

Д.И. Заболотный¹, Л.Г. Розенфельд¹, Д.Д. Заболотная¹, В.И. Дунаевский³,
В.И. Котовский², В.И. Тимофеев³, С.С. Назарчук²

¹ГУ «Институт отоларингологии имени профессора А.С. Коломийченка НАМН Украины», Киев

²Институт физики полупроводников имени В.Е. Лашкарева НАН Украины, Киев

³Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Киев

Термографическая диагностика заболеваний околоносовых пазух

В работе представлены новые возможности применения дистанционной инфракрасной термографии как дополнительного метода диагностики воспалительных заболеваний ЛОР-органов. Метод является практически единственным допустимым при обследовании детей и беременных.

Ключевые слова: дистанционная инфракрасная термография, термографическая диагностика, ЛОР-органы, искривление носовой перегородки, градиент температур, синусит.

Введение

Термографический метод в оториноларингологии успешно применяют для диагностики заболеваний верхнечелюстных и лобных пазух (Митин Ю.В. и соавт., 1994; Заболотный Д.И. и соавт., 2006; Розенфельд Л.Г. и соавт., 2006; Пискунов С.Э., Калинин А.А., 2010; Розенфельд Л.Г. и соавт., 2011; Дурново Е.А. и соавт., 2012; Сергеев С.В. и соавт., 2014). Методика позволяет определить поверхностную температуру исследуемой анатомической области, изменения которой могут быть клиническим симптомом патологического процесса (Бергстрем Я. и соавт., 1983; Заболотный Д.И. и соавт., 2006; Дурново Е.А. и соавт., 2012).

Во многих странах успешно применяют термографические обследования для ранней диагностики и своевременного лечения выявленной болезни (Харченко В.П. и соавт., 1999; Ring E., Ammer K., 2000; Park J.V. et al., 2003; Ammer K., 2004; Венгер Э.Ф. и соавт., 2006; Ring E.F., 2006).

Причины заболеваний придаточных пазух носа самые разнообразные: инфекционные, врожденные, приобретенные и др. Известно, что воспалительный процесс в полости носа и околоносовых пазухах сопровождается локальной гипертермией (Бергстрем Я. и соавт., 1983; Митин Ю.В. и соавт., 1994; Заболотный Д.И. и соавт., 2006; Дурново Е.А. и соавт., 2012; Сергеев С.В. и соавт., 2014). Также известно, что воспаление приводит к нарушению кровообращения в тканях и потере их функции. Анатомическая близость носа и околоносовых пазух к глазницам и полости черепа, анастомозы их венозных и лимфатических сосудов определяют пути распространения инфекции и высокую частоту развития риногенных воспалительных интраорбитальных и интракраниальных осложнений (Палеев Н.Р. (ред.), 2002).

Искривление носовой перегородки, острые и хронические воспалительные процессы околоносовых пазух носа яв-

ляются распространенной патологией у лиц в возрасте 16–25 лет (~31,96%) (Розенфельд Л.Г. и соавт., 2011). Эти патологические состояния приводят к изменению термографического рисунка в области околоносовых пазух носа. Результаты исследований приведены в таблице.

Данные таблицы свидетельствуют о наличии значительной доли обследуемых с изменением термографического рисунка в области околоносовых пазух. Таким образом, уже с молодого возраста происходит формирование группы пациентов с высоким риском развития патологических изменений в области гайморовых пазух.

Обработка термограмм и установление диагноза не представляет для врача особых трудностей. Наличие термографа в кабинете врача-оториноларинголога позволило бы ему не только быстро, без каких-либо последствий для пациента диагностировать патологию ЛОР-органов, но и оценивать динамику течения заболевания и эффективность проводимого лечения.

Цель работы — исследование новых возможностей применения дистанционной инфракрасной термографии в диагностике воспалительных заболеваний ЛОР-органов.

Объект и методы исследования

Термографические обследования проводили на оборудовании и по методике, изложенной в работах Л.Г. Розенфельда и соавторов 2011 г. и Е.А. Дурново и соавторов 2012 г.

Результаты и их обсуждение

Качественно и детально визуализирована термотопография кожных покровов лицевой области при некоторых распространенных заболеваниях в оториноларингологии проиллюстрирована на рис. 1–13. В частности, на рис. 1 представлена термограмма больного с левосторонним гнойным гайморитом (термоасимметрия гайморовых пазух). Градиент температуры в зоне левой носовой пазухи лежит в диапазоне +1,17...+2,86 °С. После проведения соответствующего лечения градиент температуры снизился до +0,6...+1,1 °С.

На рис. 2 продемонстрирован острый пансинусит. Гомогенная гипертермия в проекциях пазух решетчатой кости, а также лобных и верхнечелюстных пазух с градиентом температуры до лечения +2,83 °С (рис. 2а), после лечения — +1,72 °С (рис. 2б) с положительной динамикой лечебного процесса.

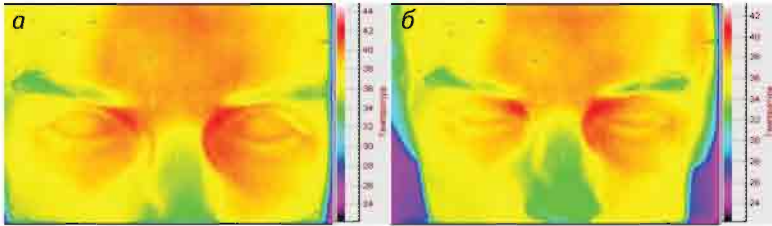
При патологических изменениях в околоносовых пазухах нарушается функ-



Таблица Патологические изменения носа и околоносовых пазух у молодых пациентов

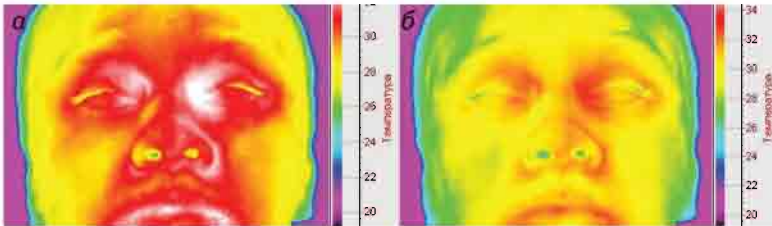
Изменение термографического рисунка в области придаточных пазух носа (n=38)				
Возраст, лет	16–18	18–20	20–22	22–25
Мужчины	2	1	10	4
Женщины	–	2	17	2
Искривление носовой перегородки (n=40)				
Мужчины	15	8	3	1
Женщины	6	3	2	2

Рис. 2



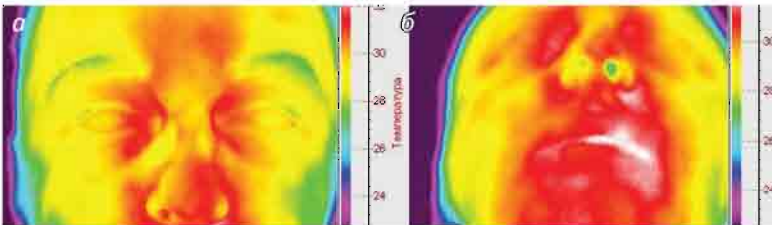
Пациент Ч., 26 лет. Термограмма пациента с острым пансинуситом до (а) и после лечения (б)

Рис. 3



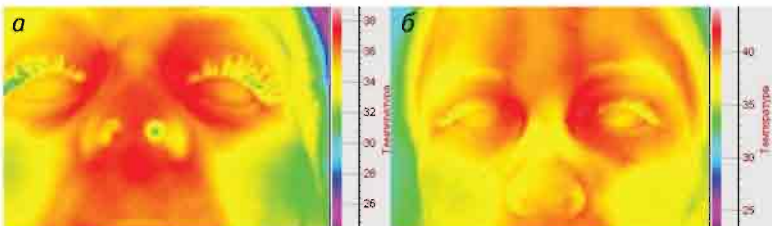
Пациент Я., 28 лет. Нарушение дыхательной функции через левую носовую полость до (а) и после лечения (б)

Рис. 4



Пациентка Ф., 19 лет. Гипертермия в области околоносовых пазух носа при двустороннем гайморите (а) и искривлении носовой перегородки (б)

Рис. 5



Пациентка С., 25 лет. Искривление носовой перегородки (а), нарушение дыхательной функции справа (б)

ция дыхания. Качественно и количественно оценить дыхательную функцию носовых полостей весьма затруднительно ввиду отсутствия простых методик проведения таких исследований. Эта проблема легко решается с помощью термографии путем определения площади сечения вдыхаемого воздуха через носовые полости.

Сужение носовых ходов приводит к изменениям некоторых особенностей акта дыхания, на основании которых можно определить степень тяжести (или стадию) процесса. Характерным примером нарушения носового дыхания является термограмма пациента, представленная на рис. 3 до лечения (рис. 3а) и после него (рис. 3б). Градиент температуры в обла-

сти правой гайморовой пазухи составляет $+1,36^{\circ}\text{C}$, левой — $+1,97^{\circ}\text{C}$. **Клинический диагноз:** острый экссудативный левосторонний гайморит и острый катаральный гайморит справа. После лечения в стационаре градиент температуры в области правой гайморовой пазухи составляет $+0,32^{\circ}\text{C}$, левой — $+0,64^{\circ}\text{C}$, что соответствует объективному статусу, объем вдыхаемого воздуха через левый и правый носовые ходы одинаковый (см. рис. 3б).

На рис. 4 представлена термограмма пациентки с двусторонним гайморитом (рис. 4а), искривлением носовой перегородки (рис. 4б). Градиент температуры в области левой гайморовой пазухи составляет $+0,89^{\circ}\text{C}$, в правой — $+1,57^{\circ}\text{C}$.

Нарушена функция дыхания через правую носовую полость. Гипертермия лобных пазух с градиентом температуры $+1,55^{\circ}\text{C}$.

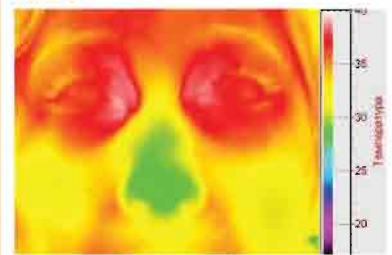
На рис. 5 изображена термограмма пациентки с нарушением функции дыхания, связанным с искривлением носовой перегородки (травма) (рис. 5а), и, как следствие — воспалительным процессом в области гайморовых пазух (рис. 5б). Градиент температуры в области левой гайморовой пазухи составляет $+1,04^{\circ}\text{C}$, правой — $+2,11^{\circ}\text{C}$. На рис. 5б наблюдаем нарушение дыхательной функции справа, вдыхаемый воздушный поток рассечен в результате травмы носовой перегородки, что отчетливо просматривается на показанной термограмме (см. рис. 5в).

При осложненном хроническом правостороннем гайморите (градиент температуры справа $+1,2^{\circ}\text{C}$, слева $+0,2^{\circ}\text{C}$) выявляли болезненность при пальпации верхне-внутреннего угла глазницы на пораженной стороне, отек век, что и наблюдаем на термограмме (см. рис. 6).

Термографическая диагностика заболеваний гайморовых пазух у детей

Диагностика синусита у детей представляет определенные сложности из-за нежелательности применения рентгенологических исследований, трудности общения с маленькими пациентами, затруднения в сборе анамнеза заболевания. Информативным диагностическим методом является дистанционная инфракрасная термография. Возможность проведения обследования без непосредственного контакта с пациентом позволяет оперативно получить информацию о состоянии здоровья обследуемого. По термограмме также возможно оценивать нарушение функ-

Рис. 6



Пациентка К., 31 год. Гипертермия в области глазниц, правосторонний гайморит

Рис. 7



Пациент Ч., 5,5 года. Двусторонний гайморит, нарушение функции дыхания

ции дыхания через носовые ходы, которая характеризует тяжесть заболевания и позволяет своевременно выявить анатомические дефекты носовой перегородки. Ниже приведены термограммы обследования детей разных возрастных категорий (см. рис. 7, 8).

На рис. 7 представлена термограмма ребенка с двусторонним гайморитом. Объем вдыхаемого воздуха через левую носовую полость значительно отличается от объема вдыхаемого воздуха через правую. Градиент температуры в области левой и правой гайморовой пазухи составляет $+1,7$ и $+1,1$ °C соответственно. При обследовании оториноларингологом выявлены аденоидные вегетации II степени.

На рис. 8 представлена термограмма ребенка в возрасте 12 лет. У него отмечают гипертермию в области левой и правой гайморовой пазухи. Градиент температуры слева $+1,08$ °C, справа — $+0,7$ °C. Визуализируется искривление носовой перегородки, гипертермия в лобной пазухе, отек век, гипертермия в области глазниц. На термограмме в области щитовидной железы регистрируется гипотермия с градиентом температуры $-1,17$ °C, что свидетельствует о функциональном нарушении органа, подтвержденном впоследствии клинически врачом-эндокринологом.

Термография околоносовых пазух у беременных

Диагностика синусита у беременных из-за вредного воздействия рентгеновского излучения затруднена. В этом случае термодиагностика является практически единственным методом определения состояния гайморовых и лобных пазух и позволяет провести дифференциальную диагностику патологии ЛОР-органов.

Термограммы пациенток с характерными жалобами при заболеваниях гайморовых и лобных пазух показаны на рис. 9.

Пациентка Д.: жалобы на слезотечение, затрудненное носовое дыхание, обильные выделения из носа. Термографически выявлено: искривление носовой перегородки, гипертермия в области внутреннего угла глазниц, гипертермия в области правой гайморовой пазухи с градиентом температуры $+0,83$ °C (рис. 9а).

Пациентка Л.: гипертермия лобных пазух, дефект носовой перегородки, термоасимметрия правой и левой гайморовой пазухи с градиентами температуры $+0,72$ и $+0,21$ °C соответственно, что объясняет состояние больной, связанное с воспалительным процессом слизистой оболочки носа (рис. 9б).

Пациентка К.: гипертермия в области левой гайморовой пазухи с градиентом температуры $+1,02$ °C, правой — $+0,62$ °C. Гипертермия обеих глазниц. Данные термографии подтверждают диагноз воспаления гайморовых пазух (рис. 9в).

Аналогичная картина наблюдается и у пациентки, термограммы которой приведены на рис. 10. **Клинический диагноз:**

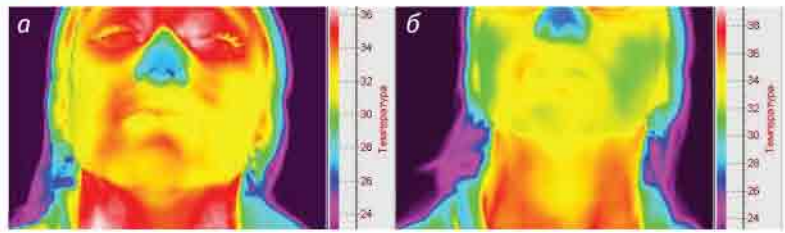
острый двусторонний экссудативный гайморит. Градиент температуры справа $+1,58$ °C, слева — $+1,41$ °C.

На рис. 11 представлена термограмма пациентки с правосторонним гайморитом, гиперплазией левой доли щитовидной

железы и остаточными явлениями ранее перенесенного бронхита. Градиент температуры в области задней проекции легких равен $+1,23$ °C.

При выполнении термографии легких у некоторых пациенток выявлена гипертер-

Рис. 8



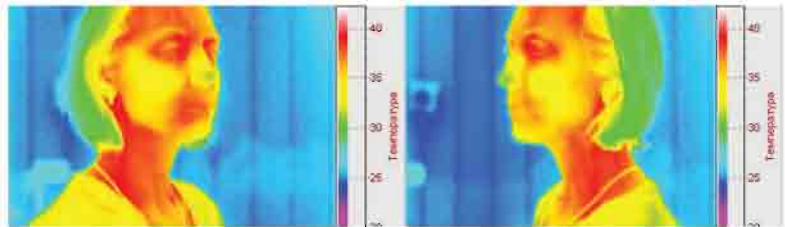
Пациент Т., 12 лет. Искривление носовой перегородки, гипертермия в области гайморовых пазух, глазниц (а) и гипотермия в области щитовидной железы (б)

Рис. 9



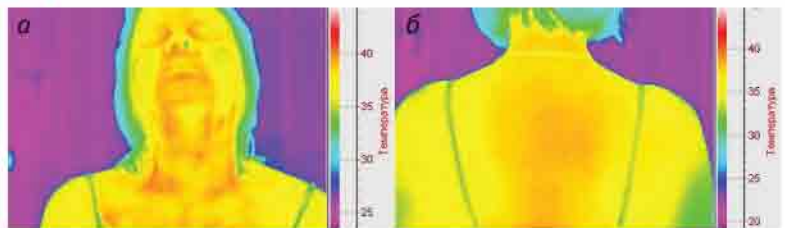
Пациентка Д., 27 лет, беременность 31 нед (а); пациентка Л., 31 год, беременность 24 нед (б); пациентка К., 30 лет, беременность 20 нед (в)

Рис. 10



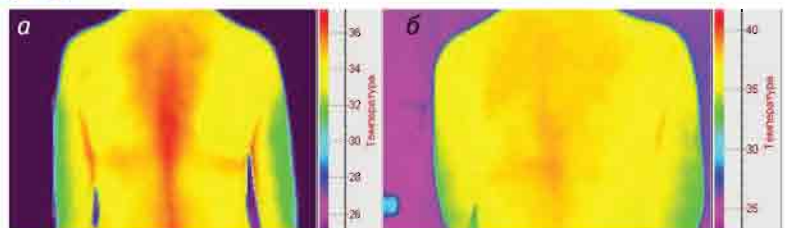
Пациентка М., 30 лет, беременность 15 нед. Острый двусторонний экссудативный гайморит

Рис. 11



Пациентка К., 34 года, беременность 14 нед. Правосторонний гайморит, гиперплазия левой доли щитовидной железы (а), бронхит (б)

Рис. 12



Термограммы пациенток с гипертермией в области задней проекции легких до (а) и после (б) лечения

Рис. 13



Пациентка С., 35 лет, беременность 26 нед. Искривление носовой перегородки (а), гипертермия лобной пазухи (б), нарушение дыхательной функции справа, правосторонний гайморит (в)

мия в области задней проекции легких, характерная для бронхолегочной патологии. Градиент температуры в области задней проекции легких до лечения составляет $+1,23\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 12а), после — $+0,78\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 12б).

Термограмма пациентки С., 35 лет (26-я неделя беременности), с искривлением носовой перегородки, нарушением дыхательной функции через правую носовую полость, гипертермией лобной пазухи представлена на рис. 13. Градиент температуры правой гайморовой пазухи $+1,96\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Выводы

Термографическое обследование с применением современных термографов является эффективным неинвазивным диагностическим методом при заболеваниях верхнечелюстных и лобных пазух. Этот метод диагностики является практически единственным допустимым при обследовании детей и беременных. Каждое новое поколение термографов расширяет диагностические возможности метода и определяет целесообразность его применения в медицинской практике.

Использование дистанционной инфракрасной термографии как дополнительного метода диагностики позволяют также выявлять ряд патологических изменений в организме человека.

Список использованной литературы

- Бергстрем Я., Кузнецов В.М., Кукуй Л.М. и др.** (1983) Тепловые проявления на поверхности тела человека глубинных патологических процессов. Журнал технической физики, 53(1): 138–142.
- Венгер Е.Ф., Дунаевский В.И., Колоух О.Г. та ін.** (2006) Тепловізійна діагностика раннього виявлення захворювань людини. Електроніка і зв'язь, 2: 79–83.

Дурново Е.А., Марочкина М.С., Хомутинова Н.Е. и др. (2012) Возможности инфракрасной термографии в комплексной диагностике заболеваний челюстно-лицевой области. Современные проблемы науки и образования (<http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6657>).

Заболотный Д.И., Розенфельд Л.Г., Колотило Н.Н. и др. (2006) Новые возможности дистанционной инфракрасной термографии в оториноларингологии. Журн. вушних, носових і горлових хвороб, 5: 2–5.

Митин Ю.В., Розенфельд Л.Г., Подворный В.Н. (1994) Неионизирующие методы лучевой диагностики заболеваний околоносовых пазух. Здоров'я, Киев, 112 с.

Палеев Н.Р. (ред.) (2002) Справочник врача общей практики. Эксмо, Москва, 928 с.

Пискунов С.Э., Калинин А.А. (2010) Особенности температурной реакции слизистой оболочки полости носа после воздействия синусфорте. Рос. Ринол., 2: 22–24.

Розенфельд Л.Г., Дехтярев Ю.П., Мироненко С.А. и др. (2011) Тепловизионная диагностика в оценке состояния здоровья молодежи в возрасте от 16 до 25 лет. Электроника и связь. Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии». Биомедицинские приборы и системы, 4: 122–125.

Розенфельд Л.Г., Колотило Н.Н., Заболотная Д.Д. и др. (2006) Первый опыт применения отечественного дистанционного инфракрасного термографа с матричным фотоприемником в оториноларингологии. Журн. вушних, носових і горлових хвороб, 5: 135–136.

Сергеев С.В., Григорькина Е.С., Смогнов В.В. и др. (2014) Комплексное применение термографии и местной термометрии в диагностике, прогнозировании, моделировании течения и оценке эффективности лечения острого синусита. Вестн. оториноларингологии, 5: 52–54.

Харченко В.П., Коробкина Е.С., Минкин А.У. (1999) Новые направления в лучевой диагностике распространенных злокачественных опухолей верхней челюсти, слизистой оболочки полости носа и околоносовых пазух. Вопр. онкологии, 45(1): 53–59.

Ammer K. (2004) Thermology 2003 — A computer-assisted literature survey with a focus on nonmedical applications of thermal imaging. Thermol. Int., 14(1): 5–36.

Park J.V., Kim S.H., Lim D.J. et al. (2003) The role of thermography in clinical practice: review of the literature. Thermol. Int., 13: 77–78.

Ring E., Ammer K. (2000) The technique of infrared imaging in medicine. Thermol. Int., 10(1): 7–14.

Ring E.F. (2006) The historical development of thermometry and thermal imaging in medicine. J. Med. Eng. Technol., 30(4): 192–198.

Термографічна діагностика захворювань навколососових пазух

Д.І. Заболотний, Л.Г. Розенфельд, Д.Д. Заболотна, В.І. Дунаєвський, В.І. Котовський, В.І. Тимофеев, С.С. Назарчук

Резюме. У роботі подано нові можливості застосування дистанційної інфрачервоної термографії як додаткового методу діагностики запальних захворювань ЛОР-органів. Метод є практично єдиним допустимим при обстеженні дітей та вагітних.

Ключові слова: дистанційна інфрачервона термографія, термографічна діагностика, ЛОР-органи, викривлення носової перегородки, градієнт температур, синусит.

Thermographic diagnostic of paranasal sinuses diseases

D.I. Zabolotny, L.G. Rosenfeld, D.D. Zabolotnaya, V.I. Dunayevsky, V.I. Kotovsky, V.I. Timofeev, S.S. Nazarchuk

Summary. New possibilities of remote-sensing infrared thermography as an additional diagnostic method of the ENT-organs inflammatory diseases are presented in the article. The method is actually only valid for the examination of children and pregnant women.

Key words: remote-sensing infrared thermography, thermographic diagnostic, ENT-organs, curvature of the nasal septum, temperature gradient, sinusitis.

Адрес для переписки:

Заболотная Диана Дмитриевна
03057, Киев, ул. Зоологическая, 3
ГУ «Институт отоларингологии
имени профессора А.С. Коломийченка
НАМН Украины»
E-mail: dianazab@ukr.net

Получено 09.12.2015

Редакційне уточнення

У друкованому номері 6(110) XI/XII 2015 журналу «Український медичний часопис» поруч зі статтю «Есть ли разница в эффективности и безопасности оригинатора и генерика?» логотипи були розміщені помилково. Власники логотипів не володіють правами інтелектуальної власності на зазначену статтю та правами на її розміщення у номері журналу.

Від ТОВ «УА «Про-фарма»:

Товариство з обмеженою відповідальністю «УНІВЕРСАЛЬНЕ АГЕНТСТВО «ПРО-ФАРМА» не має претензій до редакції журналу «Український медичний часопис» у зв'язку з розміщенням знака для товарів і послуг товариства у грудневому номері журналу «Український медичний часопис», яке сталося з технічних причин.