

THE USE OF THERMOGRAPHY IN ENDOVASCULAR SURGERIES

Ondřej Kyjovský

Bachelor Degree Programme (3.ročník) FEEC BUT

E-mail: xkyjov02@vutbr.cz

Supervised by: Jiří Rozman

E-mail: rozman@feec.vutbr.cz

Abstract: This article deals with the use of thermography as a support diagnostic method for the treatment of varicose veins. The principle of IRT involves the detection of infrared radiation. The main objective of the study was to compare how the temperature varies during the scanning procedure for RFA and EVLT, as well as the changing temperature of the surface of the skin before surgery and after surgery.

Keywords: thermography, radiofrequency ablation, endovenous laser ablation

1 ÚVOD

Zobrazení pomocí IR termografie slouží ke grafickému znázornění rozložení teploty sledovaného objektu. V současnosti se termografie v medicíně využívá především jako podpůrná diagnostická metoda. Předností termografie je její neinvazivnost. V dnešní době se varixy dají léčit pomocí termoablací, což je pro pacienta nesmírná výhoda, jelikož zákroky se provádějí ambulantně s velmi krátkou dobou rekonvalescence. V této práci jsou popsány dvě metody termoablací, a to konkrétně radiofrekvenční ablace a endovaskulární laserová ablace. Měření byla provedena na 20 pacientech. Předpokladem této práce je, že laserová ablace by měla dosáhnout lepších výsledků. Dalším cílem je možnost využití termokamery během zákroku, který se provádí tepelnou energií. Tato práce je součástí bakalářské práce, tím pádem jsou zde uvedeny jen předpokládané řešení a výsledky.

2 METODY LÉČBY

Radiofrekvenční ablace (dále RFA). Je minimálně invazivní výkon, při kterém se nitrožilně uzavírá povrchový žilní kmen pomocí bipolární elektrody, která se zavede malou rankou v blízkosti kolene do VSM (vena saphena magna). Při aplikaci energie se elektroda pomalu vytahuje, a přitom dochází ke smrštění a uzavěru žilního kmene přesnou dávkou tepelné energie o teplotě v rozsahu 70-100°C. Přímý kontakt bipolární elektrody s endotelem umožňuje vedení radiofrekvenčního proudu mezi dvěma jinak izolovanými póly. Během lokálního ohřevu žilní stěna dehydratuje a zvyšuje se impedance tkáně vzhledem k dalšímu RF proudu. Před samotným zákrokem se provádí tzv. tumescence. Pod ultrazvukovou kontrolou se infiltruje okolí žíly roztokem anestetika, tím se chrání před tepelným poškozením a zároveň se žilní kmen zúží. To způsobí i ochlazení pokožky, tudíž by neměly být patrné teplotní změny během zákroku.

Základním principem léčby endovenózní laserové ablace (dále EVLT) je přeměna energie světelného paprsku v tepelnou energii, způsobující přehřátí přilehlé části žilní stěny a narušení kolagenních vláken při zachování nepoškozených okolních struktur. Výsledným efektem je kontrakce až úplné zatažení žíly. V současné době vyzařují generátory světlo o vlnových délkách blízké IR spektrální oblasti od 810 nm po 1470 nm. V našem případě se pracovalo s generátorem o vlnové délce 1470 nm. EVLT se musí provádět pod lokální anestézií. Tekutina je použita jako chladící médium, aby nedošlo k popálení okolních tkání. Na začátku se žíla napíchne v oblasti distální insuficience a vodící vlákno je zavedeno do žíly. Konec katetru se zavede k samotné saféno-femorální nebo saféno-popliteální

junkci. Energie je z katetru postupně aplikována po celé délce nedomykavého úseku safény, čímž je dosaženo fibrózní retrakce žíly a její obliterace.

3 TERMOGRAFIE

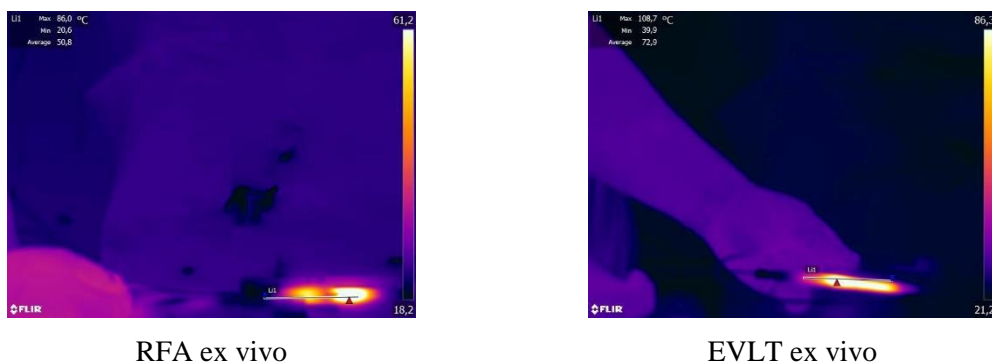
Bezkontaktní měření teploty detekuje IR záření o vlnových délkách v rozsahu 0,7 až 14 μm pomocí vhodných optických členů na detektor, kde se záření převede na elektrický signál. K detekci IR záření se používají termokamery. Způsob záznamu je obdobný jako u přístrojů, který používáme v běžném životě (fotoaparát, kamera). Dodržování správného používání a nastavení termokamery je z hlediska správných závěrů nejdůležitějším aspektem. Výsledný termogram je ovlivněn řadou faktorů. Neexistuje však všeobecně platný správný postup, neboť ten závisí na měřeném objektu a okolnostech měření jako např. okolní teplota, vlhkost, intenzitu proudění vzduchu, přítomnost výrazných tepelných zářičů apod. Pro stanovení povrchové teploty byl odvozen vztah:

$$T = \sqrt[4]{\frac{q_{ck} + T_{pr}^4 - (1 - \varepsilon) \cdot T_{od}^4}{\varepsilon}}, \quad (1)$$

kde q_{ck} , je součet hustoty tepelných toků mezi termografickým zařízením a pozorovaným, ε je emisivita ε povrchu měřeného objektu, T_{pr} je teplota termografické techniky a T_{od} je odražená teplota z okolí.

4 VÝSLEDKY

Experimentálně jsme zjistili, že na spálení žíly o průměru 6 mm a délce 10 cm pomocí vysokofrekvenčního aplikátoru při maximální teplotě 86 °C je potřeba 317 sekund. Kdežto u metody EVLT, kde pálení žíly probíhá pomocí laseru trval výkon 84 sekund, jelikož maximální teplota, kterou jsme žílu pálili dosahovala 108,7 °C, viz Obr.4.1. Teplotní i časové hodnoty odpovídají teoretickým předpokladům. Experiment byl prováděn ex vivo na modelu žíly naplněného tekutinou podobné krvi.



Obrázek 4.1:

Cílem práce bylo zjistit, jestli jsou termoablační metody bezpečné pro okolní tkáň v porovnání RFA a EVLT. Dalším cílem bylo zjistit, k jakým teplotním změnám na povrchu kůže dojde před zákrokem a po zákroku. Měření byla prováděna před zákrokem, v průběhu zákroku, ihned po zákroku a poté s týdenním odstupem, na kterých by mohly být patrné nežádoucí záněty, viz Obr 4.2. Jak je z obrázku patrné, tak termoablační metody jsou velice šetrné. Díky tumescenci dojde k ochlazení okolní tkáně o 10 °C a není patrná vysoká povrchová teplota, jak tomu bylo u experimentu. Po týdenní kontrole je povrchová teplota srovnatelná jako před zákrokem. Měření se prováděla na předpokládaném průběhu cévy, který byl stanoven pomocí ultrazvukového zobrazení. V programu FLIR Tools je tato oblast vyznačena lomenou čarou, na které se snímá maximální a průměrná teplota. V programu FLIR Tools je možno zadat veškeré parametry jako je emisivita, okolní teplota, vlhkost apod. Teplotní změny jsou zaznamenány v levém horním rohu termogramu. V bakalářské práci budou teplotní změny zpracovány v programovém prostředí MATLAB pomocí příkazu imregister, který je založen

na lícování obrazů. Zpracované obrazy budou konzultovány s cévním chirurgem a okomentovány, k jakým změnám v průběhu zákroku došlo.



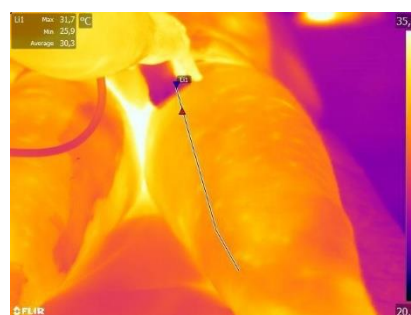
Před zákrokem



V průběhu zákroku



Ihned po zákroku



Týdenní kontrola

Obrázek 4.2:

5 ZÁVĚR

Termoablační metody jsou z hlediska bezpečnosti zákroku srovnatelné, jelikož díky tumescenci dojde k ochraně okolní tkáně a povrchová teplota se v obou případech pohybuje v rozsahu od 24-26 °C. Zánětlivé reakce se neobjevily ani v jednom z případů, tudíž i v tomto ohledu jsou metody srovnatelné. Co se však týče komfortnosti pacienta je laserová metoda lepší, protože samotný zákrok trvá až 4krát kratší dobu. Hlavní výhodou je menší pravděpodobnost odeznění účinku tumescence, a tím se snižuje riziko popálení okolní tkáně. Termokameru je možno využít pro sledování zákroku a předejít popálení okolní tkáně nebo jako podpůrný diagnostický přístroj k ultrazvukovému zobrazení.

REFERENCE (ANGLICKY = REFERENCES)

- [1] Hnátek L, Radiofrekvenční ablace - součást protokolu péče o pacienty s chronickou bérceovou ulcerací žilní etiologie, Brno: Masarykova univerzita, 2012, Dizertační práce
- [2] Sroka R., Weick K., Sadeghi-Azandaryani M., Steckmeier B, Georg Schmedt C., Endovenous laser therapy – application studies and latest investigations, Journal of BIOTHONICS, 2010, Volume 3, Issue 5-6, June 2010, Pages 269–276
- [3] Staffa E, Bezkontaktní termografie dolních končetin, Brno: Masarykova univerzita, 2016, Dizertační práce