



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



F7DIBEMG

BIOELEKTROMAGNETISMUS

Měření a vyhodnocení EKG při Valsalvově manévru

Mgr. Ksenia Sedova, Ph.D.

Úvod

Vztah mezi mechanickým napínáním srdečního svalu a změnami v elektrofyziologických vlastnostech myokardu byl prokázán a intenzivně se studuje posledních 20 let. Tento fenomén se nazývá „mechanoelektrická zpětná vazba“. Experimentální výzkumy na zvířatech ukázaly, že diastolické protahování myokardu, ke kterému dochází v důsledku akutního zvýšení intraventrikulárního tlaku nebo objemu, vede ke změně doby trvání a amplitudy akčních potenciálů kardiomyocytů [1]. Byla prokázána souvislost mezi akutním roztažením srdce a výskytem arytmií [2]. Hemodynamické zatížení myokardu moduluje proces repolarizace srdce, nicméně data ohledně efektu akutního hemodynamického zatížení myokardu na repolarizaci jsou kontroverzní [3]. Tradičně se k hodnocení disperze repolarizace u lidí používá takové elektrokardiografické ukazatele, jako jsou doba trvání a rozptyl QT intervalu, Tpeak-Tend interval. Ale studium nových parametrů repolarizace reprezentujících elektrofyziologické změny v důsledku hemodynamické zátěži srdce zůstává aktuálním úkolem kardiologie.

Cíl

Cílem laboratorní úlohy je studium vlivu preloadu způsobeného Valsalvovým manévrem na proces repolarizace u člověka.

Valsalvův manévr

Valsalvův manévr je jednoduchou metodou akutní a významné změny preloadu srdce a široce používán v různých studiích. Valsalvův manévr se realizuje jako usilovný výdech při zavřené hlasové štěrbině (uzavřeným nosu a ústům) a považuje se za model změn preloadu srdce a vegetativního tónu.

Rozlišuje se 4 fáze tohoto zákroku: v první fázi zvýšení nitrohručního a nitrobřišního tlaku způsobuje stlačení aorty a vede ke zvýšení periferního vaskulárního odporu a krevního tlaku. Ve druhé fázi testu dochází ke snížení venózního návratu do srdce, end-diastolického objemu, systolického výdeje a arteriálního tlaku, což v důsledku snížení stimulace baroreceptorů vede ke zvýšení sympatické stimulace srdce, konkrétně k reflexnímu zvýšení srdeční frekvence přibližně 7 sekund po zahájení testu. Během fáze III dochází k usilovanému výdechu, což vede k prudkému poklesu arteriálního tlaku v důsledku snížení



nitrohruďního a nitrobřišního tlaku a zvýšení vaskulární kapacity arteriálního řečiště. Ve fázi IV nahromaděná v žilním systému krev vstupuje do srdce, což vede ke zvýšení end-diastolického objemu, systolického výdeje a arteriálního tlaku. Zvýšení arteriálního tlaku aktivuje baroreceptorový reflex což vede k bradykardii s následnou normalizací srdeční frekvence a krevního tlaku.

Metodika provedení měření

Měření se provádí na zdravém dobrovolníkovi za použitím EKG přístroje pro měření a interpretace výsledků (EKG SE 1200 Express Glasgow).

1. Záznam EKG se provádí v poloze vleže. Bipolární končetinové svody se registruje při standardním rozmístění elektrod. Záznam prekordiálních unipolárních svodů J1-J6 se provádí podle následujícího schématu: elektrody J1 a J3 jsou umístěny v 1. mezižebří v medioklavikulární čáře vpravo a vlevo. J2 je aplikován na rukojeti hrudní kosti. J4 a J6 jsou umístěny na úrovni žeberního oblouku v medioklavikulární čáře vpravo a vlevo. J5 je umístěn mezi J4 a J6 na bílé linii břicha.
2. Proband požádán, aby po dobu 30 sekund provedl Valsalvův test (usilování výdech při uzavřenými nosu a ústům). Po 3 minutách probíhá zapakování testu.
3. Záznam EKG se provádí EKG kontinuálně, počínaje klidovým stavem až do úplného návratu tepové frekvence do původních hodnot po testu.
4. Pro analýzu EKG se vybírá tři komplexy: před zátěží, 10-15 s po zahájení testu (fáze 2) a 5-10 s po výdechu (fáze 4). Časové úseky EKG určený pro analýzu odpovídají maximálním změnám úrovní preloadu srdce během testu [1].
5. Na vybraných EKG záznamech se provádí měření RR intervalu, QT intervalu, Tpeak-Tend intervalu, JTpeak a JTend intervalů. Vypočet korigovaných intervalů QT, Tpeak-Tend, JTpeak a JTend je nezbytným krokem pro vyloučení vlivu tepové frekvenci na vybrané repolarizační parametry během testu. Pro výpočet korigovaných intervalů se používá Bazettův vzorec:

$$QTc = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$$



Analýza dat

- Zjištěné elektrokardiografické data se analyzují s hlediska určení efektu akutních hemodynamických změn na elektrofyziologické vlastnosti myokardu, zvláště na proces repolarizace komor srdce.
- Pro každý vybraný parametr repolarizace se vytváří graf znázorňující dynamiku změn jednotlivého parametru během experimentálního měření (původní stav, snížený preload a zvýšený preload).
- V prekordiálních svodech se určuje průměrná hodnota parametru pro dolní a horní svody zvlášť. Vypočítá se rozdíl mezi nimi.

Pokyny k vypracování protokolů

1. Popište základní princip měření standartního 12-svodového EKG.
2. Na EKG záznamu označte vybrané pro analýzu parametry repolarizace.
3. Popište změny jednotlivých parametrů repolarizace v důsledku hemodynamické zátěži srdce, označte tyto změny na grafech.
4. Analyzujte zjištěné experimentální data a určité vliv preloadu na elektrofyziologické parametry srdce.

Literatura:

1. Taggart P., Sutton P., John R., Lab M., Swanton H. Monophasic action potential recordings during acute changes in ventricular loading induced by the Valsalva manoeuvre *Br. Heart J.* 1992. 67(3): 221-229.
2. Kohl P., Nesbitt D., Cooper P.J., Lei M. Sudden cardiac death by Commotio cordis: role of mechano-electric feedback. *Cardiovasc. Res.* 2001. 50: 280-289.
3. Meijborg V.M.F., Belterman C.N.W., de Bakker J.M.T., Coronel R., Conrath C.E. Mechano-electric coupling, heterogeneity in repolarization and the electrocardiographic T-wave. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 2017. 130: 356-364.