

Vážení kolegové,

rádi bychom vás informovali, že se připravuje výroba zařízení pro synchronizaci hradlovaných studií pomocí signálu odvozeného z pulzní vlny, o kterém jsme referovali v r. 2006 na DNM v Budějovicích. Během listopadu 2009 bude na naše pracoviště předán prototyp ke klinickému testování. Vlastní výrobek bude možno zakoupit pravděpodobně na jaře 2010.

Vzhledem k tomu, že je třeba získat řadu povolení, neboť se bude jednat o přístroj lékařský, není ještě stanovena cena přístroje (bude se odvíjet od počtu prodaných kusů), ale jistě bude nižší než 39 000,- Kč. Rádi bychom zjistili počet zájemců, kteří by toto zařízení chtěli koupit. Pokud máte seriózní zájem o koupi přístroje, pošlete prosím e-mail na trojanova@fnkv.cz. Po domluvě je možno si od prosince 2009 prohlédnout prototyp na našem pracovišti.

Ing. Helena Trojanova, CSc.
vedoucí fyz. oddělení KNM FNKV

MUDr. Otto Lang, PhD.
přednosta KNM FNKV

Summary přednášky z DNM České Budějovice 2006: Modifikace pulzního oxymetru pro synchronizaci kardiologických vyšetření u pacientů s kardiostimulátorem

Hradlované vyšetření pomocí EKG mají velký význam pro SPECT vyšetření i pro planární scintigrafii. V některých případech ale signál EKG není pro synchronizaci vhodný a jeho použití by mohlo způsobit artefakty a chybnou diagnózu. Jedná se především o pacienty s kardiostimulátorem, který je pacientům implantován pro podporu srdeční činnosti. Kardiostimulátor generuje elektrický pulz podobný R kmitu, který způsobí smrštění srdečních komor. Podle typu stimulace se tedy na EKG signálu mohou objevit jeden nebo dva impulzy velmi podobného charakteru (viz obr. 1) bez možnosti stanovit správné časové relace mezi nimi a počátkem srdečního cyklu (tj. začátku smršťování komor). Stimulace se navíc během vyšetření v závislosti na momentálním stavu pacienta může měnit.



Obr. 1

z EKG signálu, ale to nebylo možno použít obecně pro všechny typy kardiostimulátorů.

Z těchto důvodů jsme pro synchronizaci snímání kardiologických vyšetření u pacientů s kardiostimulátorem hledali jiný fyziologický signál, mající pevně definovaný časový vztah k pohybu srdečních komor, na kterém je jednoznačně a snadno detekovatelný periodicky (v rytmu srdečního cyklu) se opakující bod.

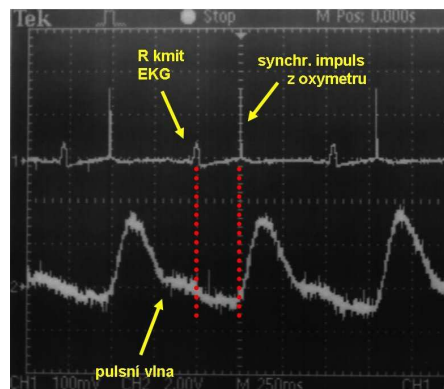
Pro diagnostiku je důležité mít správné obrazy End diastoly a End systoly. Při snímání jednotlivých obrazů srdečního cyklu dochází vlivem nestejně délky srdečních cyklů ke zkreslení posledních obrazů srdečního cyklu. Aby se zabránilo zkreslení obrazů End diastoly a End systoly, je třeba, aby synchronizační signál nastal mezi diastolou a systolou. Z tohoto důvodu se jako nejvýhodnější fyziologický signál jeví použití měření změn objemu arteriálního řečiště způsobené změnou tlaku v průběhu srdečního cyklu, tzv. pulzní vlny. Stacionarita signálu odpovídajícího pulzní vlně je větší než bývá u signálu EKG.

Pro měření pulzní vlny se používá pulzní oxymetr. Oxymetr měří absorpci červeného světla v arteriální krvi a tím stanovuje množství okysličeného hemoglobinu v krvi. Navrhli a sestrojili jsme převodník, zahrnující detekci bodu pro synchronizaci z pulzní křivky a generování synchronizačního signálu.

Tvar křivky objemu arteriálního řečiště má pilovitý průběh. Vzestupná hrana křivky odpovídá rychlému roztažení tepny při stahu srdečního svalu, sestupná hrana odpovídá pomalému smršťování tepny v době plnění srdeční komory.

Krátký časový odstup synchronizačního pulzu od diagnosticky

Pokusili jsme se nalézt řešení, které by umožňovalo snímat i pacienty s kardiostimulátorem. Nejprve jsme se pokusili odfiltrovat stimulační pulz

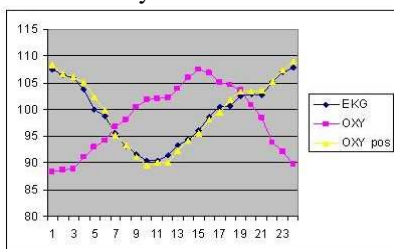


Obr. 2

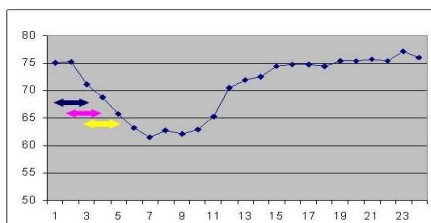
rozhodujících fází srdeční činnosti (End diastoly) zpřesňuje fázování srdečního cyklu, zmenšuje statistický rozptyl výsledku, dává ostřejší obrazy, přesnější výsledky. To jsou důvody pro generaci synchronizačního impulsu v dolní úvrati pily (viz obr. 2).

Synchronizační signál je generován z křivky pilovitého průběhu. Svým průběhem a fází musí nahradit synchronizační signál z EKG (tj. R kmit), protože na signál z EKG je akviziční konzole kamer (SPECT, PET) standardně nastavena. Přesnost spouštěcí hrany synchronizačního impulsu je dominantní požadavek, velikost a tvar synchronizačního impulsu při šíři řádově 1 ms není rozhodující.

Navržená modifikace pulzního oxymetru je na našem pracovišti používána už čtyři roky rutinně pro kardiologická vyšetření pacientů s kardiostimulátorem. Nejprve jsme zařízení testovali na souboru 32 pacientů bez kardiostimulátoru, porovnávali jsme výsledky vyšetření hradlovaná klasicky pomocí EKG a námi navrženou modifikací oxymetru.



Obr. 3

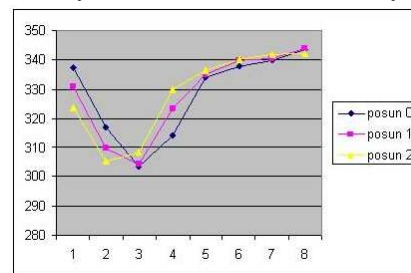


Obr. 4

EKG je modrá křivka s nulovým posunem, fialová a žlutá jsou křivky s posunem o 1 a 2 obrázky. Křivka, kterou bychom získali při synchronizaci oxymetrem, může být kdekoli mezi těmito třemi křivkami.

U dvou pacientů jsme provedli planární vyšetření, kdy je celý srdeční cyklus během snímání rozdělen na 24 obrazů. Objemové křivky levé komory srdeční vypočtené z vyšetření v obou případech synchronizace jsou prakticky totožné (viz obr. 3). Fialová křivka je křivka z vyšetření synchronizovaného oxymetrem, žlutá vznikla posunutím v čase tak, aby byla porovnatelná s modrou křivkou z vyšetření synchronizovaného pomocí EKG.

Tomografická vyšetření jsou rozdělena pouze na 8 časových intervalů, čas na jeden obrázek je pak už relativně dlouhý a časový posun mezi oběma typy synchronizace se proto může výrazněji uplatnit a tak obrázky synchronizované EKG a oxymetrem snímáme v různých časových intervalech. Když křivku z radionuklidové ventrikulografie (obr. 4) sečteme po třech obrázcích, s tím, že začátek posuneme o 1 a 2 obrázky, dostaneme křivky na obr. 5. Křivka synchronizovaná



Obr. 5

Jeden ze základních parametrů pro posouzení funkce srdce je ejekční frakce (EF), dalším důležitým parametrem je změna ejekční frakce v klidu a během zátěže.

Vyhodnotili jsme 30 tomografických vyšetření pacientů bez kardiostimulátoru a porovnali výsledky získané synchronizací pomocí EKG a oxymetru (viz tab. 1). Hodnoty ED a ES objemu se vlivem časového posunu synchronizace pomocí EKG a oxymetru poněkud liší. Systolický objem získaný pomocí oxymetru je spíše

nadhodnocen, diastolický objem má hodnoty rozptýleny symetricky. Tím je ovlivněna i hodnota ejekční frakce. Důležité ale je, že časový posun mezi oběma synchronizacemi zůstává stejný v klidu i zátěži a proto se nepromítne do poměru ejekční frakce v klidu a zátěži.

Obecně je uváděno, že variabilita hodnot EF při hodnocení těžké studie více lékaři je zhruba 5%, námi dosažené rozdíly mezi vyšetřením synchronizovaným EKG a oxymetrem jsou menší.

Podle našich zkušeností bylo možno získat z oxymetru signál použitelný pro synchronizaci od všech vyšetřovaných pacientů, a to jak od testovací skupiny bez kardiostimulátoru, tak i pacientů s

kardiostimulátorem. Modifikovaný oxymetr samozřejmě neumožňuje snímání pacientů s nepravidelným srdečním cyklem, avšak u pacientů s pravidelným cyklem, ale nevhodným EKG signálem je plnohodnotnou náhradou. Navržené zařízení používáme rutinně od února 2005.

	Mean	Minimum	Maximum
EF-oxymetry [%]	48,15	19	69
EF-EKG [%]	51,58	20	70
EDV-oxymetry [voxel]	125,52	50	367
EDV-EKG [voxel]	119,61	41	332
ESV-oxymetry [voxel]	71,48	15	271
ESV-EKG [voxel]	63,61	12	252

Tab. 1