

ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГІЯ

УДК 616.216-002-073.65:535-15

*О.О. Карчинський**Харківський національний медичний університет***ДІАГНОСТИКА ЗАПАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ
НАВКОЛОНОСОВИХ ПАЗУХ ЗА ДОПОМОГОЮ
ДИСТАНЦІЙНОЇ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ТЕРМОГРАФІЇ
(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

Базуючись на отриманих у ході дослідження результатах, встановлено інформативність дистанційної інфрачервоної термографії в діагностиці та оцінюванні ефективності лікування хворих з гострими навколоносовими синуситами. Було створено уніфіковану тепловізію методу кількісного та якісного аналізу розподілу і динаміки аномальних теплових полів людини на термограмах при цій патології, у зв'язку з чим вдалося підвищити якість діагностики та ефективність лікування хворих на гострі риносинусити. В огляді наведено дані щодо дистанційної інфрачервоної термографії в медицині і в оториноларингології зокрема.

Ключові слова: *діагностика, інфрачервона термографія, навколоносові пазухи, температура, тепловізор.*

На сучасному рівні розвитку медицини проблема діагностики різних патологічних станів ЛОР-органів залишається досить актуальним питанням. Неадекватне проведення діагностичних заходів на ранніх етапах розвитку захворювання нерідко призводить до виникнення ускладнень або затяжного перебігу патологічного процесу.

Загальновідомо [1, 2], що найоб'єктивнішим критерієм розвитку патологічного процесу є яскраво виявлена клінічна картина захворювання на пізній стадії розвитку, в той час як пацієнти вже на ранніх етапах захворювання можуть пред'являти ряд скарг. Таким чином, використання спеціальних діагностичних заходів дозволяє прогнозувати виникнення, розвиток та перебіг патологічного процесу, своєчасно призначити і провести адекватне лікування, стежити за його ефективністю, уникнути можливості розвитку тяжких ускладнень.

Сьогодні при захворюваннях ЛОР-органів використовуються різні методи дослідження:

рентгенографія, комп'ютерна і магнітно-резонансна томографія, ультразвукове дослідження. Однак вони мають низку недоліків, серед яких: відставання динаміки рентгенологічних ознак від клінічних проявів [3]; суб'єктивність інтерпретації даних дослідження; недоцільність застосування для контролю ефективності лікування; метод комп'ютерної томографії дорогий, вимагає спеціального устаткування, великих витрат часу і наявності досвідченого персоналу [4]. Але найбільш істотний недолік – інвазивність дослідження через шкідливу дію іонізуючого випромінювання на організм людини. Крім того, існують абсолютні протипоказання до проведення МРТ-дослідження: наявність металу в організмі пацієнта (металеві протези, кардіостимулятори, судинні кліпси, імпланти тощо).

Таким чином, перераховані методи, незважаючи на переваги і високу інформативність, мають певні показання до використання і залишаються на даний час досить дорогими, що не дозволяє застосовувати їх як скринінг-

© О.О. Карчинський, 2016

метод в обстеженні пацієнтів із захворюваннями ЛОР-органів.

У той самий час у медицині широко використовуються методи, засновані на вимірюванні температури тіла, яка є універсальним відображенням життєдіяльності людини. Практично при всіх захворюваннях зміни температурних показників є найпершим симптомом, що вказує на хворобу [5, 6]. Про функціональні і метаболічні зміни, що супроводжуються порушенням мікроциркуляції у вогнищі патологічного процесу, можуть свідчити температурні зміни [7]. Просторовий розподіл температури допомагає визначити точну локалізацію патологічного процесу.

Одним із сучасних методів реєстрації температури досліджуваної ділянки є інфрачервона термографія.

Теплобачення – це не тільки вимірювання температурного рельєфу поверхні об'єкта, хоча за допомогою тепловізора можна визначити температуру в кожній точці даного об'єкта. Ключова частина терміна «теплобачення» є «бачення» (в даному випадку – синонім слова «зір»). Бачення – це інформаційний процес, що дозволяє оглянути об'єкт цілком, виділити у нього суттєві ознаки, розпізнати і класифікувати.

Багато патологічних процесів змінюють нормальний розподіл температури на поверхні тіла, причому в багатьох випадках зміни температури випереджають інші клінічні прояви, що дуже важливо для ранньої діагностики та своєчасного лікування. Саме тому інфрачервона термографія як метод функціональної діагностики останнім часом завоює все більше визнання в різних ланках медицини, науки та клінічної практики [8–10].

Існують дані про те, що лікарі Стародавнього Єгипту обмазували тіла своїх пацієнтів тонким шаром червоної глини і, стежачи за зміною кольору глини в міру її висихання, спостерігали розподіл температури різних частин шкірного покриву тіла людини. Отже, тепловізорна діагностика – це втілення на сучасному рівні ідеї, якій кілька тисяч років.

Даний вид діагностики дозволяє оцінювати функціональні зміни в динаміці, тобто стежити за змінами при первинному обстеженні та безпосередньо протягом проведеного лікування. Термографія дозволяє уточ-

нювати локалізацію функціональних змін, активність процесу і його поширеність, характер змін – запалення, застійність або злоякісність.

Термографія – неінвазивний метод діагностики, який відрізняється простотою, безпекою та легкістю застосування. Фізіологічною основою термографії є збільшення інтенсивності інфрачервоного випромінювання над патологічними вогнищами (у зв'язку з посиленням у них гемодинаміки і метаболічних процесів) або зниженням його інтенсивності в ділянках зі зменшеним регіонарним кровотоком і супутніми патологічними змінами в тканинах і органах.

Заслуговують на певну увагу технічні можливості тепловізорів третього покоління. Принцип дії тепловізійних приладів заснований на перетворенні природного теплового випромінювання від об'єктів у видиме зображення. Обов'язковою умовою його формування є наявність температурного контрасту між об'єктом і фоном, а в межах контуру об'єкта – між його окремими елементами. У третьому поколінні тепловізорів відсутні оптико-механічні розгортки зображення, тому для них характерні велика швидкодія, порівняно малі маса, габарити і енергоспоживання, крім того, вони відрізняються безшумною роботою при високому відношенні сигнал / перешкода. Їм властиві гарна якість зображення і можливість зв'язку з сучасними комп'ютерами, що дозволяє робити цифрову обробку зображення в реальному часі.

Найбільш поширені матричні інфрачервоні камери третього покоління мають температурну чутливість до $0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$, часовий дозвіл 100–200 кадрів у секунду і просторовий дозвіл $(3-5) \cdot 10^{-5}$ м на основі матриць 320×240 точок (пікселів).

На відміну від більшості застосовуваних у сучасній медицині методів обстеження, інфрачервона термографія задовольняє критеріям діагностичних методів, які можуть застосовуватися для профілактичного обстеження [11]. У цьому випадку враховується безпека для здоров'я пацієнта і лікаря, тому що апарати тільки реєструють теплове випромінювання від поверхні тіла пацієнта, не випромінюючи; обстеження абсолютно нешкідливе, дистанційне, неінвазивне. Жоден з існу-

ючих діагностичних методів не має такої широти діагностичного діапазону, можливості виявлення одночасно багатьох груп захворювань. Даний метод є високоінформативним: достовірність тепловізійної діагностики при деяких захворюваннях наближається до 100 %, а в цілому становить для первинних обстежень величину близько 80 % [12, 13]. Важливо відмітити також низьку вартість обстеження, швидкість та простоту виконання, можливість застосування тепловізора для експрес-діагностики великих груп населення. Підготовка пацієнта до тепловізійного обстеження не вимагає проведення спеціальних заходів і займає короткий проміжок часу: потрібно тільки звільнити від одягу відповідні ділянки шкірного покриву за 5–7 хвилин до обстеження. Результати обстеження відображаються в режимі реального часу на моніторі комп'ютера, являють собою динамічне зображення термо-рельєфу шкірних покривів з реєстрацією цифрових точних показників шкірної температури, обов'язково записуються і архівуються.

Безперечною перевагою сучасної тепловізійної діагностики є здатність визначати захворювання задовго до його клінічного прояву і навіть при безсимптомному перебігу хвороби. Крім того, можливо обстежити весь організм відразу і в рамках одного звернення отримати достовірну інформацію про стан здоров'я пацієнта.

Порівняно та виявлено ефекти різних методів променевої діагностики (КТ, МРТ, УЗД та інфрачервоної термографії) за Л.Г. Розенфельдом зі співавт. (2006), результати подано у таблиці.

Таким чином, тепловізійний метод діагностики патологічних процесів недорогий, неінвазивний, високоінформативний, абсолютно нешкідливий. У більшості випадків його використовують для первинної діагностики, а результати доповнюють дані інших методик.

Інфрачервона термографія в ЛОР-практиці нині не має досить поширеного використання. У зв'язку з цим у літературі мало фактичного клінічного матеріалу. Наявні відомості про використання цього методу в дерматології, неврології, лікуванні хірургічної патології, гінекології, травматології, онкології, педіатрії та інших галузях медицини.

Тем не менше відомо, що розподіл температури над поверхнею проекцій пазух у нормі симетричний, різниця між симетричними зонами в нормі не перевищує 0,2–0,4 °С. Порушення симетрії служить одним з основних критеріїв тепловізійної діагностики захворювань. Кількісним виразом термоасиметрії служить різниця температур досліджуваних ділянок [14, 15].

Проте при дослідженні лицевої ділянки на термограмах можуть відмічатися різні артефакти. Поверхнево розташовані судини, вік пацієнта, товщина підшкірно-жирової клітко-

Порівняльна характеристика методів променевої діагностики

Показник	КТ	МРТ	УЗД	ІЧТ
Шкідливість	Променева навантаження	Нерухомість (до 25 хв), шум	Дуже низька	Абсолютно відсутня
Протипоказання	Вагітність	Електронні пристрої в організмі, наявність металевих предметів	Опіки, обмороження	Відсутні
Одночасне обстеження всіх органів і систем		Неможливо		Можливо
Визначення реактивності тканин і організму		Неможливо		Можливо
Визначення поширеності запального процесу	Неможливо		Можливо	
Можливість дослідження шкірних покривів		Неможливо		Можливо

Примітка. ІЧТ – інфрачервона термографія.

вини, коливання температури навколишнього середовища можуть зумовити ділянки гіпертермії, що може призвести до діагностичних помилок [16, 17].

Медичне застосування термографії почалося в 60-х роках минулого століття, і дотепер досягнуто великого розуміння теплового випромінювання в фізіології людини і залежності між температурою шкіри і кровообігом. Метод застосовується при вирішенні різних завдань, перш за все таких, як діагностика захворювань і контроль ефективності лікування.

Кілька наукових робіт присвячені використанню інфрачервоної термографії при запальних захворюваннях і новоутвореннях навколоносових пазух [18, 19]. За засобами тепловізійного дослідження визначалися контури і площа світіння в ділянці верхньощелепних пазух, лобових пазух, гратчастого лабіринту, інтенсивність світіння в біологічно активних точках.

Отримані результати допомагали визначити ступінь і тяжкість захворювання, допомагали здійснювати контроль ефективності лікування [20].

У літературі зустрічаються відомості про використання інфрачервоної термографії для проведення діагностики та диференційної діагностики доброякісних і злоякісних новоутворень [21, 22]. У даних роботах було відображено, що за допомогою термографічного методу дослідження можливо проводити уточнюючу діагностику стадії злоякісного процесу, вивчати взаємодію неспецифічних і специфічних елементів термосеміотики.

В оториноларингології термографію використовують при перевірочних дослідженнях і відборі осіб для подальшої уточненої діагностики уражень навколоносових пазух на основі розробленої термографічної семіотики патологічних станів ЛОР-органів.

Список літератури

1. Вайнер Б. Г. Матричное тепловидение в физиологии: исследование сосудистых реакций, перспирации и терморегуляции у человека / Б. Г. Вайнер. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2004. – 96 с.
2. 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.

Діагностика синуситів у дітей представляє певні складнощі через небажаність застосування рентгенологічних досліджень, труднощі спілкування з маленькими пацієнтами, труднощі у збиранні анамнезу захворювання. Інформативним діагностичним методом є дистанційна інфрачервона термографія. Можливість проведення обстеження без безпосереднього контакту з пацієнтом дозволяє оперативно отримати інформацію про стан здоров'я обстежуваного.

Діагностика синуситів у вагітних через шкідливий вплив рентгенівського випромінювання утруднена. В цьому випадку термодіагностика є практично єдиним методом визначення стану гайморових і лобових пазух і дозволяє провести диференційну діагностику патології ЛОР-органів.

Радою з наукових досліджень Американської медичної асоціації зазначено, що термометрія дає додаткову інформацію в клініці різних захворювань і її застосування вимагає подальших досліджень [23–26].

Отже, теплобачення – це швидкий, нешкідливий, неконтактний і безболісний для пацієнта спосіб з'ясувати достовірну інформацію про функціонування «теплової машини» його організму. Більш того, з появою теплобачення відкрилися нові можливості не тільки для отримання багатьох достовірних відповідей про хвороби людини, а і для постановки правильних запитань при проведенні додаткової діагностики.

Таким чином, безсумнівно, актуальним є поглиблене вивчення змін інфрачервоного випромінювання, його кількісних і якісних характеристик, термотопографії судинного рисунка, змін градієнта температур шкірних покривів лицевої ділянки з метою підвищення якості діагностики різних патологічних станів, прогнозування перебігу процесу і попередження розвитку ускладнень в оториноларингології.

3. *Иваницкий Г. Р.* Тепловидение в медицине / Р. Г. Иваницкий // Вестник РАН. – 2006. – Т. 76, № 1. – С. 48–58.
4. Динамический тепловизионный контроль состояния глаза в послеоперационном периоде фактоэмульсификации катаракты / Н. Р. Лопатинский, Т. Г. Каменских, Д. А. Усанов [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2010. – Т. 6, № 2. – С. 346–350.
5. *Алыпova Е. Е.* Диагностические возможности инфракрасной термографии в клинической практике врача-интерниста / Е. Е. Алыпova, В. Г. Дейнега // Запорожский медицинский журнал. – 2005. – № 2 (28). – С. 106–108.
6. *Голованова М. В.* Возможности термодиагностики в медицине / М. В. Голованова, Ю. П. Потехина. – Н. Новгород, 2011. – 164 с.
7. *Мамонова Е. Ю.* Нарушение гемодинамики при краниовертебральной патологии у подростков / Е. Ю. Мамонова, М. Ю. Калинина // Сибирский медицинский журнал. – 2008. – Вып. 2, № 3. – С. 17–19.
8. Современные медицинские тепловизоры / Г. С. Мельников, В. М. Самков, Ю. И. Солдатов [и др.] // Прикладная оптика – 2010 : IX Междунар. конф. : материалы конф. – СПб., 2010. – С. 11–17.
9. *Меркулов В. Г.* Комплексная термографическая диагностика некоторых заболеваний ЛОР-органов / В. Г. Меркулов // Новости оториноларингологии и ЛОР-патологии. – 2000. – № 3 (23). – С. 163–168.
10. Место и роль дистанционной инфракрасной термографии среди современных диагностических методов / Ю. П. Дехтярев, В. И. Ничипорук, С. А. Мироненко [и др.] // Электроника и нанотехнологии : материалы науч.-техн. конф. – К., 2010. – С. 192–195.
11. Тепловізійна діагностика раннього виявлення захворювань людини / Є. Ф. Венгер, В. І. Дунаєвський, О. Г. Коллюх [та ін.] // Электроника и связь. – 2006. – № 2. – С. 79–83.
12. Возможности инфракрасной термографии в комплексной диагностике заболеваний челюстно-лицевой области / Е. А. Дурново, Ю. П. Потехина, Н. Е. Хомутишникова, Н. А. Янова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – Режим доступа к журн. : <http://www.science-education.ru/104-6657>.
13. Ранняя диагностика заболеваний сосудов нижних конечностей с применением инфракрасной термографии / Л. Г. Розенфельд, Т. В. Богдан, В. И. Тимофеев [и др.] // Укр. мед. журн. – 2011. – № 2. – С. 28–30.
14. *Ткаченко Ю. А.* Клиническая термография (обзор основных возможностей) / Ю. А. Ткаченко, М. В. Голованова, А. М. Овечкин. – Н. Новгород : Союз восточной и западной медицины, 1998. – 270 с.
15. Новые возможности дистанционной инфракрасной термографии в оториноларингологии / Д. И. Заболотный, Л. Г. Розенфельд, Н. Н. Колотилов [и др.] // Журнал ушных, носовых і горлових хвороб. – 2006. – № 5. – С. 2–5.
16. Первый опыт применения отечественного дистанционного инфракрасного термографа с матричным фотоприемником в оториноларингологии / Л. Г. Розенфельд, Н. Н. Колотилов, Д. Д. Заболотная [и др.] // Журнал ушных, носовых і горлових хвороб. – 2006. – № 5. – С. 135–136.
17. *Митин Ю. В.* Неионизирующие методы лучевой диагностики заболеваний околоносовых пазух / Ю. В. Митин, Л. Г. Розенфельд, В. Н. Подворный. – К. : Здоров'я, 1994. – 112 с.
18. *Власов И. П.* Применение тепловидения в медицине / И. П. Власов // Тепловизионные приборы, направления развития и практика применения в медицине : Тр. Всесоюз. конф. – Л., 1981. – Ч. 2. – С. 42–45.
19. Thermal infrared imaging: a novel method to monitor airflow during polysomnography / J. N. Murthy, J. van Jaarsveld, J. Fei [et al.] // Sleep. – 2009. – V. 32, № 11. – P. 1521–1527.
20. The role of thermography in clinical practice: review of the literature / J. V. Park, S. H. Kim, D. J. Lim, T. H. Cho // Thermol. Int. – 2006. – № 13. – P. 77–78.

21. Вальский В. В. О возможности дифференциальной диагностики опухолей зрительного нерва по данным КТ / В. В. Вальский // Заболевания, опухоли и травматические повреждения орбиты : сб. науч. трудов междунар. симпозиума. – М., 2005. – С. 67–69.

22. Клюкин Л. М. Скрининг и мониторинг опухолевых новообразований с помощью метода диагностической контактной термографии / Л. М. Клюкин // Медицинская техника. – 2010. – № 3. – С. 7–12.

23. Комплексное применение термографии и местной термометрии в диагностике, прогнозировании, моделировании течения и оценке эффективности лечения острого синусита / С. В. Сергеев, Е. С. Григорькина, В. В. Смогунов [и др.] // Вестн. оториноларингологии. – 2014. – № 5. – С. 52–54.

24. Шушарин А. Г. Медицинское тепловидение – современные возможности метода / А. Г. Шушарин, В. В. Морозов, М. П. Половинка // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4. – Режим доступа к журн. :

www.science-education.ru/98-4726.

25. Ring E. F. The historical development of thermometry and thermal imaging in medicine / E. F. Ring // J. Med. Eng. Technol. – 2006. – V. 30, № 4. – P. 192–198.

26. A computer tool for the fusion and visualization of thermal and magnetic resonance images / G. L. Bichinho, M. A. Gariba, I. J. Sanches [et al.] // J. Digit. Imag. – 2009. – V. 22 (5). – P. 527–534.

А.А. Карчинский

ДИАГНОСТИКА ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ОКОЛОНОСОВЫХ ПАЗУХ С ПОМОЩЬЮ ДИСТАНЦИОННОЙ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Основываясь на полученных в ходе исследования результатах, установлена информативность дистанционной инфракрасной термографии в диагностике и оценке эффективности лечения больных с острыми околоносовыми синуситами. Была создана унифицированная тепловизионная методика количественного и качественного анализа распределения и динамики аномальных тепловых полей человека на термограммах при этой патологии, в связи с чем удалось увеличить качество диагностики и эффективность лечения больных острыми риносинуситами. В обзоре приведены данные, касающиеся инфракрасной термографии в медицине и в оториноларингологии в частности.

Ключевые слова: диагностика, инфракрасная термография, околоносовые пазухи, температура, тепловизор.

О.О. Karchynskyi

DIAGNOSIS OF SINUSES INFLAMMATORY PROCESSES BY REMOTE INFRARED THERMOGRAPHY (LITERATURE REVIEW)

Based on results which were obtained from the research, it was set informative of the remote infrared thermography in diagnosing and assessing treatment efficacy in patients with acute paranasal sinusitis. It was created the unified thermal method of quantitative and qualitative analysis of the distribution and dynamics of anomalous thermal fields on humans in this pathology in connection with what it could improve the quality of diagnosis and effectiveness of the treatment the patients with acute rhinosinusitis. In the survey the data of remote infrared thermography in medicine and otorhinolaryngology in particular were presented.

Keywords: diagnosis, infrared thermography, paranasal sinuses, temperature, thermal imager.

Поступила 15.02.16