

# 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>3,5</sup>, Gregor Serša<sup>3,4</sup>, Matija Milanič<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, Jadranska 19, 1000 Ljubljana, Slovenija*

<sup>2</sup> *Institut "Jožef Stefan", Jamova 39, 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*

Elektronski naslov: Tadej.Tomanic@fmf.uni-lj.si

---

Spremljanje krvnih žil med rastjo tumorjev, napredovanjem bolezni in po zdravljenju bi lahko zagotovilo dragocene diagnostične informacije ter izboljšalo znanje o tumorjih in njihovem mikrookolju. Tumorji za uspešno rast potrebujejo hranila in kisik, te potrebe pa zadovoljujejo s spodbujanjem angiogeneze - nastajanjem novih krvnih žil. Tako nastale krvne žile v tumorjih so na splošno neorganizirane, nepravilno oblikovane in puščajoče, kar lahko povzroči pomanjkanje kisika. Nenormalno ožilje posredno vpliva na terapevtski uspeh različnih načinov zdravljenja raka, kot sta radioterapija in elektrokemoterapija. Cilj tega projekta je neinvazivno spremljanje različnih modelov mišjih tumorjev med rastjo in po zdravljenju z uporabo optičnih slikovnih in spektroskopskih tehnik, vključno s hiperspektralnim slikanjem (HSI), optično profilometrijo (OP), laserskim slikanjem s pegami (LSCI) in optično koherentno tomografijo z varianco peg (SV-OCT).

HSI je obetavna optična tehnika, ki združuje slikanje in spektroskopijo v vidnem in bližnjem infrardečem (NIR) spektralnem pasu za zajemanje hiperspektralnih slik (kock), ki vsebujejo spektralne informacije v vseh slikovnih elementih (pikslih). HSI lahko zagotovi prostorske informacije o fiziologiji tumorskega tkiva (npr. oksigenaciji tkiva), patologiji (npr. spremenjeni presnovni aktivnosti) in morfologiji (npr. velikosti sipalcev v tkivu).

S pomočjo OP lahko zajamemo obliko površine tkiva in zaznamo spremembe morfologije tumorja ter izračunamo njegovo prostornino. Prav tako lahko z OP popravimo izgubo signala pri HSI zaradi močno nagnjenih površin tumorskega tkiva.

Po drugi strani je LSCI neinvazivna brezkontaktna optična slikovna tehnika, ki se široko uporablja v biomedicinskih aplikacijah za vizualizacijo pretoka krvi v realnem času. Temelji na analizi vzorca peg (ang. speckle), ki nastane zaradi naključne interference koherentne laserske svetlobe, ki jo razpršijo delci v biološkem tkivu, kot so rdeče krvničke (RBC). Gibanje delcev povzroči časovno spreminjanje jakosti odbite svetlobe, kar pri snemanju s kamero povzroči zameglitev vzorca peg, le-ta pa je neposredno povezana s pretokom krvi.

Podobno je SV-OCT slikovna metoda za funkcionalno optično slikanje, ki uporablja

nizkokoherenčno interferometrijo za pridobivanje volumetričnih slik pretoka krvi z visoko prostorsko in globinsko ločljivostjo. Tako kot pri LSCI se SV-OCT zanaša na večjo variabilnost vzorca peg na območju krvnih žil v primerjavi z okoliškim statičnim tkivom. Pegasti vzorec pri OCT nastane zaradi nihanja jakosti svetlobe od voksla do voksla, ki je posledica faznih razlik v polju povratnega sipanja zaradi prostorske porazdelitve sipajočih delcev v vzorcu.

S kombiniranjem različnih optičnih slikovnih tehnik lahko pridobimo pomembne informacije o tumorjih in njihovem mikrookolju, zlasti o krvnih žilah. Med drugim lahko kvantificiramo morfološke in fiziološke spremembe v tumorjih ter potencialno zagotovimo napovedne informacije za zdravljenje tumorjev in omogočimo spremljanje zdravljenja. 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.

*P19*