

Hemodynamické parametry a vztahy mezi nimi

Jan DVOŘÁK¹, Jan HAVLÍK¹, Vratislav FABIÁN, Martin TUČEK¹

¹ České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra teorie obvodů

² České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra fyziky

dvoraj45@fel.cvut.cz

Abstrakt: Příspěvek se zabývá měřením a zpracováním hemodynamických parametrů za účelem primárního screeningu aterosklerózy u pacientů napříč věkovým spektrem. Parametry kardiovaskulárního systému měříme pomocí neinvazivních metod široce uplatnitelných v klinické, ambulantní i domácí péči. Zpracované výsledky vycházejí z databáze více než 200 signálů nasbíraných během posledních 3 let. Příspěvek zahrnuje popis principů vyhodnocení pomocí několika metod, a navíc zmiňuje rizika chyb, kterých se dopouštíme při měření oscilometrickou metodou vlivem nedokonalosti použité manžety.

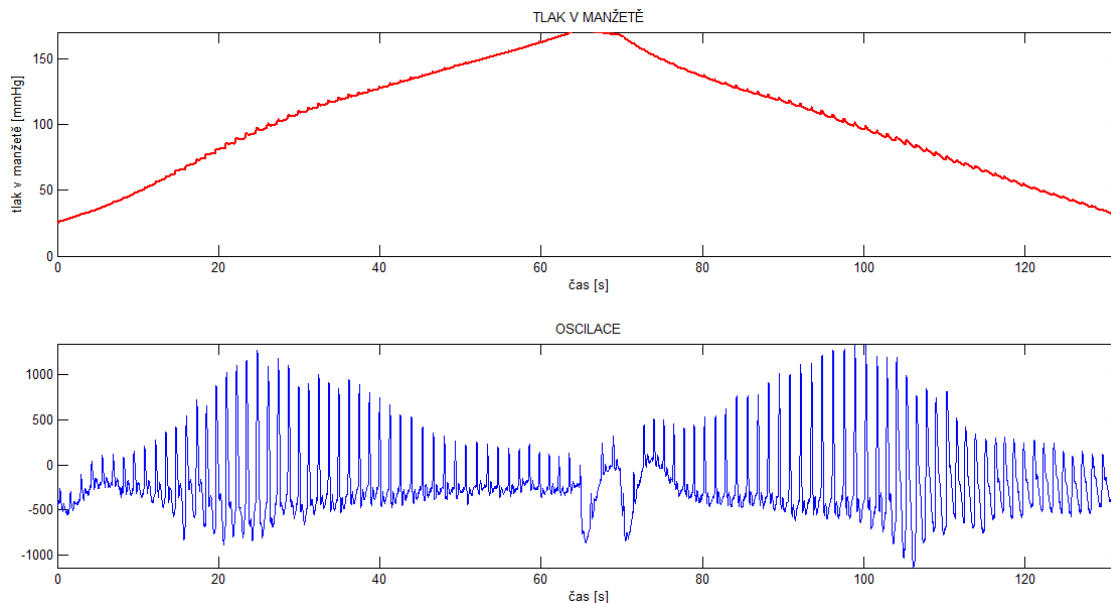
1. Úvod

Ateroskleróza je v současné době jednou z nejzávažnějších civilizačních chorob, a především ve vyspělých zemích představuje významný zdravotní problém. V raných stádiích je obecně obtížně diagnostikovatelná, přitom ale způsobuje postupné nevratné změny v kardiovaskulárním systému. Při ateroskleróze dochází k zužování průměru cévy vlivem ukládání tukových částic do jejích stěn. Tím se zároveň snižuje i elasticita cévních stěn, což lze využít při diagnostice.

V současnosti existuje několik klinických metod na záchyt pacientů s aterosklerózou a na zhodnocení míry poškození tepen tímto procesem. Žádná z doposud využívaných metod však není široce uplatnitelná. Standardní a spolehlivý způsob diagnostiky je využití zobrazovacích metod, avšak takovéto vyšetření je velmi nákladné a nelze jej užít v ambulantní či domácí péči. Nalezení vhodného způsobu neinvazivního monitorování a následné zpracování získaných signálů je cílem této studie.

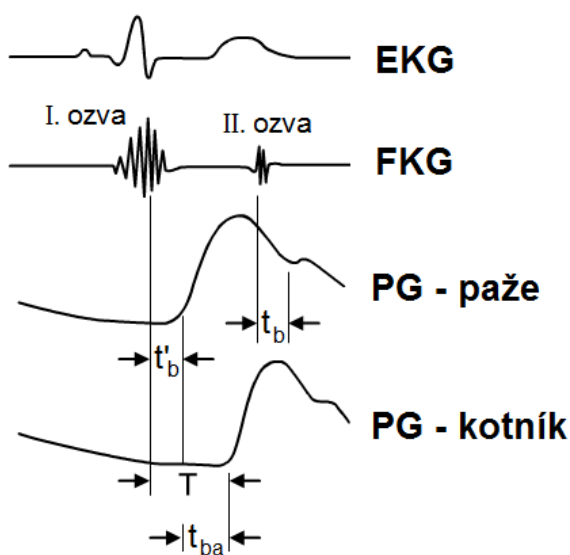
2. Způsoby diagnostiky aterosklerózy

Nekonvenční možností monitorování vývoje aterosklerózy je využití samotné tlakové manžety a vyhodnocení obálky oscilací při pomalém napouštění a vypouštění manžety (viz obr. 1). Z prvotního výzkumu je zřejmá korelace změny středního arteriálního tlaku (MAP) s mírou postižení cév aterosklerózou. Bylo zjištěno, že u pacientů s vyšší mírou postižení aterosklerózou je patrné zvýšení detekovaného MAP oscilometrickou metodou při vyfukování manžety. Měření bylo prováděno pomocí speciálně vyvinutého zařízení, které umožňuje měřit oscilace a korespondující tlak v manžetě při postupném nafukování a vyfukování. Metoda byla ověřena na vzorku přibližně 90 pacientů napříč celým věkovým spektrem.



Obr. 1: Metoda postupného napouštění a vypouštění manžety

Další metodou pro zjištění míry aterosklerotického poškození je využití rychlosti šíření pulzní vlny spolu s doplňkovými informacemi o pacientovi. Tuto metodu využívá mimo jiné i přístroj VaSera firmy Fukuda Denshi, který je klinicky ověřen a některá naše dílčí měření a vyhodnocení s tímto přístrojem porovnáváme. Vyhodnocení je možné vždy s pomocí minimálně dvou signálů měřených na různých místech (typicky se jedná o signál EKG, PPG, FKG či oscilometrické pulzace na paži nebo noze). Na obrázku Obr. 2 je příklad vyhodnocení rychlosti šíření pomocí několika různých signálů. Čím vyšší je rychlost šíření, tím rigidnější jsou cévní stěny a tedy můžeme říct, že tím vyšším stupněm aterosklerotického poškození pacient trpí.



Obr. 2: Princip vyhodnocení časů šíření pulzní vlny

Z měření, které realizujeme, je možné vypočítat mnoho parametrů, které mají přímou souvislost se stavem kardiovaskulárního systému. Těmito parametry jsou krevní tlak (SBP,

MAP, DBP), ABI (Ankle-Brachial Index), CAVI (Cardio-Ankle Vascular Index), ASI (Arterial Stiffness Index), PTT (Pulse Transmission Time), a další.

3. Vliv p-V charakteristiky manžety na měření

Při měření s pomocí manžety využíváme oscilometrické metody k vyhodnocení tlaku. Manžeta využívá vzduch k přenosu jemných oscilací na tlakový senzor. U těchto oscilací nás zajímá nejen amplituda samotná, ale také jejich tvar. Ten může být zkreslen vlivem nekvalitní manžety, která nepřenáší objemové změny na tlakový senzor lineárně. Proto byl proveden experiment k ověření linearitu p-V charakteristik různých manžet. Výsledkem experimentu bylo zjištění, že převod objemových změn na tlak lineární v celém měřítku není. Vliv této nelinearity na tvar oscilometrické křivky při velmi malých objemových změnách bude předmětem další práce.

4. Závěr

V příspěvku byly popsány metody pro monitorování hemodynamických parametrů se vztahem k primárnímu screeningu aterosklerózy. Všechny zmíněné metody jsou neinvazivní a široce použitelné v praxi. Veškerá měření byla realizována na speciálně vyvinutém hardware, který tato měření automatizuje a zaručuje tak zcela shodný průběh u všech měření.

Poděkování

Tato práce byla podpořena granty Studentské grantové soutěže ČVUT číslo SGS11/153/OHK3/3T/13 a SGS14/191/OHK3/3T/13.

Reference

- [1] Bramwell J. C. and Hill A. V., "The Velocity of the Pulse Wave in Man", Proc. Royal Society for Experimental Biology & Medicine, Vol. 93, pp. 298-306, 1922.
- [2] Yuan-Chun Lan, Ching-Hui Shen, Hsung-Ming Kang, Fok-Ching Chong, "Application of pulse transit time to noninvasively beat-to beat monitor", IPCBEE, Vol. 11.
- [3] Shirai K, Utino J, Otsuka K, Takata M: A novel blood pressure – independent arterial wall stiffness parameter; cardio-ankle vascular index (CAVI). J Atheroscler Thromb, 2006.
- [4] Lysander W. J. Bogert, Johannes J. van Lieshout. Non-invasive pulsatile arterial pressure and stroke volume changes from the human finger. In: Neetherlands: The Physiological Society, 2005, s. 437-446.
- [5] MACKENZIE, I.S. Assessment of arterial stiffness in clinical practice. QJM: An International Journal of Medicine [online]. roč. 95, č. 2, s. 67-74. ISSN 14602393.