

# TERMOGRAFICKÉ HODNOCENÍ RADIOFREKVENČNÍ ABLACE STENTŮ EX VIVO

Vladan Bernard<sup>1</sup>, Tomáš Andrašina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biofyzikální ústav LF MU Brno, Czech Republic

<sup>2</sup>Faculty Hospital Brno, Department of Radiology, Brno, Czech Republic

## Souhrn

Častou překážkou implantovaných biliárních stentů je jejich neprůchodnost způsobená zarůstáním tkání, mnohdy v řádu již několika měsíců po zákroku. Tuto komplikaci lze řešit pomocí metody radiofrekvenční ablace tkáně, prováděné zavedením stentu s aktivní elektrodou a následnou tepelnou destrukcí tkáně v jejím okolí. Tento tepelný proces byl v rámci experimentů sledován pomocí bezkontaktní termografie. V rámci experimentů byly sledovány tepelné změny jak samotného stentu, tak okolní tkáně. Také byl popsán tepelný efekt monopolárního či bipolárního uspořádání radiofrekvenční ablace v případě kontaktu elektrody a materiálu stentu.

## Klíčová slova

radiofrekvenční ablace, stent, termografie

## Abstract

A common complication of implanted biliary stent is obstruction caused by overgrowing their tissues, often in a term of a few months after their implantation. This complication can be solved by using the method of radiofrequency tissue ablation, performed by the stent with active electrode and subsequent thermal tissue destruction in neighborhood of this electrode. This heating process was observed in this experiment by using contactless thermography method. Within the experiments we monitored thermal changes of both the stent and the surrounding tissue. The authors also described thermal effect of monopole or bipolar radiofrequency ablation, in the case of direct contact of electrode and the material of the stent.

## Keywords

radiofrequency ablation, stent, thermography

## Úvod

Paliace tumorů postihujících žlučové cesty patří dlouhodobě k problematice, která nedosahuje uspokojivých výsledků v celosvětovém měřítku. Obstrukční ikterus komplikuje jak primární terapii nádorového onemocnění, tak další léčbu při progresi nebo rekurenci onemocnění. I přes možnosti léčby obstrukce žlučových cest chirurgickou či endoskopickou cestou je stále velké množství pacientů, u kterých je perkutánní drenáž jedinou možností terapie cholestázy [1]. Optimální paliativní metodou pro tyto pacienty je zavedení metalického kovového stentu. Problémem je jeho časná okluze a rovněž řešení okluze metalického stentu. Možnost řešení okluze a zprůchodnění spočívá

například ve využití techniky radiofrekvenční ablace tkáně [2, 3, 4].

Základem radiofrekvenční ablace je přivedení střídavého proudu do ablované tkáně elektrodou nebo elektrodami. Můžeme využívat princip bipolární nebo monopolární ablace. Při bipolární ablaci střídavý proud přechází přes dvě elektrody uložené v cílové tkáni. Elektrody mohou být uloženy na jedné ablační jehle, katetru resp. do tkáni zavádíme jehel několik a bipolární ablaci provádíme přes jejich aktivní segmenty. Výhodou bipolární ablace je maximální využití RF energie generátoru a větší homogenita vytvořeného elektrického pole. Nevýhodou v případě využití jedné bipolární jehly jsou relativně malé ablační objemy. U více rozšířené monopolární ablace využíváme jednu

aktivní elektrodu umístěnou v cílové tkáni a jednu nebo více disperzních elektrod, které jsou připojeny k tělu pacienta. Tyto elektrody mají velkou aktivní plochu (přes 500 cm<sup>2</sup>) a tím i nízkou proudovou hustotu při aplikaci RF energie, tvorba tepla na disperzních elektrodách je proto minimální.

### Materiál a metody

Veškeré prezentované výsledky byly získány z *ex vivo* experimentů. Experimenty byly prováděny v prostředí čerstvých vepřových jater; v případě experimentů s modelem tkáně byl použit agarózový gel s elektrickou vodivostí shodnou s fyziologickým roztokem.

Pro experiment byly použity kovové dvojité pletené biliární stenty EGIS Biliary stents 10 mm x 80 mm, (Egis, S&G Biotech, Soul, Korea).

Pro radiofrekvenční ablací byl použit katetr EndoHPB 8F, 180 cm připojený ke generátoru 1500X RF pracujícím s frekvencí 460 kHz  $\pm$  5% (AngioDynamics, NY, USA).

Termografické snímky byly pořízeny pomocí infračervené kamery FLIR B200 (Flir Systems, Danderyd, Sweden) vybavené mikrobolometrickým tepelným detektorem s rozlišením 200×150 a spektrálním rozsahem vlnových délek elektromagnetického záření od 7.5 do 13  $\mu$ m. Absolutní přesnost měření je dána deklarovanou citlivostí přístroje výrobcem jako  $\pm$ 2°C či  $\pm$ 2% z měřeného rozsahu.

Jako referenční metody měření teploty byl použit termočlánek typu K (Fluke, Son, The Netherlands) připojený k multimetru METEX E32 (Metex Corporation, Seoul, Korea).

V rámci prováděných experimentů byl sledován vliv ohřevu tkáně, modelu tkáně či samotného stentu za podmínek:

- monopolární a bipolární ablace,
- změny pozice stentu vůči indifferenční plošné elektrodě,
- přímého vodivého kontaktu mezi aktivní elektrodou a materiálem stentu.

V případě monopolárního uspořádání byla indifferenční plošná elektroda umístěna pod použitou jaterní tkání. Stent byl umístěn do řezu provedeného v jaterní tkáni do hloubky tří centimetrů, a to symetricky a asymetricky vůči plošné elektrodě. Aktivní elektroda byla umístěna ve středu stentu s vodivým kontaktem s jeho materiálem. Radiofrekvenční pálení tkáně bylo provedeno za podmínek výstupní energie generátoru 60 W po dobu 10 minut. Termografické měření bylo realizováno snímáním ze vzdálenosti jednoho metru. Celý experiment byl prováděn při neměnné pokojové teplotě.

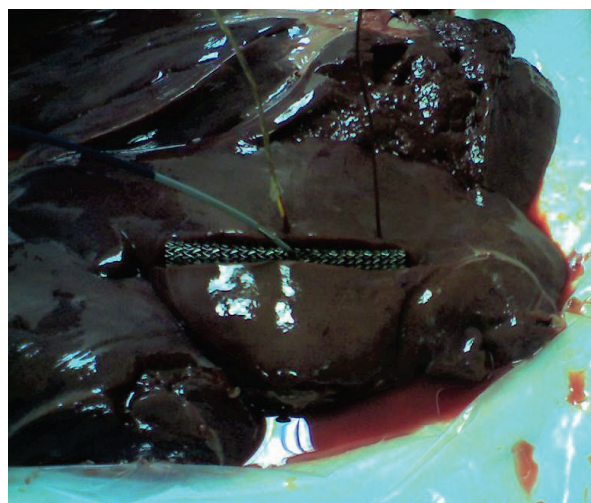
Získaná experimentální data v podobě termosnímků byla dále zpracována pomocí software FLIR QuickReport 1.2 (Flir Systems, Danderyd, Sweden), ImageJ 1.45s a Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corporation).

V realizovaných experimentech s ohledem na metodu snímání teplot pomocí termografických metod nebylo cílem zjištění absolutních teplot během výkonu, ale rozložení teplotních polí a jejich srovnání při různých parametrech ablace. Chyba měření teploty byla stanovena na  $\pm$ 2°C, dle údajů uváděných výrobcem termografického přístroje Flir.

### Výsledky a diskuze

Realizované *ex vivo* experimenty byly prováděny na vepřových játrech za pokojové teploty (Obr. 1). Výstupem těchto experimentů byly termosnímků, které byly dále zpracovány a podrobeny teplotní analýze.

V rámci pokusů s monopolární a bipolární ablací bylo zjištěno, že v případě binopolární ablace ve srovnání s monopolární ablací za stejných podmínek (Obr. 2) dochází k ohřevu tkáně ve větším objemu na úkor nižších dosažených maximálních teplot.

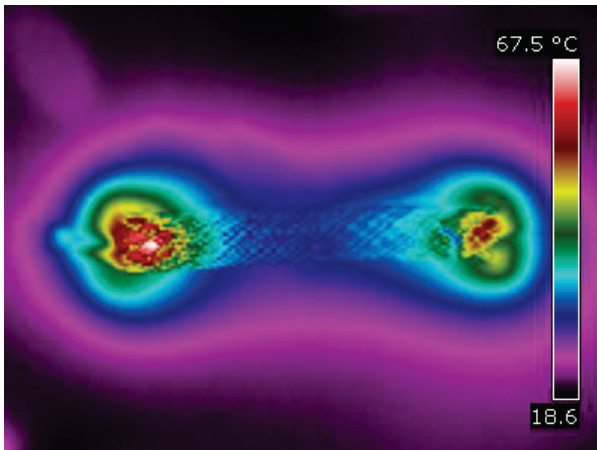
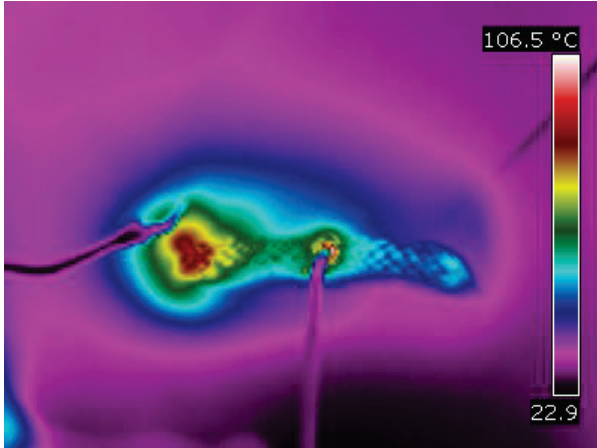


Obr. 1: Ukázka umístění stentu v jaterní tkáni, monopolární ablace s kontaktem aktivní elektrody s materiálem stentu.



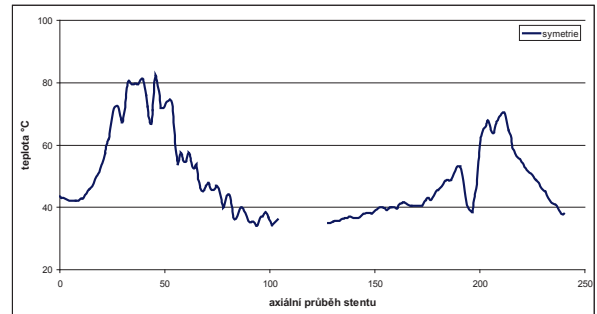
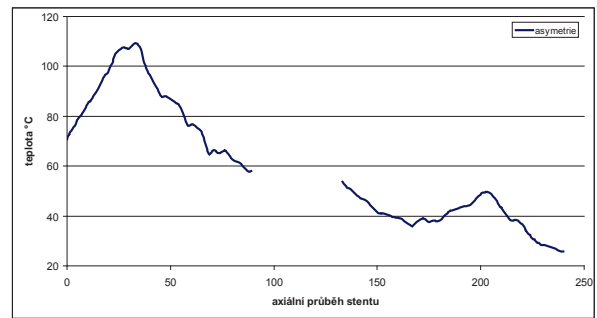
Fig. 2: Ukázka teplotní mapy ohřevu tkáně při monopolární (pravo) a bipolární ablací (levo) tkáně.

Jedním z plánovaných cílů experimentů bylo popsání vlivu umístění stentu vůči indiferentní plošné elektrodě v případě přímého dotyku aktivní elektrody s materiálem stentu. V rámci pokusů byly zvoleny dvě výchozí polohy stentu – symetrická se stejnou vzdáleností od obou konců stentu k plošné elektrodě a – asymetrická s umístěním stentu tak, že vzdálenost mezi konci stentu a plošnou elektrodou bylo rozdílné (Obr. 3).



Obr. 3: Ukázka teplotní mapy ohřevu tkáně při asymetrické (horní snímek) a symetrické (dolní snímek) pozici stentu vůči indiferentní plošné elektrodě při přímém kontaktu aktivní elektrody s materiálem stentu

Výsledky experimentů ukázaly, že při dotyku aktivní elektrody a materiálu stentu dochází k vodivému kontaktu a stent sám přebírá funkci aktivní elektrody s efektem ohřevu jeho struktur, a to přednostně na jeho koncích. Z naměřených dat symetrického a asymetrického uložení stentu v tkáni vůči indiferentní plošné elektrodě je zřejmé, že právě poloha stentu, který je v tomto případě vodivě spojen s aktivní elektrodou, ovlivní rozložení teplotního pole v jeho okolí. Jak je patrné z vytvořených teplotních profilů, právě asymetrická poloha stentu způsobí vytvoření nerovnoměrného ohřevu jeho struktury – zejména jeho konců – a okolní tkáně (Obr. 4).



Obr. 4: Teplotní profil v ose stentu při asymetrické a symetrické pozici stentu vůči indiferentní plošné elektrodě (zpracování teplotních map na Obr. 3), chyba měření je dána v tomto případě přesností přístroje deklarovanou výrobcem na  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

Jev přednostního ohřevu konců stentu při jeho vodivém dotyku s aktivní elektrodou byl pozorován při všech použitých výstupních energiích generátoru. Domněnkou vysvětlující tento fakt je existence největší proudové hustoty právě v oblasti konců stentů v případě, že stent samotný převeze funkci aktivní elektrody.

## Závěr

V konečném hodnocení provedených experimentů lze konstatovat, že se jeví možné ovlivnit výsledek prováděné radiofrekvenční ablace vhodnou volbou experimentálního uspořádání zákroku. Volba monopolárního či bilopárního uspořádání ovlivní jak dynamiku ohřevu tkáně, tak velikost zasažené oblasti. V případě radiofrekvenční ablace tkáně uvnitř stentu je nutné mít na zřeteli, že v případě vodivého kontaktu mezi aktivní elektrodou a materiálem stentu dochází k efektu radiofrekvenčního ohřevu tkáně v celém průběhu stentu, který převzal funkci aktivní elektrody. Výsledky experimentů v takovémto případě ukazují na přednostní ohřev konců stentů (což může být komplikací pro skupinu pacientů, u kterých je lokalizován konec stentu v blízkosti střední stěny). Poloha plošné indiferentní elektrody podle námi naměřených dat umožní tento efekt ohřevu konců

stentů částečně eliminovat, a to při asymetrické poloze stent – indiferentní elektroda.

Z pohledu možností využití termografických metod můžeme konstatovat, že jsme v daném případě neshledali překážek pro využití této techniky pro získání teplotních map a jeví se být vhodným nástrojem pro obdobná měření.

### Poděkování

Projekt byl financován z grantového projektu Ministerstva zdravotnictví ČR MZ CR NT/11128-4 and NT/14586

### Literatura

- [1] Feldman, M., Scharschmidt, B. F., Sleisenger, M. H. Sleisenger & Fordtran's Gastrointestinal and Liver Disease. 7th ed. Philadelphia: Elsevier Science, 2002.
- [2] Steel, A.W., Postgate, A.J., Khorsandi, S., Nicholls, J., Jiao, L., Vlavianos, P., et al. Endoscopically applied radiofrequency ablation appears to be safe in the treatment of malignant biliary obstruction, *Gastrointestinal Endoscopy* , 2011, vol 73, no. 1, p. 149-153.

- [3] Kallis, Y., Phillips, N., Steel, A., Dickinson, R., Nicholls, J., Jiao, L, et al. Radiofrequency Ablation for Biliary Metal Stent Occlusion: Evolution of a Novel Endoscopic Technique and Proof of Concept, *Gastrointestinal Endoscopy*, 2012, vol 75, no. 4, p. AB377-AB378.
- [4] Mukund, A., Arora, A., Rajesh, S., Bothra, P., Patidar, Y. Endobiliary Radiofrequency Ablation for Reopening of Occluded Biliary Stents: A Promising Technique, *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 2013, vol24, no. 1, p. 142-144.

*Mgr. Vladan Bernard, Ph.D.  
Biofyzikální ústav  
Lékařská fakulta  
Masarykova univerzita v Brně  
Kamenice 126/3, 625 00 Brno*

*E-mail: vbernard@med.muni.cz  
Phone: +420 549 496 577*