



# Obrazowanie termiczne w ocenie oparzeń

## Thermal imaging in burns diagnostics

Beata Englisz-Jurgielewicz<sup>1</sup>, Armand Cholewka<sup>1</sup>, Karolina Ziółkowska<sup>2</sup>, Teresa Kasprzyk<sup>1</sup>,  
Marek Kawecki<sup>2,3</sup>, Justyna Glik<sup>2</sup>, Mariusz Nowak<sup>2</sup>, Karolina Sieroń<sup>4</sup>, Agata Stanek<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytut Inżynierii Biomedycznej, Uniwersytet Śląski w Katowicach, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice, e-mail: englisz.beata@gmail.com

<sup>2</sup> Centrum Leczenia Oparzeń Siemianowice Śląskie, Katedra i Klinika Ogólnej Chirurgii Naczyniowej i Transplantacyjnej, Śląski Uniwersytet Medyczny, ul. Francuska 20/24, 40-027 Katowice

<sup>3</sup> Katedra Nauk o Zdrowiu, Akademia Techniczno-Humanistyczna, ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała

<sup>4</sup> Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Zakład Medycyny Fizykalnej Katedry Fizjoterapii, Medyków 12, 40-752 Katowice

<sup>5</sup> Katedra i Oddział Chorób Wewnętrznych, Angiologii i Medycyny Fizykalnej, Wydział Nauk Medycznych w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, ul. Batorego 15, 41-902 Bytom

### Streszczenie

### Abstract

W ostatnich latach nastąpił ogromny rozwój w zastosowaniu termowizji w medycynie. Wizualizacja rozkładu temperatury ludzkiego ciała stanowi bardzo cenne informacje diagnostyczne, odzwierciedlając istotne procesy metaboliczne zachodzące w organizmie. W związku z powyższym, wszystkie odstępstwa od typowej wartości temperatury badanego fragmentu ciała mogą świadczyć o nieprawidłowości w fizjologii organizmu.

Niniejsza praca prezentuje pierwsze doświadczenia naszej grupy badawczej w pokazaniu znaczenia nieinwazyjnej techniki obrazowania ciała człowieka, która może być przydatna w diagnostyce oparzeń.

Mając na celu szybkie, bezbolesne oraz łatwo dostępne diagnozowanie ran oparzeniowych, termowizja może stanowić pomocnicze urządzenie do automatycznego wyznaczania obszarów wymagających leczenia chirurgicznego oraz wyodrębnienia obszarów nadających się do leczenia zachowawczego.

Grupę badawczą stanowiło 25 pacjentów zakwalifikowanych w zakresie stopnia IIa, IIb oraz III. Badania zostały przeprowadzone we współpracy z Centrum Leczenia Oparzeń im. dr. Stanisława Sakiela w Siemianowicach Śląskich pod opieką lekarzy zespołu chirurgicznego.

Wstępna analiza termograficzna obszarów zainteresowania wskazuje na różnice w wartościach średnich temperatur pomiędzy obszarami objętymi oparzeniem a obszarami sąsiadującymi.

There was dynamic increase in use of thermal imaging in medicine during last two decades. Visualization of body surface thermal map brings some important diagnostic information about metabolically activity of the inner tissue and the differences in observed body temperature in comparison with normal body temperature range may suggest disease process occurring. Presented studies are the first step of our research group in the thermal imaging of skin burns.

It seems that non-invasive, fast and simply in use thermovision may bring some important and useful information in evaluation of skin burns.

The study included 25 patients suffered from skin burns in IIa, IIb and III stage. The study was carried out at Burn Treatment Center memorial Dr Stanislaw Sakiel in Siemianowice Śląskie.

Preliminary analysis showed some differences in mean temperature characterized areas in II and III burn stage.

**Słowa kluczowe:** termowizja, diagnostyka oparzeń

**Key words:** Thermal imaging, burn diagnosis

otrzymano / received:

23.01.2020

poprawiono / corrected:

30.01.2020

zaakceptowano / accepted:

04.02.2020

## Wprowadzenie

Zastosowanie termowizji w medycynie bardzo intensywnie rozwinęło się w ostatnich latach. Wizualizacja rozkładu temperatury powierzchni ciała może nieść bardzo ważne informacje odzwierciedlające procesy zachodzące wewnątrz organizmu człowieka [1-3].

Oparzenie to uraz powodujący uszkodzenie skóry, tkanki podskórnej, a nawet narządów, które może powstać w wyniku oddziaływania ciepła, prądu, substancji chemicznej czy promieniowania. Skóra jako najbardziej zewnętrzna warstwa ciała stanowi zarówno barierę ochronną, jak i powłokę ciała, poprzez którą zachodzi wymiana ciepła między organizmem a otoczeniem. W przypadku jej uszkodzenia może dojść do zagrożenia życia i zdrowia w wyniku niedokrwienia tkanek. Właściwe natlenowanie i ukrwienie obszarów oparzonych to najważniejsze działanie ratunkowe [4-6].

Kryterium diagnostyczne, na podstawie którego podejmowana jest decyzja co do dalszego postępowania leczniczego, opiera się na klasyfikacji rany oparzeniowej względem jej głębokości, jak również względem obszaru objętego uszkodzeniem tkanki.

Istnieje kilka podziałów głębokości ran oparzeniowych. Najczęściej stosowanym w praktyce klinicznej jest obecnie podział na stopnie: I, IIa, IIb, III oraz IV, oparty jest on na wyglądzie rany, obrazie histopatologicznym oraz zdolności tkanki do samoistnego gojenia. Z diagnostycznego punktu widzenia największy problem stanowią oparzenia pośrednie IIa i IIb. W tym przypadku określenie stopnia jest o tyle ważne, iż stopień IIa prawdopodobnie wygoi się samoistnie, a IIb kwalifikuje się do leczenia chirurgicznego [7, 8].

Martwica tkanek będzie skutkowałą zanikiem metabolizmu. W związku z powyższym tkanki objęte martwicą powinny charakteryzować się niższą temperaturą niż otaczające je tkanki zdrowe, czy też oparzone, ale nie w stadium martwicy [9-11].

Niniejsza praca ma na celu próbę zaprezentowania możliwości zastosowania obrazowania termicznego jako metody diagnostycznej umożliwiającej ilościową ocenę stopnia oparzenia powierzchniowego poprzez określenie obszaru rany i możliwości klasyfikacji rany do dalszego leczenia.

## Materiał i metodyka

Badania zostały przeprowadzone we współpracy z Centrum Leczenia Oparzeń im. dr. Stanisława Sakiela w Siemianowicach Śląskich pod opieką lekarzy zespołu chirurgicznego. Grupą badawczą stanowiło 25 pacjentów poddanych operacji chirurgicznej po zakwalifikowaniu stopnia oparzenia w większości przypadków IIb lub III.

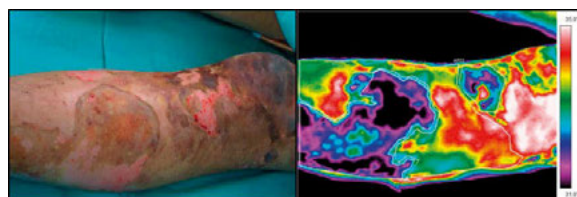
Obrazowanie termiczne wykonano za pomocą kamery termowizyjnej Termovision E60 Flir Systems o rozdzielczości matrycy detektora 320 x 240 i czułości temperaturowej 0,05°C. Pacjenci przed przystąpieniem do badań byli poddani procesowi aklimatyzacji do temperatury otoczenia, która wynosiła średnio 23,9°C, wilgotność 22%.

Do analizy wybrano obszary objęte częściowo lub całkowicie stopniem oparzenia na poziomie IIa, IIb oraz III podlegającego leczeniu chirurgicznemu.

## Wyniki i analiza

Rysunki 1-3 przedstawiają obrazy termiczne i odpowiadające im zdjęcia cyfrowe dla wybranych obszarów oparzeń kończyn dolnych (Rys. 1 i 2) oraz grzbietu (Rys. 3). Poniżej dla odpowiednich rysunków w tabelach zebrano średnie temperatury zaznaczonych obszarów.

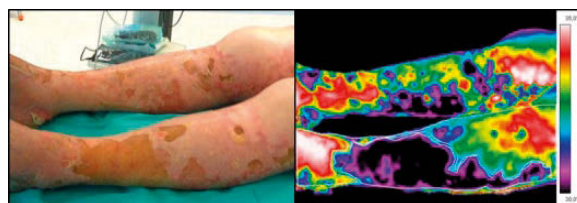
Uszkodzenie termiczne tkanki prowadzi do zaburzenia procesów metabolicznych. W związku z powyższym obszar dotknięty oparzeniem będzie charakteryzował się różną odpowiedzią termiczną w zależności od stopnia oparzenia i jego głębokości. Oparzenie tkanek powierzchniowych niewątpliwie



**Rys. 1** Termogram przedstawiający ranę oparzeniową kończyny dolnej pacjenta w stopniu IIb/III z zaznaczonymi obszarami zainteresowania oraz zdjęcie cyfrowe  
Źródło: Materiał własny.

Obszar	Temperatura średnia
AR01	31,7°C
AR02	33,8°C
AR03	32,8°C

Źródło: Opracowanie własne.

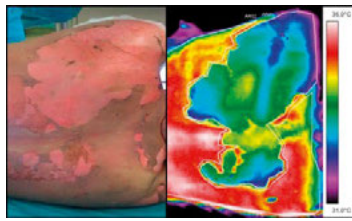


**Rys. 2** Termogram przedstawiający ranę oparzeniową pacjenta w stopniu IIb/III z zaznaczonymi obszarami zainteresowania  
Źródło: Materiał własny.

**Tabela 2** Wartości średnich temperatur obszarów powierzchniowych skóry

Obszar	Temperatura średnia
AR01	30,3°C
AR02	33,3°C

Źródło: Opracowanie własne.



**Rys. 3** Termogram przedstawiający ranę oparzeniową pacjenta w stopniu IIb/III z znaczącymi obszarami zainteresowania  
Źródło: Materiał własny.

**Tabela 3** Wartości średnich temperatur obszarów powierzchniowych skóry

Obszar	Temperatura średnia
AR01	34,0°C
AR02	35,1°C

Źródło: Opracowanie własne.


może wpłynąć na unaczynienie, skutkując tym samym wzmocnionym metabolizmem w przypadku oparzenia stopnia niższego lub jak w przypadku zniszczenia tkanek – martwicy, charakteryzuje się mocno upośledzonym metabolizmem [12-16].

Na przedstawionych termogramach (Rys. 1-3) zwraca uwagę różnorodność temperatury ciała w różnych obszarach. Wyraźnie widać, iż niektóre obszary są scharakteryzowane zdecydowanie niższą temperaturą niż pozostałe.

Warto zwrócić uwagę, na obszary AR01 oraz AR03 na rysunku 1, które odpowiadają obszarom opisanym jako oparzenie w stopniu IIb/III i może wskazywać na głębokie uszkodzenie tkanki miękkiej. Z kolei obszar sąsiadujący, który nie został zakwalifikowany do leczenia chirurgicznego oznaczony jako AR02, charakteryzuje się wyższą średnią temperaturą (nawet powyżej 1°C). Taka odpowiedź temperaturowa oparzonej skóry może sugerować stan zapalny, a nie proces martwicy i rokować na odbudowę zdrowej tkanki [17-19].

Podobna sytuacja ma miejsce u kolejnego pacjenta, którego podudzie zaprezentowano na rysunku 2. W tym przypadku różnica średnich temperatur dla analogicznych jak na rysunku 1 obszarów jest znacznie większa i sięga aż 3°C, sugerując znaczne istotne różnice w stopniu uszkodzenia tkanek opisywanych obszarów. Podobny obraz prezentuje rysunek 3, choć różnice w średniej temperaturze obszarów zainteresowania nie są tak drastyczne, jak w pozostałych.

## Podsumowanie

Wydaje się, iż wykorzystanie termowizji do wstępnej oceny oparzeń skórnych może stać się użytecznym narzędziem nie tylko w zakresie diagnostycznym przy ocenie wielkości obszaru oparzenia, ale również może posłużyć w klasyfikacji pacjentów do dalszego leczenia. 

## Literatura

1. A. Nowakowski (red.): *Postęp termografii – aplikacje medyczne*, Gdańsk 2001.
2. J. Bauer, P. Hurnik, J. Zdziarski, W. Mielczarek, H. Podbielska: *Termowizja i jej zastosowanie w medycynie*, Acta Bio-Optica et Informatica Medica, 1997.
3. A. Cholewka, G. Knefel, A. Stanek, M. Kawecki, M. Nowak, A. Sieroń, Z. Drzazga: *Thermal imaging and TC oximetry measurements of hyperbaric oxygen therapy (HBO) effects on trophic ulceration of the crura*, J J Therm Anal Calorim, 108(1), 2012, 25-31.
4. J. Strużyna: *Wczesne leczenie oparzeń*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2006.
5. S. Hettiaratchy, R. Pepini, P. Dziewulski: *ABC oparzeń*, Wydanie polskie pod red. J. Smerekiego, Górnicki Wydawnictwo Medyczne, Wrocław 2009.
6. M.A. Buchfelder: *Podręcznik pierwszej pomocy*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2011.
7. P. Gregory, I. Mursell: *Diagnostyka i postępowanie w ratownictwie medycznym*, Wydawnictwo Medyczne, Wrocław 2013.
8. D. Cenajek-Musiał, I. Okulicz-Kozaryn, M. Grześkowiak: *Stany zagrożenia życia: postępowanie lecznicze i leki stosowane w ratownictwie medycznym*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań 2009.
9. A. Cholewka, A. Stanek, A. Sieroń, Z. Drzazga: *Thermovision in physical medicine*, [in:] H. Podbielska, A. Skrzek (eds.): *Biomedical application of Thermovision*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2013.
10. A. Cholewka, G. Liszka, T. Walentek: *Medycyna hiperbaryczna – podstawy fizyczne*, [w:] A. Sieroń, G. Cieślak (red.): *Zarys medycyny hiperbarycznej*, a-medica Press wydanie II, Bielsko-Biała 2007.
11. A. Sieroń, G. Cieślak (eds.): *Basics Of Hyperbaric Medicine*, A-Medica Press, 2006, Bielsko-Biała.
12. M. Kawecki, G. Knefel, B. Szymańska, M. Nowak, A. Sieroń: *Aktualne wskazania i możliwości zastosowania hiperbarycznej terapii tlenowej*, Balneologia Polska, 4, 2006.
13. R.A. Neubauer, M. Walker: *Hyperbaric Oxygen Therapy*, Avery, 1998, New York.
14. A. Cholewka, G. Knefel, A. Stanek et al.: *Thermal imaging and TC oximetry measurements of hyperbaric oxygen therapy (HBO) effects on trophic ulceration of the crura*, J Therm Anal Calorim, 108 (1), 2012, 25-31.
15. E.F.J. Ring, K. Ammer: *The technique of infrared imaging in medicine*, Thermol. Intern., 10(1), 2000, 7-14.
16. J. Bauer, E. Dereń: *Standardization of Infrared thermal imaging in medicine and physiotherapy*, Acta Bio Opt Inform Med., 20(1), 2014, 11-20.
17. G. Liszka, B. Englisz, G. Knefel et al.: *Evaluation of hyperbaric oxygen therapy effects in ulceration of cruras studied by thermal imaging and planimetry – preliminary results*, Thermology International, 26, 2016, 16-18.
18. A. Cholewka, Z. Drzazga, A. Sieroń, A. Stanek, G. Knefel, M. Kawecki, M. Nowak: *Some Applications Of Thermal Imaging In Medicine*, [in:] Z. Drzazga, K. Śłosarek (eds.): *Some aspects of medical physics – in vivo and in vitro studies*, Monographs of Polish Journal of Environmental Studies, 2010.
19. J. Glik, A. Cholewka, B. Englisz, A. Stanek, K. Sieroń, K. Mikuś-Zagórska, G. Knefel, M. Nowak, M. Kawecki: *Thermal imaging and planimetry evaluation of the results of chronic wounds treatment with hyperbaric oxygen therapy*, Adv Clin Exp Med, 2018, doi: 10.17219/acem/92304.