

### **ИНФРАКРАСНАЯ ТЕРМОГРАФИЯ: ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЖИВОМ ОРГАНИЗМЕ**

<sup>1</sup>Назарчук С. С., <sup>1</sup>Кузь А. П., <sup>2</sup>Дунаевский В. И.

<sup>2</sup>Литтуга А. И., <sup>1</sup>Котовский В. И.

<sup>1</sup>Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского

<sup>2</sup>Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева

НАН Украины, Киев, пр-кт Науки, 41

Киев, пр-кт Победы, 37, корп. 7, kotovsk@kpi.ua

Дистанционная инфракрасная термография (ДИТ) относится к одному из методов лучевой диагностики выявления заболеваний в организме человека как биологического объекта (БО) [1, 2].

Известно [3], что одним из основных показателей функционального состояния человеческого организма в клинической медицине принято считать температуру глубинных зон тела. Измерение температуры на поверхности тела человека позволяет получать больше информации как о физиологических так и о патологических процессах, которые происходят в глубинных зонах организма.

Распределение температуры покровов человеческого тела связано с интенсивностью обменных процессов и кровообращения. Такое распределение температуры возможно получить с помощью инфракрасной термографии (ИКТ). Использование в медицине термографии для фиксации изменения распределения температуры обусловлено непосредственным «тепловым влиянием органа, в котором протекает патологический процесс на кожные покровы тела». Таким образом, изменение температуры кожи происходит либо благодаря теплопроводности тканей, либо вследствие изменения теплопереноса, который осуществляется током крови.

Метод ДИТ позволяет выявить соотношение между выраженностью клинических проявлений заболевания и поверхностной температурой, и в этом случае ИК излучение зависит от состояния кровообращения в тканях и не всегда коррелирует с жалобами больного, что позволяет диагностировать заболевание на ранней доклинической стадии [4–8].

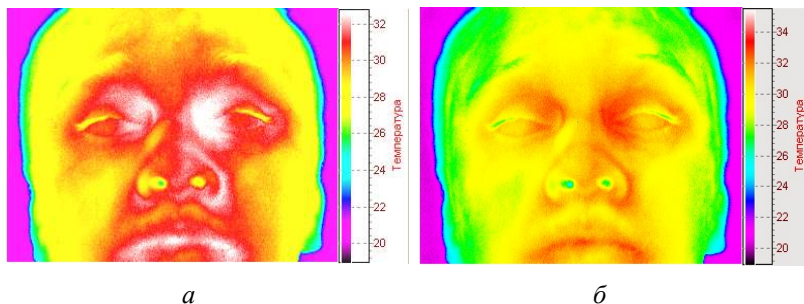
Рассмотрим выявленные патологические изменения, которые имеют четкую термографическую визуализацию. В работе использо-

вался термограф отечественного производства с матричным охлаждаемым фоточувствительным приемником с разрешающей температурной способностью  $0,07\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Степень патологичности оценивалась по величине градиента температуры, который измерялся как разность температуры между патологической зоной и соседними областями [1].

**Термография в оториноларингологии.** Термографический метод в оториноларингологии успешно применяют для диагностики заболеваний верхнечелюстных и лобных пазух. При патологических изменениях в околоносовых пазухах нарушается функция дыхания. Качественно и количественно оценить дыхательную функцию через носовые полости достаточно сложно ввиду отсутствия простых методик проведения таких исследований. Эта проблема легко решается с помощью термографии путем определения площади сечения потока воздуха, который вдыхается через носовые полости.

Характерным примером нарушения носового дыхания является термограмма пациента, представленная на рис. 1 до лечения (а) и после соответствующей противовоспалительной терапии (б). Градиент температуры в области правой гайморовой пазухи составляет  $+1,36\text{ }^{\circ}\text{C}$ , левой  $+1,97\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Клинический диагноз: острый экссудативный левосторонний гайморит и острый катаральный гайморит справа. После лечения в стационаре градиент температуры в области правой гайморовой пазухи составляет  $+0,32\text{ }^{\circ}\text{C}$ , левой  $+0,64\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что соответствует объективному статусу, объем вдыхаемого воздуха через левый и правый носовые ходы одинаковый.



**Рис. 1. Нарушение функции дыхания через левую носовую полость (а); после лечения (б)**

На рис. 2 представлена термограмма пациента с левосторонним гнойным гайморитом (термоасимметрия гайморовых пазух). Градиент температуры в зоне левой носовой пазухи лежит в диапазоне от

+1,17 °С до +2,86°С. После проведенного соответствующего лечения градиент температуры снизился до +(0,6–1,1) °С.



Рис. 2. Левосторонний гнойный гайморит

**Термография в эндокринологии.** Научный и практический интерес представляет работа по выявлению заболеваний щитовидной железы (ЩЖ) методом ИКТ [7].

На рис. 3 показана термограмма пациентки с гипотермическими изменениями в области ЩЗ (показано стрелкой), увеличение объема долей ЩЖ.

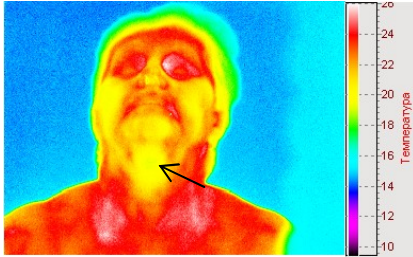


Рис. 3. Термограмма с изменениями в области ЩЖ

Термограмма проекции ЩЖ (рис. 4, а) и нижних конечностей (б, в) при сахарном диабете (СД) 2-го типа). Клинический показатель уровня сахара в крови колеблется от 9,5 до 5,5ммоль/л. На термограмме (а) наблюдаем гиперплазию и гипертермическое включение в левой доле ЩЖ (показано стрелкой) с градиентом температуры +1,99 °С.

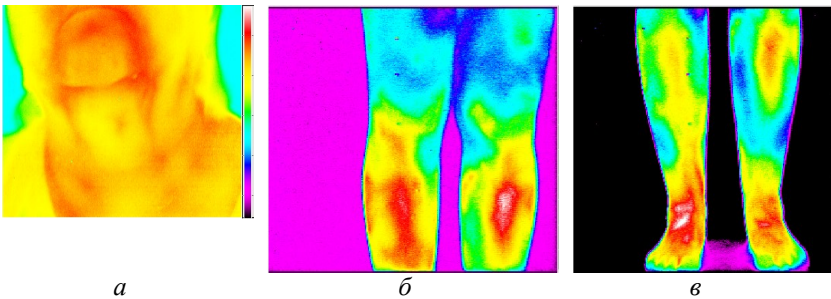


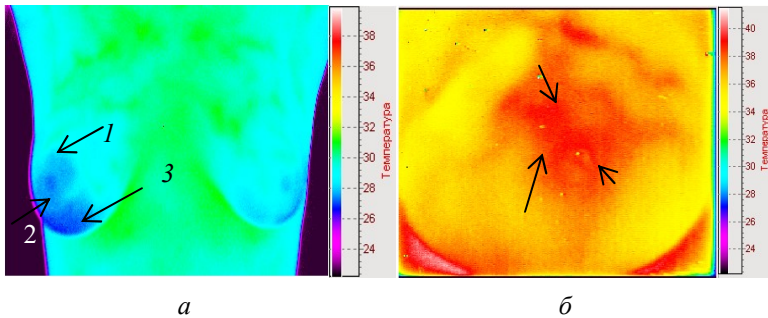
Рис. 4. Термограммы ЩЖ (а) и нижних конечностей с нарушением кровоснабжения (б, в)

Термографическая визуализация нижних конечностей (б, в) демонстрирует гипо- и гипертермические участки, которые свидетельствуют о нарушении кровотока магистральных сосудов.

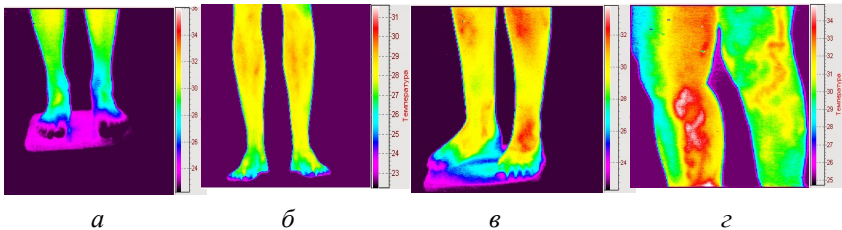
**Термография в маммологии.** Методом термографии с ее ранней диагностической возможностью нередко выявляют опухоль в раннем состоянии. Термография позволяет в большинстве наблюдений провести дифференциальную диагностику злокачественного процесса от доброкачественного, что особенно актуально при выявлении заболеваний молочных желез [8].

На термограмме (рис. 5, а) визуализируется гипотермическое образование в правой молочной железе. Градиент температуры между очагом и соседними тканями составляет  $-(-1,14-1,28)^\circ\text{C}$ , что является признаком кистовидных включений.

Термограмма левой молочной железы (рак Педжета) представлена на рис. 5, б. Наличие злокачественного образования подтверждено цитологическими исследованиями. Зона гипертермии левой молочной железы характеризуется градиентом температуры  $+(2,69-3,24)^\circ\text{C}$ .



**Рис. 5. Гипотермическое образование (стрелки 1–3) в правой молочной железе (а); гипертермия в области соска левой молочной железы (б)**



**Рис. 6. Термограммы нижних конечностей со спазмом мелких артерий дистальных отделов и начальный процесс ВБ (а,б); ВБ II–III ст. (в, г)**

**Термографія судудистых патологий.** На рис. 6, а, б представленны термограммы нижних конечностей со спазмом мелких артерий дистальных отделов с начальным процессом варикозной болезни (ВБ), а также термограммы со спазмом мелких артерий дистальных отделов и ВБ II–III ст. (см. рис. 6, в, з).

**Выводы.** Выполненная работа продемонстрировала широкие возможности и перспективность современного диагностического метода ДИТ в раннем выявлении различных патологий БО.

### Литература

1. Тепловізійна діагностика раннього виявлення захворювань людини / Є. Ф. Венгер, В. І. Дунаєвський, О. Г. Коллюх, Є. О. Солюйов // Електроніка і зв'язь. – Київ, 2006. – Ч. 2. – С. 79–83.
2. Diakides N. A. Medical Infrared imaging / N. A. Diakides, J. D. Bronzino // CRC Press Taylor Group LLC. – London, 2006. – 451 p.
3. Шушарин А. Г. Медицинское тепловидение – современные возможности метода / А. Г. Шушарин, В. В. Морозов, М. П. Половинка // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4.
4. Ammer K. (2006) Diagnosis of Raynaud's phenomenon by thermography. *Skin Res. Tech.*, 2: 182–185.
5. Head J. F. Breast thermography is a noninvasive prognostic procedure that predicts tumor growth rate in breast cancer patients / J. F. Head, F. Wang, R. L. Elliott, *Ann. – N. Y.*, 1993. – *Acad. Sci.*, 698: 153–158.
6. Ранняя диагностика заболеваний сосудов нижних конечностей с применением инфракрасной термографии / Л. Г. Розенфельд, Богдан Т. В., Тимофеев В. И., Венгер Е. Ф. и др. // Укр. мед. часопис. – 2011. – № 2 (82). – С. 1–3.
7. Выявление заболеваний щитовидной железы методом дистанционной инфракрасной термографии / В. И. Котовский, Н. Н. Коваленко, В. И. Дунаевский, Е. Ф. Венгер и др. // Матеріали III Міжнар. конф. «Біомедична інженерія і технологія». – Київ, 15–16 березня 2012. – С. 93–95.
8. Дистанционная инфракрасная термография как современный неинвазивный метод диагностики заболеваний / Л. Г. Розенфельд, А. В. Самохин, Е. Ф. Венгер, Т. В. Лобода и др. // Укр. мед. часопис. – 2008. – № 6 (68). – С. 1–6.