

# Vaskularizacija in vaskularni učinki kot prognostični dejavniki za zdravljenje tumorjev z lokalnimi ablacijskimi tehnikami

Tadej Tomanič<sup>1\*</sup>, Črt Keber<sup>1</sup>, Jošt Stergar<sup>1,2</sup>, Boštjan Markelc<sup>3,4</sup>, Tim Božič<sup>3,5</sup>, Simona Kranjc Brezar<sup>3</sup>, Gregor Serša<sup>3,4</sup>, Matija Milanič<sup>1,2</sup>

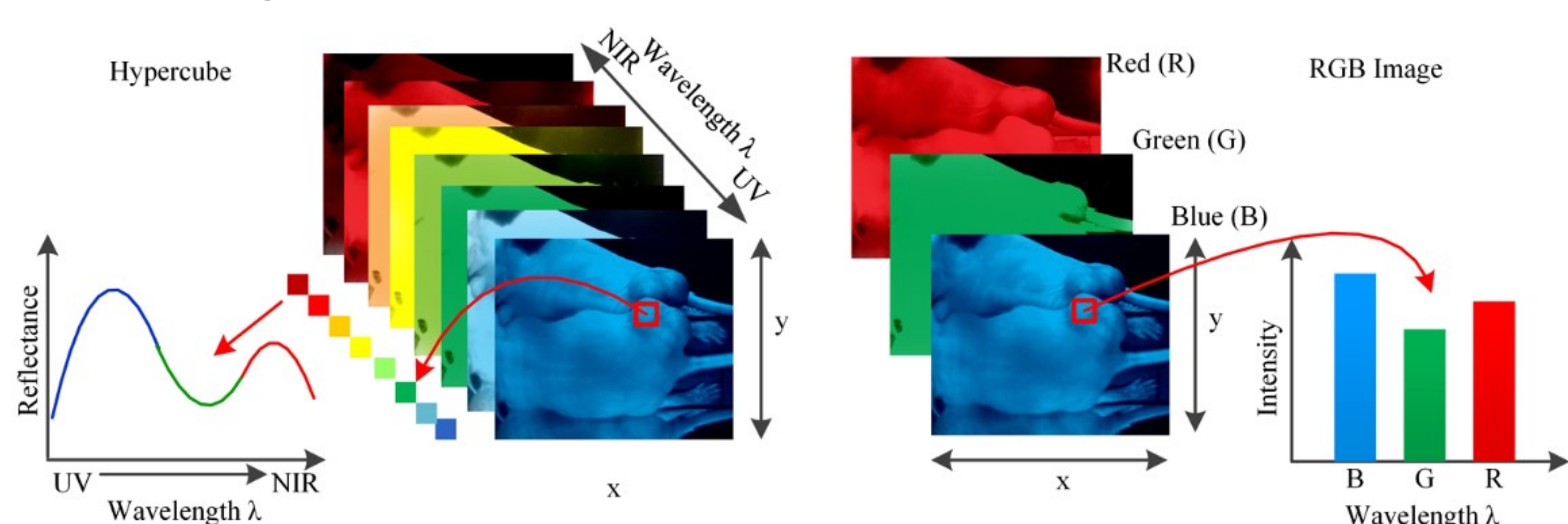


## MOTIVACIJA

Razumevanje **fizioloških**, **patoloških** in **morfoloških** sprememb v **tumorjih** in njihovem mikrookolju, vključno s **krvnimi žilami**, za natančno razlikovanje od zdravih tkiv in uspešno **diagnozo** bolezni.

## METODE

**Hiperspektralno slikanje** (HSI) je optična tehnika, ki združuje slikanje in spektroskopijo v vidnem in bližnjem infrardečem (NIR) spektralnem pasu za zajemanje hiperspektralnih slik (hiperspektralnih kock). Hiperspektralne slike vsebujejo spektre v vseh slikovnih elementih (piksljih). HSI lahko zagotovi prostorske informacije o fiziologiji, patologiji in morfologiji tumorskega tkiva.



**Optična profilometrija** (OP) zajame obliko površine tkiva in lahko zazna spremembe morfologije tumorskega tkiva ter omogoča izračun volumna tumorjev. Prav tako lahko s pomočjo OP popravimo izgubo signala pri HIS zaradi močno nagnjenih površin tumorskega tkiva.

### Lasersko slikanje s pegami

(LSCI) je optična slikovna tehnika za vizualizacijo pretoka krvi v realnem času, ki temelji na analizi interferenčnega vzorca peg (ang. speckle).

Podobno je **optična koherentna tomografija z varianco peg** (SV-OCT) slikovna metoda za funkcionalno optično slikanje, ki omogoča zajem volumetričnih slik pretoka krvi z visoko prostorsko in globinsko ločljivostjo.

Raziskava je bila izvedena v skladu z dovoljenjem UVHVVR Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, s smernicami za poskuse na živalih direktive EU (2010/63/EU) in slovenske zakonodaje.

### KONTAKT IN AFILIACIJE

\* E-naslov: [tadej.tomanic@fmf.uni-lj.si](mailto:tadej.tomanic@fmf.uni-lj.si)

<sup>1</sup> Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, 1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup> Institut "Jožef Stefan", 1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>3</sup> Oddelek za eksperimentalno onkologijo, Onkološki inštitut Ljubljana, 1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>4</sup> Zdravstvena fakulteta, Univerza v Ljubljani, 1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>5</sup> Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, 1000 Ljubljana, Slovenija

### ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujejo za finančno podporo Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), in sicer št. P1-0389, P3-0003 in J3-3083.

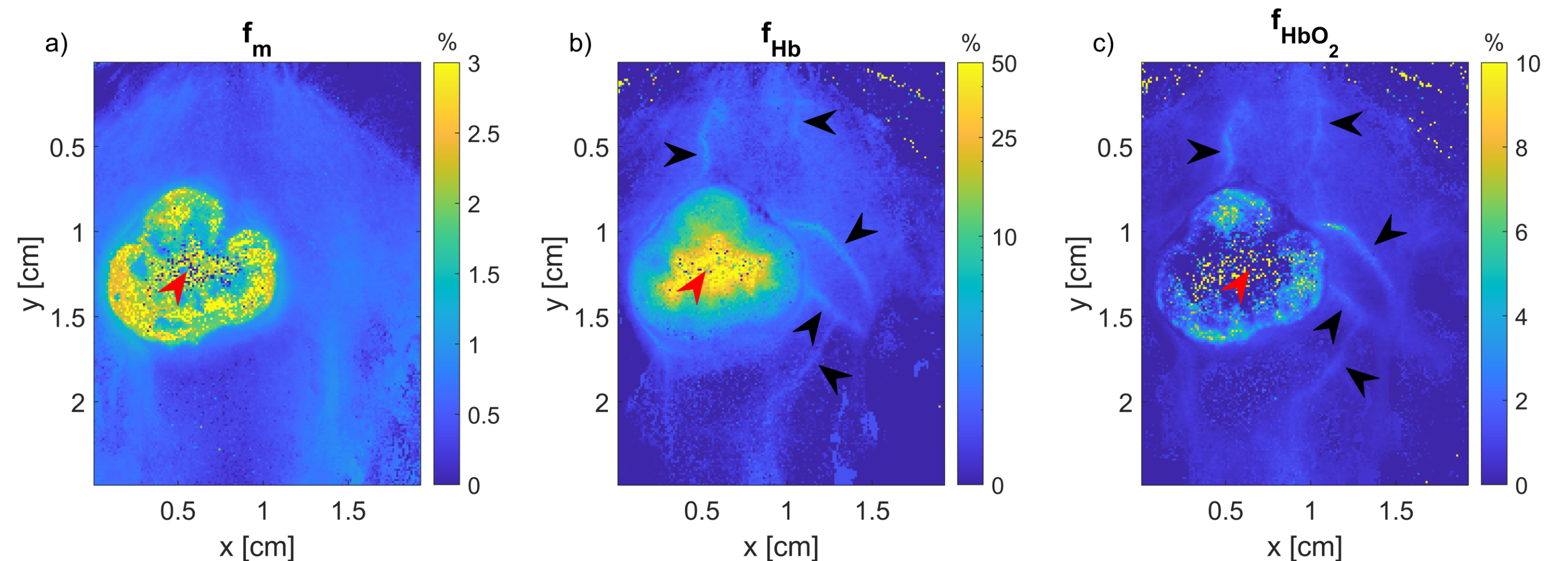
Univerza v Ljubljani

Fakulteta za matematiko in fiziko

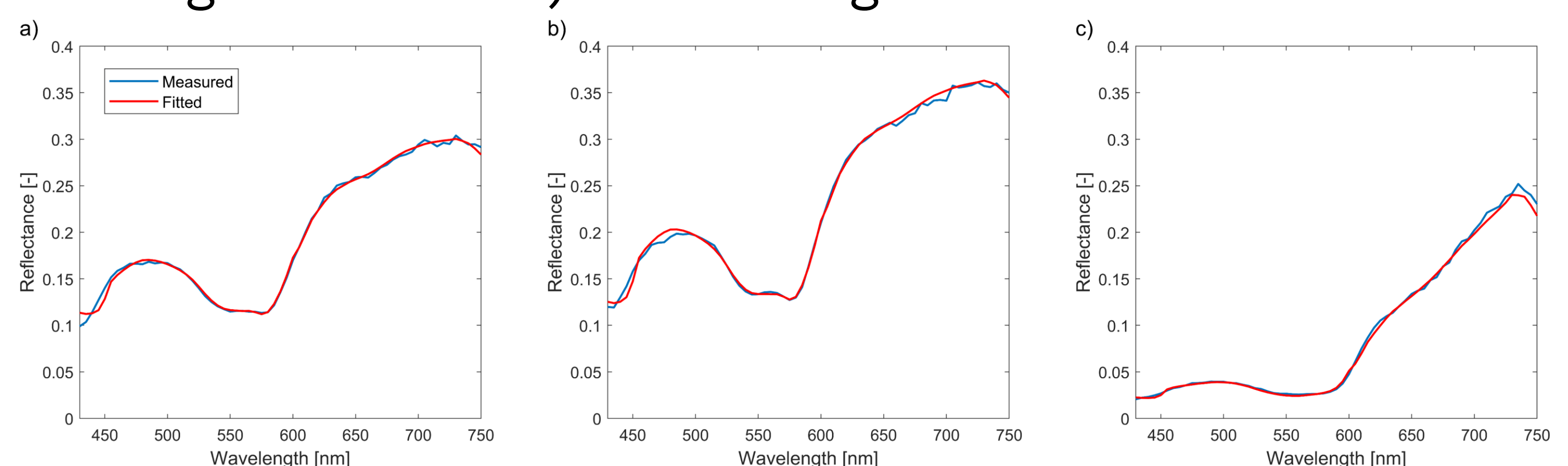


## APLIKACIJA

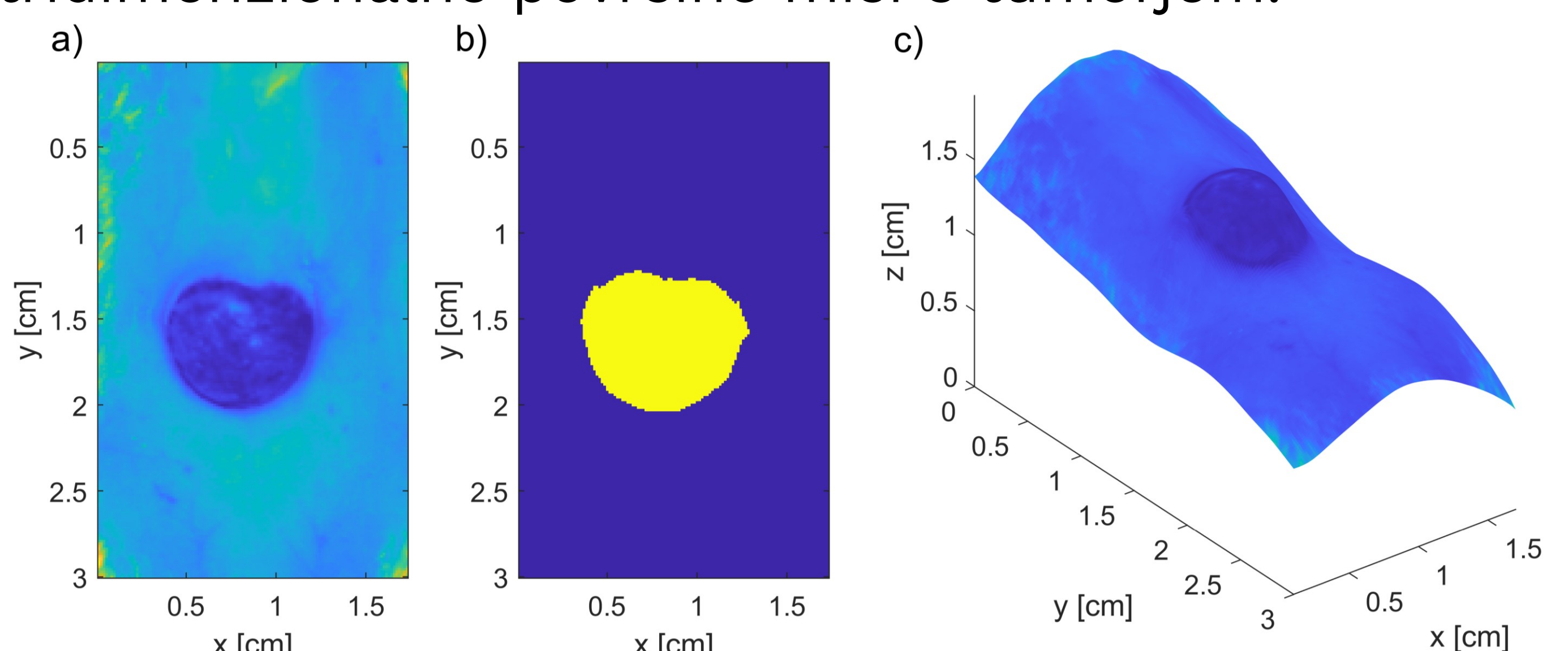
Prikaz zemljevidov fizioloških parametrov, določenih na osnovi hiperspektralne slike: volumski delež a) melanina, b) deoksihemoglobina, in c) oksihemoglobina.



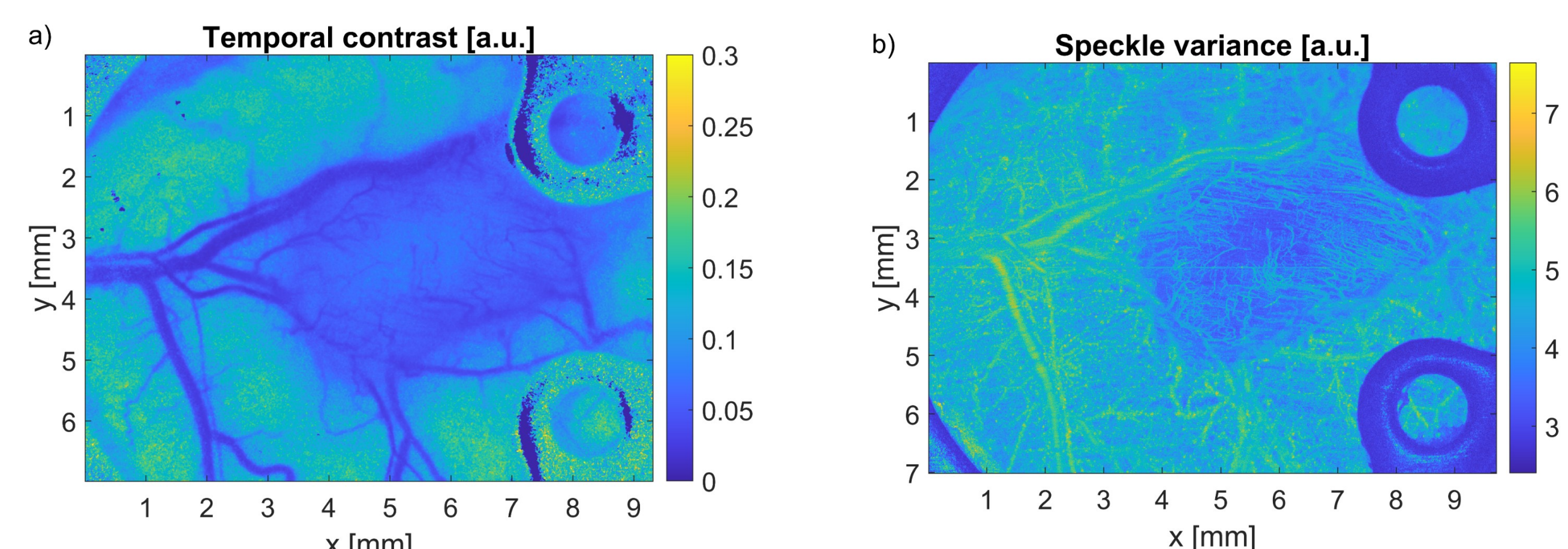
Primer spektrov a) manj in b) bolj oksigeniranega zdravega tkiva ter c) tumorskega tkiva.



Prikaz a) enega od spektralnih pasov hiperspektralne slike, b) segmentacijske maske tumorja in c) tridimenzionalne površine miši s tumorjem.



Primerjava pretoka krvi v tumorju in njegovi okolici za tehniki a) LSCI in b) SV-OCT 14 dni po nasaditvi tumorskih celic v dorzalnem oknu.



## ZAKLJUČKI

- S **kombiniranjem** različnih optičnih slikovnih tehnik lahko pridobimo pomembne informacije o tumorjih in njihovem mikrookolju, zlasti o krvnih žilah.
- Optične slikovne tehnike lahko omogočijo razvoj **hitrih** in **cenovno ugodnih** diagnostičnih naprav brez uporabe ionizirajočega sevanja za **diagnosticiranje bolezni** in **ocenjevanje uspešnosti zdravljenja** človeških tumorjev kože in podkožja.

## REFERENCE

- [1] D. Hanahan and R. A. Weinberg, "Hallmarks of Cancer: The Next Generation," *Cell* **144**(5), 646–674 (2011) [doi:10.1016/j.cell.2011.02.013].
- [2] D. Hanahan, "Hallmarks of Cancer: New Dimensions," *Cancer Discov* **12**(1), 31–46 (2022) [doi:10.1158/2159-8290.CD-21-1059].
- [3] G. Lu and B. Fei, "Medical hyperspectral imaging: a review," *J. Biomed. Opt* **19**(1), 010901 (2014) [doi:10.1117/1.JBO.19.1.010901].
- [4] S. A. Prahl, M. J. C. van Gemert, and A. J. Welch, "Determining the optical properties of turbid media by using the adding-doubling method," *Appl. Opt.* **32**(4), 559 (1993) [doi:10.1364/AO.32.000559].
- [5] G. Azzopardi et al., "Trainable COSFIRE filters for vessel delineation with application to retinal images," *Medical Image Analysis* **19**(1), 46–57 (2015) [doi:10.1016/j.media.2014.08.002].