ.)].

8. Dynamic evaluation of blood flow microcirculation by combined use of the laser Doppler flowmetry and high-speed videocapillaroscopy methods / Dremine V, Kozlov I, Volkov M, Margaryants N, Potemkin A, Zhrebtsov E, Dunaev A, Gurov I. *J Biophotonics*. 2019. Jan 12. Available at: <https://doi.org/10.1002/jbio.201800317>.

9. Evidence of macro- and micro-angiopathy in scleroderma: An integrated approach combining 22-MHz power Doppler ultrasonography and video-capillaroscopy / Schioppo T, Orenti A, Boracchi P, De Lucia O, Murgo A, Ingegnoli F. *Microvasc Res.* 2019;122:125–130. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2018.07.001>.

10. The role of capillaroscopy and thermography in the assessment and management of Raynaud's phenomenon / Her-rick AL, Murray A. *Autoimmun Rev.* 2018;17(5):465–472. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2017.11.036>.

Сведения об авторах

Яровенко Галина Викторовна – д-р мед. наук, доцент кафедры госпитальной хирургии Самарского государственного медицинского университета, e-mail: yarovenko_galina@mail.ru.

Новожилов Алексей Владиславович – канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург хирургического отделения 7 Самарской городской клинической больницы № 1 им. Н. И. Пирогова», Самара

Author information

Yarovenko Galina V. – MD, Associate Professor, Department of Hospital Surgery, Samara State Medical University, e-mail: yarovenko_galina@mail.ru.

Novozhilov Alexey V. – Candidate of Medical Sciences, cardiovascular surgeon, Department of Surgery 7, Pirogov Samara City Clinical Hospital № 1, Samara