

OPONENTNÍ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Autor práce: Mgr. Jana Urzová

Název práce: Studium teplotních charakteristik tkání

Disertační práce Mgr. Jany Urzové je předložena v rámci doktorského studijního programu Biomedicínská a klinická technika na ČVUT v Praze na Fakultě biomedicínského inženýrství. Práce v rozsahu 112 stran je rozčleněna do deseti kapitol a zabývá se studiem dějů tepelné interakce a fotoablace při působení laserového paprsku na tkáně.

1. Aktuálnost tématu disertační práce

Problematika využití laserových technologií v lékařství je v současnosti aktuálním tématem jak ve výzkumu, tak i v aplikacích. Využívá se přitom výhod, které poskytuje laserový paprsek svojí přesností, opakovatelností, malou velikostí působení, možnostmi kontinuálního či pulzního módu. Navíc je proces interakce laserového paprsku s tkání bezkontaktní a nezpůsobuje závažnější poškození okolí. Výzkum těchto procesů probíhá na řadě pracovišť po celém světě s využitím teoretických i experimentálních prostředků s cílem tento složitý proces v maximální míře pochopit, kvantifikovat a využít získané poznatky k bezpečnějšímu a efektivnímu využití. Zvolené téma disertační práce je z tohoto pohledu velmi aktuální.

2. Splnění cílů disertační práce

Hlavním cílem disertační práce je na základě studia laser-tkáňových interakcí sestavit takový teoretický model rozvoje teplotního pole po ozáření tkáně pulsním laserovým paprskem, který by pro potřeby medicínských a biomedicínských aplikací umožňoval předpovídat časový průběh teploty ve zvoleném místě ozařované tkáně. Tento hlavní cíl je dále rozdělen do tří dílčích cílů, kterými jsou: 1) prozkoumat časovou závislost změn teploty tkáně při termální interakci, 2) určit hodnoty ablačních hloubek a ablačních prahů pro různé typy tkání, 3) sestavit algoritmus výpočtu tkáňových parametrů, které v modelu vystupují. Lze konstatovat, že všechny tři dílčí cíle byly splněny. Dokládají to zejména kapitoly 4, 7 a 8.

3. Metody a postupy řešení

Zvolené téma disertační práce vyžaduje komplexní řešení. Doktorandka podle mého správně zvolila kombinaci teoretického a experimentálního přístupu, který využívá možností počítačové simulace a měření procesu a konfrontuje jejich výstupy s výsledky hodnocení ozářených tkání. Ve výzkumu i samotné práci se odráží systematičnost.

4. Výsledky disertační práce a konkrétní přínosy

Disertační práce má z mého pohledu dva hlavní výsledky.

Prvním výsledkem je sestavení počítačového modelu termální interakce laserového paprsku s tkání včetně řešení hodnot vstupních termo-fyzikálních parametrů tkáně. Jeho výstupem jsou časové průběhy a prostorové rozložení teplot v tkáni. Použití tohoto modelu v porovnání s výsledky měření teplotního pole má konkrétní přínosy v kvantifikaci vlivu parametrů, zejména frekvence, na teplotu tkáně, kdy dochází v místě působení paprsku k akumulaci tepla a růstu teploty.

Druhým výsledkem je ověřená metodika experimentálního hodnocení vzniklých kráterů pomocí CT. Tato metoda se ukazuje jako velmi vhodná a přesná na rozdíl od jiných metod. Konkrétním přínosem jejího použití jsou pak nové informace o ablačních hloubkách a stanovení ablačních prahů různých tkání.

5. Význam pro praxi a rozvoj studijního oboru Biomedicínská a klinická technika

Uvedené výsledky disertační práce ve formě dvou nástrojů pro výzkum procesů interakce laserového paprsku s tkání jsou velmi významné pro uplatnění laserové technologie v praxi a současně přinášejí možnost dalšího rozvoje v navazujících pracích v rámci tohoto studijního oboru. Disertační práce navíc naznačuje konkrétní využití výsledků v léčbě onychomykózy a léčbě srdeční arytmie.

6. Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Předložená disertační práce je psaná srozumitelně. Její úprava je po jazykové i grafické stránce na vynikající úrovni. Svědčí o schopnosti předkladatelky jasně formulovat myšlenky a prezentovat je čtenáři vhodnou formou.

7. Připomínky a závěrečné zhodnocení disertační práce

Disertační práce se věnuje výzkumu působení pulzních laserů na materiál. Z tohoto pohledu v práci postrádám bližší informace o procesech, ke kterým dochází v rámci doby vlastního působení paprsku na materiál. Během této doby může krátkodobě docházet k dosažení vysokých povrchových teplot, které po skončení laserového pulzu rychle klesají na hodnoty dané akumulací tepla, tj. procesem odvodu tepla do hloubky materiálu do doby dalšího pulzu. Používání termínu maximální teplota v disertační práci mi v tomto kontextu přijde jako

poněkud zavádějící. Vhodnost zvoleného počítačového modelu a termovizního měření teploty pro charakterizaci tohoto pulzního procesu v práci postrádám a proto kladu následující otázky pro diskusi v rámci obhajoby práce:

- 1) Jaké jsou dostupné informace o dosahovaných maximálních teplotách povrchu materiálu v pulzu popř. rychlostech poklesu či efektivní hloubce ovlivnění při působení zvoleného typu laseru na tkáň?
- 2) Jaká teplota je důležitá pro poškození tkáň? Maximální teplota v pulzu či průměrná teplota daná celkovým ohřevem tkáň?
- 3) Lze vyvinutý počítačový model použít pro výzkum teplotního chování tkáň v rámci jednotlivých pulzů? S jakými omezeními? Pro jaké procesy by model dal nepřesné či zavádějící výsledky?
- 4) Lze pro výzkum teplotního chování tkáň v rámci jednotlivých pulzů využít termovizní kameru s mikrobolometrickými detektory, jaká byla využívána v této práci?

Předloženou disertační práci shledávám jako velmi kvalitní. Domnívám se, že touto prací autorka prokázala schopnosti samostatné vědecké práce i schopnosti analyzovat a prezentovat dosažené výsledky. Disertační práci proto (dle zákona č. 111/1998 Sb. §47) doporučuji k obhajobě.

V Plzni, 27.4.2018

Doc. Ing. Milan Honner, Ph.D.
Nové technologie - výzkumné centrum
Západočeská univerzita v Plzni