

ТЕПЛОВИЗИОННАЯ ДИАГНОСТИКА В СТОМАТОЛОГИИ

Саркисян Н. Г., Готлиб В. М., Воложанина В. А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург

Введение

В современной медицине тепловизионная диагностика (термография) — один из наиболее информативных методов, позволяющий выявлять патологии, плохо поддающиеся диагностике и контролю иными способами. Она основана на функционировании системы терморегуляции [1, 7].

Применение инфракрасной термографии именно в стоматологической практике носит пока ограниченный характер, поэтому литературы по данной тематике немного.

Зачастую изменение температуры тела — это первый симптом недуга. Соответственно, термометрия тела или отдельных органов является важным методом распознавания характера болезни и тяжести ее протекания. Распределение и интенсивность теплового излучения дают одновременное представление и об анатомо-топографических, и о функциональных изменениях в пораженной зоне [4].

Тепловизионная диагностика используется для обнаружения патологии на ранних стадиях, когда еще нет клинических проявлений, например, при остеохондрозе различных отделов позвоночника, опухолях, поражениях нервов и сосудов конечностей, воспалительных процессах и др. [3, 9].

При комплексной диагностике результаты термографии предоставляют важнейшую дополнительную информацию о наличии и тяжести воспалительных процессов. Кроме того, они позволяют оценить эффективность консервативного лечения [1, 5].

В стоматологической практике, по данным различных авторов, 65—80 % первичных диагнозов ставятся с помощью методов лучевой диагностики. Они высокоинформативны и широко применяются в практической стоматологии для оценки состояния зубов, выявления заболеваний пародонта, периапикальных тканей, травматических повреждений, деструктивных процессов, кист, опухолей и опухолеподобных поражений.

В настоящее время при заболеваниях челюстно-лицевой области используются рентгенография, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ). Однако они имеют следующие недостатки: интерпретация полученных при лучевом исследовании данных субъективна; нельзя провести контроль эффективности лечения сразу после его проведения; методы КТ и МРТ дорогостоящие, требуют специального оборудования, больших временных затрат и наличия опытного персонала. Но самый большой недостаток — это повреждающее действие ионизирующего излучения. Применение указанных методов диагностики требует тщательного контроля за дозами облучения, поскольку применение даже малых доз может обусловить отдаленные последствия в виде индуцированных злокачественных заболеваний, генетических изменений и, как следствие, сокращения срока жизни [2, 4, 6, 8].

Еще один вид лучевой диагностики — ультразвуковое исследование (УЗИ). Относится к ведущим методам обследования пациентов, что связано с его доступностью, высокой информативностью и крайне малым числом противопоказаний к проведению. Однако УЗИ позволяет обнаружить только сформировавшуюся патологию.

Для прогноза течения патологий в челюстно-лицевой области используются различные функциональные методы исследования: биомикроскопия, полярография, фотоплетизмография, реопародонтография, реография. Названные методы не рассчитаны на регистрацию изменений температуры в обследуемой области, хотя этот показатель — важнейший индикатор состояния биологических систем и является сопутствующим при возникновении патологий [3, 10].

Ни один из перечисленных методов не обладает такой шириной диагностического диапазона, как термография. Высокоинформативные рентгенография, КТ и МРТ применяются для оценки только проекционного изображения анатомических структур обследуемых областей, в то время как тепловизионная диагностика дает возможность отслеживать изменения в динамике. Термография позволяет определить локализацию, распространенность, характер и активность патологического процесса. Достоверность тепловизионной диагностики составляет порядка 80 % для первичного обследования. Кроме того, необходимо учитывать неинвазивность метода, его безопасность для здоровья пациента и врача. Стоит отметить низкую стоимость обследования, быстроту и простоту его выполнения [11, 12].

Глубина эффективного измерения температуры определяется как расстояние, на которое распространяется электромагнитная волна от поверхности объекта до того слоя, в котором ее интенсивность уменьшается в 2,73 раза. При прочих равных условиях, чем больше длина волны, тем больше глубина, с которой можно регистрировать температурные возмущения. Максимум интенсивности теплового радиоизлучения при обычной температуре окружающей среды лежит в инфракрасной области спектра (длина волны — 10 мкм). Это обусловило целесообразность создания инфракрасного тепловидения для исследования температурных аномалий. Однако инфракрасное измерение дает истинную температуру только самого верхнего слоя кожи толщиной в доли миллиметра. О температуре подлежащих тканей и органов можно судить лишь опосредованно, когда

температурные изменения проецируются на кожный покров [13, 14]. Следует отметить еще одно достоинство термографии: интенсивность теплового излучения каждого элементарного участка определяется в области визирующего тепловизионного датчика, размер которого зависит от разрешающей способности аппарата, что позволяет получить абсолютные значения температуры в диагностически значимых зонах.

Компьютерная программа обрабатывает температурные данные элементарных участков и строит по ним термограммы. Результаты обследования отображаются в режиме реального времени на мониторе компьютера. Кроме того, в рамках одного посещения можно обследовать всю челюстно-лицевую область пациента и получить точную графическую информацию о состоянии его здоровья.

Инфракрасная термография позволяет стоматологу измерять температуру в труднодоступных участках, таких как ретромолярная область, корень языка, подъязычная область, слизистая оболочка на протяжении всего альвеолярного отростка. Челюстно-лицевая область представляет собой очень удобный объект для тепловизионной диагностики в силу интенсивной васкуляризации. Конечно, как и при других методах обследования, возникают трудности в интерпретации полученных результатов, связанные с анатомическими особенностями полости рта и невозможностью ее полной изоляции от слюны.

В норме термографическая картина челюстно-лицевой области характеризуется наличием горячих и холодных зон. К горячим участкам относятся орбиты глаз, губы, наружный слуховой проход, височная область, дистальные отделы щек, область поднижнечелюстных слюнных желез, углы нижней челюсти, к холодным — нос, подбородок, ушные раковины, волосистая часть головы, медиальные отделы щек, скуловые области. Локальное повышение температуры кожного покрова челюстно-лицевой области можно зарегистрировать в проекции крупных, поверхностно расположенных сосудов и слюнных желез [19]. После приема пищи не исключено повышение температуры в проекции жевательных мышц и слюнных желез, так как в них усиливаются обмен веществ и микроциркуляция [15, 16].

В норме распределение температуры на поверхности слизистой оболочки полости рта составляет от 32,0 до 36,9 °С в зависимости от исследуемой области. Разница между температурами симметричных зон не превышает 0,2–0,4 °С. Выявление термоасимметрии — один из основных критериев тепловизионной диагностики заболеваний. Количественным выражением термоасимметрии служит величина, представляющая собой разницу между температурами симметрично расположенных областей. Суточные колебания температуры кожи и слизистой оболочки полости рта в норме составляют 0,1–0,3 °С. Эти изменения зависят от физической и психической нагрузки, приема фармакологических препаратов, использования косметических средств, курения и т. д. Также на термограммах могут отмечаться различные артефакты [18]. Поверхностно расположенные сосуды, возраст пациента, толщина подкожно-жировой клетчатки, колебания температуры окружающей среды — все это причины появления участков гипо- и гипертермии, что может привести к диагностическим ошибкам.

В практике хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии инфракрасная термография не нашла пока широкого применения. Однако появление портативного термографа нового поколения открыло новые возможности в развитии этого высокоинформативного, безвредного и неинвазивного метода диагностики. Систематический скрининг позволяет отслеживать динамику патологического процесса посредством получения серии термограмм и анализа термографического отчета, формируемого при помощи специальной компьютерной программы [17].

Цель исследования: определение необходимости и эффективности внедрения термографии в качестве дополнительного метода исследования в стоматологии.

Материалы и методы исследования

Для получения термограмм использовался тепловизор (модель, номер серии). Для анализа полученных снимков использовалась компьютерная программа (название программы, если она была), программы для обработки данных Excel и Word, отечественная и зарубежная литература.

Результаты исследования и их обсуждение

Всего было обследовано 22 человека. У 7 из них исследование проводилось в качестве выявления каких-либо патологий, у 2 не выявлено никаких заболеваний, у 5 подтвердился хронический генерализованный пародонтит средней степени тяжести (в стадии ремиссии — 2, в стадии обострения — 3). Средняя замеренная температура различных участков челюстно-лицевой области — 34,03 °С. У оставшихся 15 сделаны просто термограммы челюстно-лицевой области. По их данным выявлены зоны гипертермии (верхняя губа, носогубный треугольник, переходная складка, спинка языка, нижняя поверхность языка, уздечка языка, твердое небо, слизистая оболочка щеки, дно полости рта, лобная пазуха) и гипотермии (кончик языка, нижняя губа, основание носа, слизистая оболочка альвеолярного отростка).

Алгоритм выполнения обследования тепловизором с функциями цветного инфракрасного изображения:

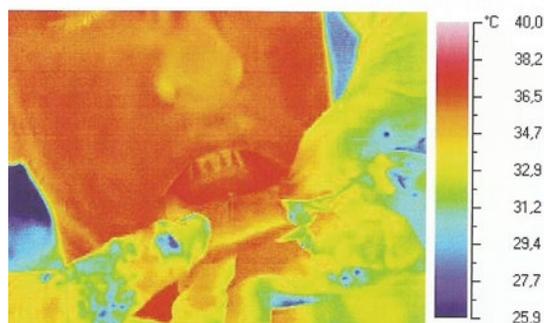


Рис. 1. Ткани пародонта нижней челюсти пациентки В. в инфракрасном спектре

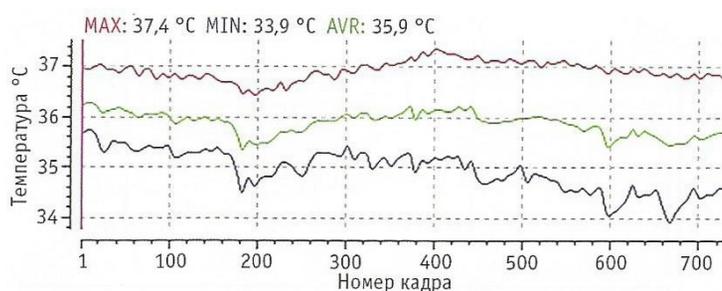


Рис. 2. Термограмма тканей пародонта нижней челюсти пациентки В.

- получение добровольного информированного согласия на инфракрасное воздействие;
- настройка температурной шкалы тепловизора в диапазоне от +26,5 до +40,5 °C;
- пациент находится в кресле в положении сидя, голова зафиксирована так, чтобы обследуемый участок находится под углом не более 60° к оси тепловизора;
- в течение фиксированного времени тепловизионная регистрация осуществляется без инфракрасного воздействия;
- регистрация показателей теплового поля производится непрерывно;
- включается инфракрасная лампа, которая находится в 40—50 см от обследуемой области, и регистрируется нагрев последней под воздействием инфракрасного излучения в течение фиксированного времени;
- далее лампа выключается и регистрируется остывание обследуемой области в течение фиксированного времени.

Примеры клинических случаев

Пациентка В., 45 лет, обратилась в клинику с жалобами на боль и кровоточивость десны. Проведена тепловизионная диагностика тканей пародонта. Диагноз: «хронический генерализованный пародонтит средней степени тяжести в стадии обострения». Инфракрасное изображение тканей пародонта в области зубов 3.2; 3.1; 4.1 представлено на рис. 1. Средняя температура обследуемой области — 35,9 °C. На температурном графике (рис. 6) — отсутствие выраженной реакции тканей пародонта на тепловое воздействие: медленный нагрев, экстремум, незначительная стабилизация.

Современное тепловидение может использоваться для решения следующих задач:

- опосредованная визуализация патологии, которую в дальнейшем можно детализировать с помощью других инструментальных методов;
- уточнение конкретного диагноза;
- объективизация клинических синдромов заболевания;
- контроль эффективности различных видов лечения и прогноз ближайшего периода реабилитации.

В соответствии с задачами определяются принципы проведения тепловизионной диагностики, применяемые методики и продолжительность обследования.

Достоинствами инфракрасной диагностики для пациента являются:

- 1) относительная дешевизна;
 - безопасность и неинвазивность;
 - возможность проведения данного обследования неоднократно;
- 2) для врача:
 - безопасность;
 - возможность ранней диагностики на доклинической стадии;
 - возможность мониторинга проводимого лечения;
 - возможность проведения требуемого числа повторных обследований;
 - возможность получения достоверной информации по различным патологиям.

Выводы

Термодиагностика представляет собой интересное направление для развития и внедрения в практическую жизнь врача-стоматолога. Она обладает множеством бесспорных достоинств: безопасность, неинвазивность; отсутствие осложнений и медицинских противопоказаний; возможность диагностировать патологические изменения на преклинической стадии развития. Возможность обработки данных с термограмм при помощи компьютера ведет к объективизации процесса постановки диагноза и снижению клинических ошибок при ана-

лизе снимков. Для проведения исследований челюстно-лицевой области при помощи термографа необходимо применение портативного устройства, которое будет мобильным, для обеспечения наилучших результатов. Применение термодиагностики в стоматологии в качестве дополнительного метода обследования помогло бы профилактировать воспалительные заболевания до их проявления, а следовательно, позволило бы улучшить уровень жизни пациентов.

Литература

1. Вайнер, Б.Г. Матричное тепловидение в физиологии: исследование сосудистых реакций, перспирации и терморегуляции у человека/Б.Г. Вайнер. – Новосибирск: ИЗД-ВО Сибир. ОТД-НИИЯ РАН, 2004. – 96 с.
2. Васильев, А.Ю. Лучевая Диагностика в стоматологии/А.Ю. Васильев, Ю.И. Воробьев, В.П. Трутень. – Москва: Медика, 2007. – 496 с.
3. Власов, И.П. Применение тепловидения в медицине/И.П. Власов // Тр. Всесоюз. конф. «Тепловизионные приборы, направления развития и практика применения в медицине». – Ленинград, 1981. – Ч. 2. – С. 42–45.
4. Воробьев, Ю.И. Рентгенодиагностика в практике врача—стоматолога/Ю.И. Воробьев. – Москва: МЕДпресс-Информ, 2004. – 111 с.
5. Голованова, М.В. Возможности термодиагностики в медицине/М.В. Голованова, Ю.П. Потехина. – Нижний Новгород, 2011. – 164 с.
6. Заяц, Г.А. Медицинское тепловидение — современный метод функциональной Диагностики/Г.А. Заяц, В.Т. Коваль // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2010. – Т. 43, № 3. – С. 27–33.
7. Колесов, С.Н. Медицинское теплорадио- видение: современный методологический подход/С.Н. Колесов, М.Г. Воловик, М.А. Прилучный. – Нижний Новгород: ФГУ «ННИИТО Росмед-технологий», 2008. – 184 с.
8. Леонов, Б.И. Медицинская техника ДЛЯ лучевой диагностики/Б.И. Леонов, Н.Н. Блинов. – Москва: НПЦ «ИНТЕЛФОРУМ», 2004. – 328 с.
9. Некоторые аспекты применения термографии при реабилитации пациентов с нарушением опорно-двигательной и нервной систем/В.И. Виноградов [и др.] // Функциональная Диагностика. – 2005. – № 3. – С. 72–78.
10. Перцев, О.Л. Медико-технические аспекты развития современных тепловизионных методов в теоретической И практической медицине/О.Л. Перцев, В.М. Самков // Материалы X Междунар. конф. «Прикладная оптика». – Санкт-Петербург, 2010. – С. 18–21.
11. Рабухина, Н.А. Спиральная компьютерная томография при заболеваниях челюстно-лицевой области/Н.А. Рабухина, Т.И. Юлубева, С.А. Перфильев. – Москва: МЕДпресс-Информ, 2006. – 127 с.
12. A computer tool for the fusion and visualization of thermal and magnetic resonance images/G.L. Bichinho [et al.] // J. Digit. Imaging. – 2009. – Vol. 22, № 5. – P. 527–534.
13. Medical infrared imaging/eds. N.A. Diakides, J.D. Bronzino. – NY: CRC Press Taylor Group LLC. L, 2006. – 451 p.
14. Merla, A. Functional infrared imaging in medicine: a quantitative diagnostic approach/A. Merla, G.L. Romani // Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. – 2006. – Vol. 1. – P. 224–227.
15. Ring, E.F. The historical development of thermometry and thermal imaging in medicine/E.F. Ring // J. Med. Eng. Technol. – 2006. – Vol. 30, № 4. – P. 192–198.
16. The role of thermography in clinical practice: review of the literature/J.V. Park [et al.] // Thermol. Int. – 2006. – № 13. – P. 77–78.
17. Vainer, B.G. Treated skin temperature regularities revealed by IR thermography/B.G. Vainer // ProC. SPTE. – 2001. – Vol. 4360. – P. 470–481.
18. Цифровая диагностика практически здорового пародонта на трехмерной реконструкции конусно-лучевого компьютерного томографа/Г.И. Ронь, Т.М. Еловицова, Л.В. Уварова, М.А. Чибисова // Проблемы стоматологии. – 2015. – № 3-4. – С. 32–37.
19. Оценка возможностей конусно-лучевой компьютерной томографии в диагностике анатомии канально-корневой системы премоляров верхней и нижней челюстей/В.С. Блинов, М.В. Карташов, С.Е. Жолудев, О.С. Зорникова // Проблемы стоматологии. – 2016. – Т. 12, № 3. – С. 3–9.

THERMAL IMAGING DIAGNOSTICS IN STOMATOLOGY

Sarkisyan N.G., Gotlib V.M., Volozhanina V.A.

Ural state medical university, Ekaterinburg

Summary. Thermal imaging diagnostics (thermography) is a high-precision method that allows identifying a pathological process at the preclinical stage by infrared radiation. For the maxillofacial region, this method may be one of the methods for choosing an additional diagnostics of the patient.

Thermography has a large number of positive characteristics: safety of manipulation for the patient and the doctor; high reliability (up to 80 %); speed and simplicity of research; the opportunity at one doctor's appointment to examine the entire maxillofacial region; the possibility of dynamic observation; low cost of research. The difficulty of using this method lies only in interpreting the results, since external factors (superficially located vessels, age of the patient, thickness of subcutaneous fat, fluctuations in ambient temperature) can produce artifacts on the thermograms.

However, this complexity can be solved by working with thermal imagers of experienced employees.

Keywords: *thermography, maxillofacial area, infrared radiation*