

HODNOCENÍ REVASKULARIZACE DOLNÍCH KONČETIN POMOCÍ TERMOGRAFICKÝCH MĚŘENÍ A METODIKA

Erik Staffa¹, Daniel Vlk¹, Robert Vlachovský²

¹Biofyzikální ústav LF MU Brno, Czech Republic

²Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně - II. Chirurgická klinika, Brno, Czech Republic

Abstrakt

Bezkontaktní termografie je vědní obor, který se zabývá analýzou rozložení teplotního pole na povrchu různých těles a také živé hmoty. Využívá přitom faktu, že každé reálné těleso emituje infračervené záření. Z lidské pokožky je možné snímat řadu biosignálů. Jedním z nich je také emitované infračervené záření. Rozložení teplotního pole na povrchu lidského těla přímo souvisí s periferním i centrálním prokrvením. Předložená práce se zabývá využitím této skutečnosti pro hodnocení revaskularizací a hledáním možností využití bezkontaktní termografie pro predikci dalších onemocnění spojených s ischemickou chorobou dolních končetin.

Abstract

Thermography is a technology that creates and analyzes images by detecting the heat radiating from an object and organisms. There is a fact that every real body emits infrared radiation. It is possible to detect series of biosignals which are emitted by human skin. One of them is emission of infrared radiation. The distribution of the surface temperature is directly related to the peripheral and central blood flow. The present work deals with this fact to evaluate revascularization. This present work is looking the possibility of using thermography for prediction other diseases associated with peripheral arterial disease.

Klíčová slova

termografie, revaskularizace, teplota

Keywords

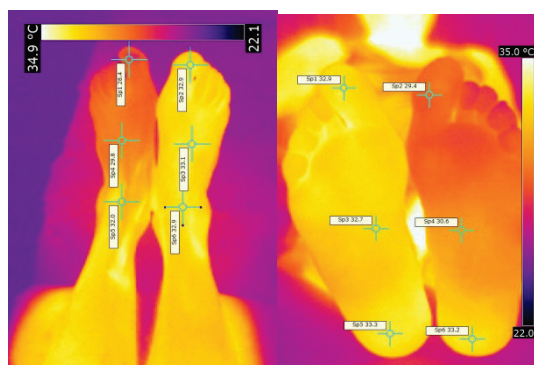
thermography, revascularization, temperature

Úvod

Změna teploty povrchu lidského těla byla brána již v dávné historii jako signál možného onemocnění. Důležitou vlastností lidského organismu je tepelná symetrie na periferiích, asymetrie tedy může indikovat případný patologický stav organismu [1-3]. Rozložení teploty na povrchu těla je úzce spjaté s centrálním i periferním prokrvením a díky termografickým snímkům můžeme snadno a rychle hodnotit jeho kvalitu. Na toto téma byla publikována řada odborných prací, kde byla pozorována korelace teploty u končetin se syndromem diabetické nohy (dále jen SDN) [3-5]. Infračervenou termografií pro tuto problematiku pak

použil Bharara, který se zaměřil na diabetickou neuropatii [6]. Huang a kol. se soustředili na pacienty s ischemickou chorobou dolních končetin. Termografické měření v kombinaci se stanovením hodnoty ABI (ankle brachial index) považuje za jednu z dalších vhodných metod pro diagnózu ischemické končetiny [7]. Problémy s prokrvením končetin postihují velkou skupinu lidí, z nichž značnou část tvoří lidé s onemocněním diabetes mellitus. Tato studie se zaměřuje na pacienty se SDN, pro které je nevyhnutelný chirurgický zákrok, tj. revaskularizace za pomoci angioplastiky nebo pedálního bypassu. Cílem by mělo být sledování obnovy krevního řečiště v dolních končetinách, resp. změna povrchové teploty, před a po

provedení revaskularizace. Jde o modelovou studii měření bezkontaktní termografií, kdy je sledována změna rozložení teploty na dolních končetinách dobrovolných pacientů. SDN je jednou z nejčastějších pozdních komplikací diabetu, který významně ovlivňuje kvalitu života pacientů s diabetem. V případě vyšetření SDN je vhodné sledovat parametry proudění krve, například v kapilární oblasti, které mohou být úzce spjaté s povrchovou teplotou končetiny. Termografické vyšetření umožňuje rychlou a bezkontaktní detekci infračerveného záření emitovaného lidskou pokožkou. Následná analýza rozložení teplot vyšetřované oblasti (vlastních snímků - termogramů) pak podává informaci o kvalitě prokrvení.



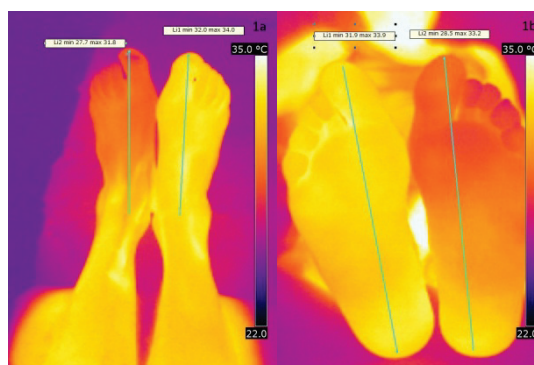
Obr. 1: Ukázka bodového měření teploty pomocí softwaru.

Materiál a metody

Ve studii bylo použito kamery FlirB200 (Flir Systems, Danderyd, Sweden). Tento termografický systém je vybavený nechlazeným mikrobolometrickým detektorem o rozlišení 200x150 bodů, se spektrální citlivostí v oblasti 7,5-13 μm a objektivem o zorném úhlu 25°. Teplotní citlivost přístroje je výrobcem deklarována na hodnotě 0,08 °C a absolutní přesnost měření je udána ± 2 °C nebo ± 2 % z naměřené hodnoty. Tento přístroj byl použit pro nasnímání pacientů a k následnému hodnocení snímků bylo použito programové prostředí Flir QuickReport 1.2 (Flir Systems, Danderyd, Sweden), freeware určený k analýze a zpracování dat termografických snímků získaných přístroji Flir. Umožňuje nastavení odražené teploty, emisivity, teploty prostředí, vlhkosti, rozsahu zobrazených teplot, formátu obrazu, apod.

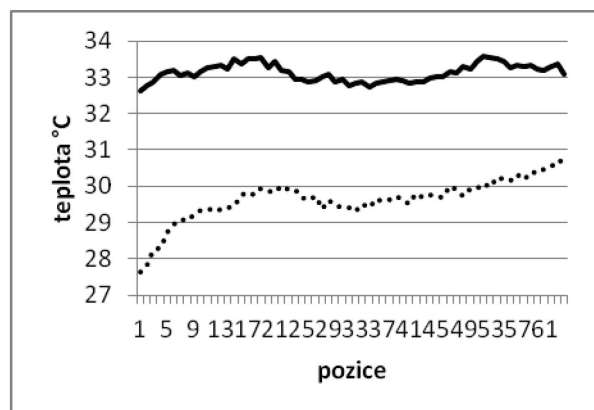
Výsledky a diskuze

Základním předpokladem úspěšných měření je relaxační doba, kdy jsou obnažené končetiny ponechány v klidu v místnosti pro vytvoření určitého rovnovážného stavu mezi teplotou končetiny a okolí. Končetiny je dobré podložit pod kolena tak, aby bylo zabráněno jejich styku s podložkou. Po uplynutí relaxační doby (cca 10 minut) snímáme termogramy pomocí termovizní kamery z různých úhlů, abychom zaznamenali obě končetiny pro korektní porovnání teplot. Pro optimalizaci měření bylo nezbytné vytipovat pouze několik snímaných lokalit. Pro vyhodnocení byly vybrány plošky končetin a dále nártu končetin. Důležitým se jeví srovnání teplotních map obou končetin, tedy pozorování vzájemné tepelné symetrie. Výsledné snímky jsou následně upravovány pomocí softwaru, který umožňuje stanovit teplotu konkrétního bodu, stanovení hodnot teploty jednotlivých bodů na přímce, případně průměrnou teplotu, maximální a minimální hodnotu tak, jak je znázorněno na obrázcích.

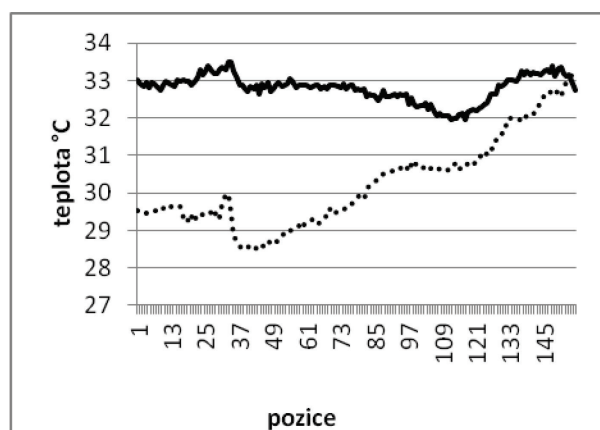


Obr. 2: Měření teploty přes přímkou. Zobrazení teplotního minima a maxima.

V grafech 1 a 2 je znázorněn teplotní průběh přes přímkou podle obrázku 2. Můžeme vidět významný teplotní rozdíl mezi pravou a levou končetinou jak v případě nártu, tak i plošky dolní končetiny. Jev rozdílů teplot je pozorovatelný pravděpodobně z důvodu nedostatečného prokrvení LDK a mohl by poukazovat na komplikace spojené se SDN. Tento fakt se později projevil v podobě výskytu drobné ulcerace na palci levé končetiny i u našeho modelového pacienta.



Graf č. 2: Bodové rozložení teploty v nártech dolní končetiny. Tečkovaná čára popisuje levou končetinu, plná platí pro pravou končetinu.



Graf č. 2: Bodové rozložení teploty plošek dolních končetin. Tečkovaná čára popisuje levou končetinu, plná čára pro pravou končetinu.

Závěr

Uvedená měření posloužila ke stanovení konkrétního postupu při termografii dolních končetin, jež je nezbytný pro naši studii hodnotící revaskularizaci dolních končetin. Důležitý fakt teplotní asymetrie pak může predikovat další komplikace, které jsou spojené s ICHDK. Termografické měření je velmi rychlou metodou k získání dat o rozložení teploty na končetině a výsledný snímek pak může poskytnout informace a kvalitu prokrvení končetiny. Nevýhodou je rozdílná teplota každého jedince a pro stanovení konkrétní diagnózy je vždy nutné provést další zobrazovací vyšetření.

Literatura

- [1] VARDASCA R 2008 Symmetry of temperature distribution in the upper and lower extremities. *Thermol Int* 18: 154–155.
- [2] SELFE J, WHITAKER J, HARDAKER N 2008 A narrative literature review identifying the minimum clinically important difference for skin temperature asymmetry at the knee. *Thermol Int* 18: 41–44.
- [3] Stess, R. M., Sisney, P. C., Moss, K. M., Graf, P. M., Louie, K. S., Gooding, G. A. W., Grunfeld, C.: Use of liquid crystal thermography in the evaluation of the diabetic foot. *Diabetes Care*, 9 (3), 1986, 267-272.
- [4] Boyko, E. J., Ahroni, J. H., Stensel, V., Forsberg, R. C., Davignon, D. R., Smith, D. G.: A prospective study of risk factors for diabetic foot ulcer. The Seattle Diabetic Foot Study. *Diabetes Care*, 22 (7), 1999, 1036-1042.
- [5] Sun, P. C., Lin, H. D., Jao, S. H. E., Ku, Y. C., Chan, R. C., Cheng, C. K.: Relationship of skin temperature to sympathetic dysfunction in diabetic at-risk feet. *Diabetes research and clinical practice*, 73 (1), 2006, 41-46.
- [6] Bharara, M., Cobb, J., Claremont, D.: Thermography and thermometry in the assessment of diabetic neuropathic foot: a case for furthering the role of thermal techniques. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*, 5 (4), 2006, 250-260.
- [7] Huang, C. L., Wu, Y. W., Hwang, C. L., Jong, Y. S., Chao, C. L., Chen, W. J., Wu, Y. T., Yang, W. S.: The application of infrared thermography in evaluation of patients at high risk for lower extremity peripheral arterial disease. *Journal of Vascular Surgery*, 54 (4), 2011, 1074-1080.

Mgr. Erik Staffa
Biofyzikální ústav
Lékařská fakulta
Masarykova univerzita v Brně
Kamenice 126/3, 625 00 Brno

E-mail: staffa@mail.muni.cz
Phone: +420 549 492 890