

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В.М. ГЛУШКОВА

**БІОЛОГІЧНА І МЕДИЧНА
ІНФОРМАТИКА ТА
КІБЕРНЕТИКА
(БМІК-2013):**

**МАТЕРІАЛИ
ЩОРІЧНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ШКОЛИ-СЕМІНАРУ**

Київ – 2013

ТЕПЛОВІЗІЙНИЙ КОНТРОЛЬ РІВНЯ ТОКСИЧНИХ РЕАКЦІЙ ПРИ ХІМІОРАДІОТЕРАПІЇ

*Шустакова Г.В., Вінник Ю.О., Єфимова Г.С., Глущук М.І.,
Гордієнко Е.Ю., Фоменко Ю.В.*

*Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І.Веркіна НАН
України; Харківський обласний клінічний онкологічний центр*

Вступ.

Будь-яка зміна стану здоров'я людини проявляється зміною температури її внутрішніх органів, що відбивається у змінах теплових полів на поверхні шкіри і слизової оболонки. На вимірюванні та аналізі інфрачервоного випромінювання цих полів заснована медична термографія (МТ) – унікальний, повністю неінвазивний дистанційний метод функціональної клінічної візуалізації. МТ використовується у двох основних напрямках – (1) діагностика та (2) контроль динаміки захворювання і ефективності лікування.

На сьогоднішній день в Україні щогодини діагностується 18 випадків захворювання раком, а на обліку у зв'язку з онкозахворюваннями знаходяться більше 1 мільйона українців. Основним терапевтичним методом лікування всіх видів злоякісних новоутворень в усьому світі є хіміорадіотерапія (ХРТ) – агресивний метод лікування, який має ряд серйозних побічних ефектів у вигляді системних токсичних реакцій з боку системи гемопоезу, серцево-судинної та інших життєво-важливих систем організму, та локальних побічних ефектів, зокрема радіодерматити, мукозити. Обидві групи побічних ефектів залежать від дозування та фракціонування та обсягів променевої терапії, вибору протипухлинного препарату та схеми введення і можуть привести хворого до стану непереносимості подальшого лікування.

Реакція організму на ХРТ індивідуальна, а її прогнозування є дуже важливим для вибору і коректної реалізації плану протипухлинного лікування. На даний момент не існує методів прогнозування високого рівня токсичних реакцій (наприклад, мукозиту).

Мета.

Ми вважаємо, що динаміка розподілу теплових полів на поверхні шкіри онкологічних пацієнтів в процесі ХРТ відображає розвиток побічних ефектів, а на ранній стадії лікування ці поля містять інформацію про схильність людини до подальшого розвитку високого рівня токсичних реакцій. Тому метою цих досліджень було виявлення та аналіз особливостей розподілу і динаміки теплових полів на поверхні шкіри онкологічних пацієнтів та зв'язку цих особливостей з рівнем токсичних реакцій при лікуванні методами ХРТ.

Результати.

Дослідження було проведено з використанням розроблених у ФТІНТ НАН України двох моделей медичних тепловізорів: системи зі скануванням на основі одноелементного фотоприймача азотного рівня охолодження

(спектральний діапазон 8-14 мкм, температурна чутливість 0,1 °С, просторова розподільна здатність 1,5 мрад та частота кадру 1 Гц.) та системи на основі мікроболометричної матриці, що не охолоджується, форматом (384x288) елементів (спектральний діапазон 8-14 мкм, температурна чутливість 0,07°С, просторова розподільна здатність 1 мрад та частота кадру 10 Гц).

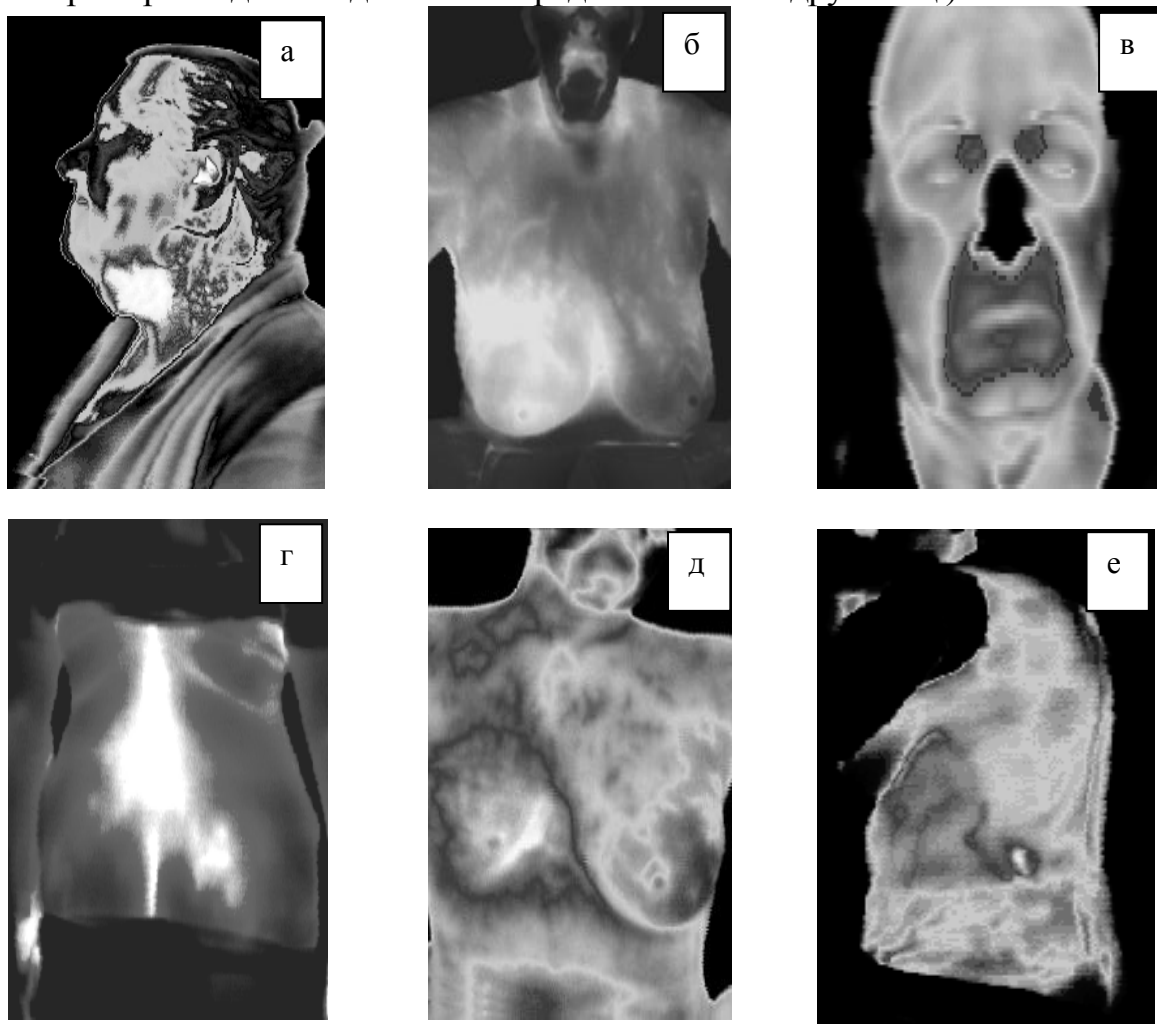


Рис. 1. Тепловізійний контроль токсичних реакцій на ХРТ та інших ускладнень стану здоров'я онкологічних пацієнтів протягом лікування:

а) термограма пацієнта з гострим мукозитом та радіаційним дерматитом після повного курсу РТ за методом класичного фракціонування з приводу раку великої слинної залози;

б) тепловізійне зображення радіаційного дерматиту за 2 тижня після закінчення повного курсу РТ методом класичного фракціонування (доза 66 Гр., область гіпертермії з градієнтом температури $\Delta T \approx 4^{\circ} \text{C}$);

в) термограма обличчя пацієнта зі злоякісною пухлиною гортані після 1-го циклу ХРТ, що проводилась за допомогою обладнання "Trilogy-3D System" у лікарні Чикагського університету, США. Обширна область гіпертермії навколо рота (на термограмі темного кольору) прогнозує подальший розвиток сильного мукозиту в процесі лікування;

- г) термограма пацієнта через 20 хвилин після внутрішньопорожнинної РТ;
- д) термограма запалення шва після видалення молочної залози та повного курсу РТ;
- е) бокова термограма пацієнта з імплантаційним метастазом в рубці після правосторонньої нефректомії з приводу пухлини нирки.

До досліджень було залучено близько 100 онкологічних пацієнтів Інституту медичної радіології ім. С.П. Григор'єва НАМН України (м. Харків, Україна), Hospitals of Chicago University (USA) та Харківського обласного клінічного онкологічного центру (Україна). Було проаналізовано кількісними методами понад тисячі теплових зображень (термограм) як первинних пацієнтів з метою діагностики, так і пацієнтів, які отримували лікування методами ХРТ, з метою контролю рівня токсичних реакцій та загального контролю їх стану протягом лікування.

В результаті проведених досліджень було виявлено зв'язок теплових аномалій на шкірі пацієнта та їх динаміки протягом лікування з рівнем токсичних реакцій на ХРТ. Крім того, регулярне загальне тепловізійне обстеження пацієнтів протягом лікування дозволило виявити нові осередки злякисних новоутворень, метастази та інші ускладнення стану здоров'я пацієнтів. На рисунку приведено приклади термограм з виявленими тепловими аномаліями, відповідними різним побічним ефектам.

Висновки.

Дослідження довели, що тепловізійний метод може бути ефективно використаний у ядерній медицині при всіх видах та методах РТ для контролю рівня токсичних реакцій та інших ускладнень стану здоров'я онкологічних пацієнтів протягом лікування, а саме:

- для контролю рівня радіаційного дерматиту і мукозиту та їх динаміки;
- для прогнозування на ранній стадії ХРТ виникнення при подальшому лікуванні високого рівня токсичних реакцій (радіодерматиту, мукозиту тощо);
- для контролю за виникненням в процесі лікування нових осередків злякисних новоутворень, метастазів та інших ускладнень стану здоров'я.

Робота виконана при фінансовій підтримці НАН України у рамках науково-технічного проекту «Розробка аналізатора теплових полів для наукових досліджень» (Програма наукового приладобудування НАН України).