

**UNIVERZITA KARLOVA v PRAZE  
1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Kateřinská 32, 121 08 Praha 2, Česká republika, tel.: 224 961 111, E-mail: office@lf1.cuni.cz

---

**INTRAAORTÁLNÍ BALÓNKOVÁ KONTRAPULZACE U  
PACIENTŮ S AKUTNÍM INFARKTEM MYOKARDU  
V PERIOPERAČNÍM OBDOBÍ**

**(bakalářská práce)**

**Autor: Gabriela Hodková**

**Vedoucí bakalářské práce: Mgr. František Mlejnský  
Pracoviště: II. chirurgická klinika kardiovaskulární chirurgie  
1.LF a VFN v Praze**

**PRAHA 2009**

## **Poděkování**

Práci jsem psala na II. chirurgické klinice kardiovaskulární chirurgie 1.LF a VFN v Praze pod vedením

Mgr. Františka Mlejnského, kterému bych zde chtěla poděkovat za spolupráci, pomoc, cenné rady a podněty.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem absolventskou práci vypracovala samostatně, všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použité literatury a souhlasím s případným použitím své práce pro potřeby školy.

.....

podpis autora

## **Abstrakt**

Hodková, Gabriela – Intraaortální balónková kontrapulzace u pacientů s akutním infarktem myokardu v perioperačním období

1. lékařská fakulta UK Praha 2, Kateřinská 32

Vedoucí práce : Mgr. František Mlejnský

Ve své práci se zabývám klinickým zhodnocením efektu perioperačního užití intraaortální balónkové kontrapulzace (IABK).

Teoretická část je věnována pojednání o principech, funkcích, indikacích a kontraindikacích užití IABK ve vztahu k problematice kardiovaskulárních onemocnění, konkrétně v souvislosti s léčbou akutního infarktu myokardu.

V praktické části jsem se věnovala sběru dat o pacientech , kteří byli na II. chirurgické klinice operováni pro diagnózu akutní infarkt myokardu. Podle shromážděných dat jsem pacienty rozdělila do dvou skupin. V jedné skupině jsou pacienti, kterým byla perioperačně zavedena IABK, ve druhé skupině jsou pacienti, u nichž vzhledem ke kontraindikacím zavedení IABK nebylo možné. Výsledky jsem vzájemně porovнала a statisticky zhodnotila.

Vyhodnocení bylo provedeno dle následujících parametrů: předoperační a pooperační hodnoty ejekční frakce, doba umělé plicní ventilace v souvislosti s operačním výkonem. Délka pobytu na jednotce intenzivní péče a celková doba pobytu pacientů v nemocničním zařízení (od provedení operačního výkonu do propuštění do domácího ošetřování).

## **Abstract**

Hodková, Gabriela – Intra-aortic Baloon Pump Therapy in AMI (acute myocardial infarction)

Patiens Dutiny Pre-operation, Operation and Post-operation Stages

1. lékařská fakulta UK Praha 2, Kateřinská 32

Head of the work : Mgr. František Mlejnský

The theme of this thesis is a clinical evaluation of effects perioperation using the intra-aortic baloon therapy.

The theoretical part is concerned with the principles, functions, indications and contra-indications of intra-aortic baloon counterpulsation according to problems of cardiovascular diseases, concretely of the acute myocardial infarction therapy.

The practical part is concerned with the data assembly about patients operated on II. surgical clinic on acute myocardial infarction. According to these dates were patients distributed to two groups – in the first group was indicated using intra-aortic baloon counter-pulsation, in the second group wasn't (because of contra-indications).Results were confrontated and statistical evaluated.

The evaluation was made according to following parameters: pre-operation and post-operation values of eject fractions, time of artificial lung ventilation in connection with surgery, time of staying on intensive care unit, and the total time of staying patients in the hospital (from surgery to releasing).

## Obsah

1. Úvod .....	7
2. Teoretická část.....	9
2.1. Intraaortální balónková kontrapulzace.....	9
2.1.1. Indikace.....	9
2.1.1.1. Akutní infarkt myokardu.....	10
2.1.2. Kontraindikace.....	12
2.2. Základní součásti systému pro IABK.....	13
2.2.1. Kanylační soupravy.....	13
2.2.2. Intraaortální balóny.....	15
2.2.3. Plnicí plyn.....	16
2.2.4. Řídící jednotka pro IABK.....	17
2.2.5. Přídavná zařízení - Doppler, propojovací kabely, tiskárna...	18
2.3. Použití IABK.....	20
2.3.1. Příprava přístroje pro IABK.....	20
2.3.2. Zavedení IABK.....	20
2.3.3. Obsluha IABK.....	22
2.3.4. Ukončení IABK.....	23
2.3.5. Monitorace během IABK.....	24
2.4. Komplikace během IABK.....	25
3. Praktická část.....	28
3.1. Metodika.....	28
3.2. Výsledky.....	29
4. Diskuze.....	31
5. Závěr.....	32
6. Seznam použité literatury.....	33
7. Seznam příloh.....	34

# 1. Úvod

Onemocnění kardiovaskulárního systému patří v současnosti k nejčastěji zmiňovaným tzv. civilizačním chorobám. Navzdory velkým pokrokům v léčbě srdečních chorob zůstávají z více než 50% příčinou všech úmrtí v naší republice. Díky masivnímu rozvoji intervenční kardiologie a kardiochirurgie a dostupnosti poskytované specializované péče se Česká republika řadí na přední místo v Evropě, pokud jde o léčbu kardiovaskulárních onemocnění[6].

Přes velkou dostupnost odborného ošetření však rychle narůstá počet pacientů v různě pokročilých fázích srdečního onemocnění, včetně stadia srdečního selhání.

Intraaortální balónková kontrapulzace patří k nejdéle užívaným dočasným mechanickým levostranným srdečním podporám. Jedná se o zařízení, které na nezbytnou dobu podpoří práci srdečního svalu. V podmínkách našich pracovišť přichází použití intraaortální balónkové kontrapulzace v úvahu již naprosto rutinně, závisle na indikaci.

Princip kontrapulzace byl poprvé popsán v roce 1962. Hemodynamické změny jsou navozovány střídavým nafukováním a vyfukováním balónku, který je zaveden do hrudní části sestupné aorty pacienta – činnost je synchronní se srdečním rytmem.

Nejpodstatnějším klinickým efektem kontrapulzace je zlepšení zásobení srdečního svalu kyslíkem. Tohoto efektu je dosaženo tím, že se při nafouknutí balónku proti uzavřené aortální chlopni v diastole zvýší tlak v úseku vzestupné aorty a krev je silněji vypuzována do tepen odstupujících z této části aorty, tedy i koronárních tepen [5].

Zavádění kontrapulzace je odborně i technicky poměrně náročný výkon, který s sebou nese některá rizika, popsaná dále v textu. Vždy je nezbytné maximálně zohlednit indikace podpory i známé kontraindikace s individuálním hodnocením pacientova zdravotního stavu.

V teoretické části popisují indikace k užití intraaortální balónkové kontrapulzace s důrazem na akutní infarkt myokardu. Uvádím stručný přehled účinků kontrapulzace na vybrané kardiální a oběhové parametry pacienta.

V praktické části práce se zabývám porovnáním perioperačních průběhů dvou skupin pacientů operovaných na II. chirurgické klinice s hlavní diagnózou akutní infarkt myokardu. Pacientům jedné skupiny byla předoperačně indikována kontrapulzace, u pacientů druhé skupiny nebylo zavedení kontrapulzace možné vzhledem ke kontraindikacím.(viz příloha č. 1, tab. č. 1).

Cílem práce je srovnání a posouzení účinnosti kontrapulzace ve dvou skupinách pacientů operovaných na II. chirurgické klinice 1.LF a VFN v Praze pro akutní infarkt myokardu. Důraz je kladen na porovnání předoperačních a pooperačních údajů pacientů, kterým byla zavedena intraaortální balónková kontrapulzace, s předoperačními a pooperačními údaji pacientů nekontrapulzovaných. Srovnání a posouzení účinnosti kontrapulzace v obou skupinách pacientů bude vztaženo především k pooperační části. Záměrem práce je potvrzení významnosti užití IABK jako srdeční podpory při akutním infarktu myokardu. Výsledkem práce jsou statistická hodnocení, pro která jsem čerpala údaje ze vstupních diagnostických a výstupních pooperačních hodnot u obou skupin pacientů.



## 2. Teoretická část

### 2.1. Intraaortální balónková kontrapulzace

#### 2.1.1. Indikace

Indikace ke klinickému užití intraaortální balónkové kontrapulzace (IABK) jsou podle účelu rozdělené do dvou skupin: terapeutické a profylaktické. Z praktického hlediska se obě indikační skupiny často prolínají.

Terapeutické indikace se dále orientačně dělí na kardiální a non-kardiální. IABK je jako standardní léčebná metoda užívána jak na kardiologických a kardiochirurgických pracovištích, tak i na jednotkách intenzivní péče v ostatních interních a chirurgických oborech [6].

Asi nejčastější terapeutickou indikací k zahájení IABK je kardiogenní šok. Jedná se o stav hypotenze se znaky oběhového i orgánového selhávání, v hlavních rysech charakterizovaný poklesem systolického tlaku ( $<80$  torrů), poklesem minutového srdečního výdeje ( $CI < 2,0-2,2$  l/min.m<sup>2</sup>) a poklesem diurézy pod 20 ml/h [6]. Pacient v kardiogenním šoku má tachykardii, poruchy mikrocirkulace, stupňují se nároky na spotřebu kyslíku v myokardu, dochází ke změnám v perfuzi plicních kapilár a k rozvoji plicního edému. Ten vede k anaerobnímu metabolismu, zvýšené tvorbě laktátu a tkáňové acidóze. Tento stav bez léčebného zákroku vede ke smrti nemocného.

Kardiogenní šok často komplikuje náhle vzniklou ischemii srdce – akutní infarkt myokardu. Vzhledem k tomu, že se v praktické části této práce věnuji problematice IABK ve vztahu právě k akutnímu infarktu myokardu, rozhodla jsem se tento stav včetně některých jeho dalších komplikací podrobněji pojednat v samostatné podkapitole.

Dalšími zásadními indikacemi pro zahájení IABK jsou komplikace během perkutánní koronární intervence, izolovaný syndrom nízkého minutového srdečního výdeje (zejména je-li patrná evidentní progresa zhoršování parametrů minutového srdečního výdeje), těžká nestabilní angina pectoris, ischemické změny myokardu v průběhu kardiochirurgické intervence, kritická ischemie myokardu při „nesrdečních“ operacích, podpora oběhu při současném užití jiného typu srdeční podpory, kontuze srdce. Je třeba uvést i anafylaktický a septický šok, neboť obecné příznaky a kriteria šoku jsou blízka kardiogennímu šoku.

Před operačním nebo intervenčním výkonem u vysoce rizikových pacientů se uplatňují profylaktické indikace k užití IABK. Jedná se především o profylaxi při elektivní i urgentní perkutánní koronární intervenci a preventivní zavedení IABK před nebo při srdeční operaci vysoce rizikového pacienta. Zde je důležité správné zhodnocení kardiálních rezerv pacienta a vyslovení předpokladu závažných kardiálních komplikací. Kromě objektivního nálezu při vyšetření je nutné přihlédnout k počtu a závažnosti přidružených onemocnění konkrétního pacienta.

Levá komora	Tlak v levé komoře	Tlak v aortě	Krevní průtok	Zatížení srdce
EF ↑	Systolický ↓	V systole ↓	Koronární tepny ↑	Předtížení ↓
Napětí stěny ↓	End-diastolický ↓	V diastole ↑	Mozkové tepny ↑	Zatížení ↓
Srdeční výdej ↑			Renální tepny ↑	
Práce myokardu ↓				

Tab. 1 - orientační přehledová tabulka klinického efektu IABK[6]

### 2.1.1.1. Akutní infarkt myokardu

Akutní infarkt myokardu (AIM) je důsledkem kritického snížení průtoku krve koronární tepnou v příslušné oblasti srdečního svalu. Jde zpravidla o stav vzniklý v důsledku ischemické choroby srdeční (ICHS), kdy dojde k uzávěru tepny na podkladě trombózy na aterosklerotickém plátu, nebo o tzv. „němou ischemii“, kdy je zdravá tepna zneprůchodněna neovlivnitelným spazmem [4]. Rozsah poškození srdečního svalu je ovlivněn anatomickou lokalizací infarktu a přítomností tzv. kolaterálního řečiště.

Rizikové faktory pro vznik ICHS jsou následující: věk, mužské pohlaví, genetická predispozice, arteriální hypertenze, kouření, diabetes mellitus, porucha metabolismu tuků – hyperlipoproteinemie (HLP). HLP je patrně hlavním spouštěcím faktorem vzniku aterosklerózy. Další stupně ateromatózního procesu zahrnují poruchy funkce endotelu, vytváření ateromatózních plátů, které působí nerovnosti vnitřního povrchu cév, usazují se v nich vápenné soli a vznikají kalcifikace. Těmito nerovnostmi je negativně ovlivněna integrita nesmáčivého povrchu vnitřní stěny cévy, dochází zde k adhezi krevních elementů (trombocytů) a k tvorbě trombů, které postupně obliterují až uzavírají lumen cévy.

Klinickým projevem ICHS je angina pectoris (AP), projevující se při námaze nebo stresu bolestí lokalizovanou za hrudní kostí - stenokardií. Podle stupně obtíží a podle výsledků hodnocení lékařského vyšetření (obvykle zátěžový test) je AP rozdělena do čtyř skupin.

Kriteria pro rozdělení jsou určena charakterem vyvolávajícího podnětu, délkou trvání bolesti, opakováním bolesti a délkou intervalu opakování. Jako nestabilní angina pectoris (NAP) je definován stav, kdy stenokardie neodezní ani při maximální farmakologické léčbě – stejně jako v případě anginózního spazmu u stabilní AP se pacientovi podává nitroglycerin, který snižuje cévní tonus,  $\beta$ -blokátory blokuje  $\beta$ -zakočení vegetativního nervstva, čímž se snižuje srdeční frekvence, kontraktilita myokardu a klesá nárok svalů na spotřebu kyslíku, a blokátory kalciových kanálů, které snižují nároky myokardu na kyslík a indukují vazodilataci koronárních tepen [13].

Pacienti s chronickou ICHS mají kompenzatorně vytvořený kolaterální oběh, proto při uzavěru původní tepny bývá ložisko ischemie nezdědká malé. Pokud má ale pacient AIM jako první projeví ICHS, je mnohem více ohrožen na životě, a to právě z důvodu nepřítomnosti kolaterál.

Infarktové ložisko se hojí vazivovou jizvou. To má následně vliv na práci srdečního svalu – vazivové změny snižují v příslušném úseku myokardu schopnost stahu. Jde-li o velkou plochu zhojenou vazivou, je výsledným poinfarktovým nálezem hypokineza až akineza oblasti srdeční stěny. V oblasti poinfarktové jizvy je i značné riziko vzniku výdutě ve stěně srdeční komory, což je závažná komplikace potenciálně ohrožující nemocného na životě při ruptuře výdutě [4].

U nemocných s AIM bývá s ohledem na rozsah postižení myokardu a na celkový stav nemocného indikováno zahájení IABK. Zvýšení intraaortálního tlaku během kontrapulzace zlepšuje průtok krve koronárním řečištěm včetně kolaterál i tepen postižených akutní ischemií z důvodu spazmu. Pokud není možné bezprostředně intervenovat, IABK poskytuje čas potřebný ke stabilizaci pacientova stavu. Nafukování balónku proti uzavřené aortální chlopiči zvyšuje diastolický tlak a tím i náplň koronárních tepen, při prudkém vyfouknutí balónku v systole významně klesá intraaortální tlak i tlak v levé srdeční komoře, která kontrahuje proti nižšímu odporu.

Zásadním kritériem pro hodnocení práce levé srdeční komory je hodnota ejekční frakce levé komory (EF, EF LK). K určení této hodnoty je v klinické praxi na kardiologiích a kardiouchirurgiích optimálně využívané echokardiologické vyšetření. Pomocí ECHO změří kardiolog poměr systolického tlaku k objemu levé srdeční komory na konci diastoly. Ejekční frakce je vyjádřena v procentech – za fyziologickou hodnotu je považována EF LK 60%. EF můžeme stanovit výpočtem při znalosti změřených objemů v konkrétních fázích srdečního cyklu:

**EF(%)=(EDV-ESV)/DV\*100** (EDV – end-diastolický objem, ESV – end-systolický objem,

DV – diastolický objem) [4].

IABK může zlepšit výkon levé srdeční komory (ejekční frakci LK) během 48 hodin až o 10% [2,6,7]. Při IABK klesá nárok na práci levé komory a tím i klesá spotřeba kyslíku v srdečním svaly, což vede ke zlepšení funkce selhávajícího myokardu. Uvádí se, že při IABK se zvýší srdeční výdej (tepový objem násobený tepovou frekvencí) o 10 - 20% (500 - 800 ml/min) [1].

### **2.1.2. Kontraindikace**

Zahájení IABK je v některých případech kontraindikováno. Kontraindikace jsou pro danou situaci absolutní a relativní. Absolutní kontraindikací je vždy významná nedomykavost aortální chlopně. Vzhledem k tomu, že princip chodu IABK a její klinický efekt je založen na současném nafouknutí balónku a uzavěru aortální chlopně, není při aortální chlopní insuficienci tato podmínka primárně splněná. Zavedení IABK pacientovi s nedomykavostí aortální chlopně ho přímo ohrožuje na životě, protože po spuštění nesprávně indikované podpory dojde k prohlubování obtíží a zhoršení klinického stavu. Stoupá krevní tlak v levé srdeční komoře, zvyšuje se tenze stěny komory a prohlubuje se ischemie koronárního řečiště, CNS i periférií. Obecně platí, že pokud podpora nevykazuje žádaný a předpokládaný efekt, je vždy nutno situaci přehodnotit a podporu případně ukončit.

Toto platí i v oblasti relativních kontraindikací.

Další téměř bez výjimky absolutní kontraindikací IABK je aortální disekce a chronická i akutní výduť aorty. Při IABK je vysoké riziko poškození až ruptury aortální stěny při zvýšeném intraaortálním tlaku. Při disekci nadto hrozí komplikace v podobě zavedení intraaortálního balónku do nepravého lumina aorty.

U pokročilé aterosklerózy tepny, kdy je významně snižena elasticita aortální stěny, hrozí po spuštění kontrapulzace poškození, případně dokonce ruptura aorty. Stejně tomu je v případě traumatu aorty, kdy parciální ruptura stěny aorty, rozsáhlý intramurální hematom nebo transekce tepny vyžadují jiný terapeutický postup [6].

Na hranici mezi absolutními a relativními kontraindikacemi zahájení IABK jsou předchozí operace na aortální chlopní a aortě. Krátce po operačním výkonu platí absolutní kontraindikace – rizika spojená se zavedením a spuštěním kontrapulzace významně převyšují možný klinický efekt podpory. V delším časovém odstupu po operaci je třeba maximálně objektivně posoudit míru rizika zavedení IABK vzhledem k terapeutickému přínosu pro pacienta s nepříznivým koronárním nálezem.

Předchozí operace na periferním cévním řečišti jsou pro IABK kontraindikací relativní. Pro lékaře je nezbytné seznámit se s rozsahem původního postižení a případných cévních rekonstrukcí včetně lokalizace a typu náhrady příslušných cévních úseků. Stenózující změny tepenného řečiště mohou znamenat vážné mechanické komplikace při pokusu o zavedení IABK punkční (Seldingerovou) metodou i při pokusu o zavedení kontrapulzace do chirurgicky vypreparovaného úseku tříselné tepny (arteria femoralis) – lékař nemá nikdy úplnou jistotu průchodnosti pacientova tepenného řečiště v oblasti malé pánve a dále proximálně. Pacienti s ischemickou chorobou dolních končetin (ICHDK) jsou zpravidla vyšetření dostupnými, v praxi obvykle užívanými vyšetřovacími metodami (Doppler, USG, RTG s kontrastem, angio-CT), často v příčinné souvislosti se základním onemocněním periferních tepen. Pokud výsledky vyšetření prokazují neprůchodnost tepenného řečiště, je volen jiný terapeutický postup. V případě nemožnosti zavést IABK cestou arterie femoralis při nutnosti použití této srdeční podpory je možné zvolit alternativní přístup. Jako rarita je popsán zúšob zavedení IABK cestou a. subclavia nebo a. axilaris. Polohu balónku v aortě vždy kontrolujeme RTG snímkem [4].

U pacientů s ICHDK je nutné zakalkulovat riziko ischemie na periférii té končetiny, která je mechanicky zatížena invazívním prvkem – kontrapulzačním katetrem, pokud se podaří kontrapulzaci zavést a spustit.

Extrémní obezita není přímou kontraindikací IABK. Při pokusech o punkci tepny však nastávají potíže v podobě nedostatečné hmatnosti tepny, zalomení komponent zaváděcí soupravy, nebo jejich nedostatečné délka. Je tu na místě primárně volit cestu chirurgické preparace potřebného úseku femorální tepny. To však znamená větší rozsah invaze, a tedy i zvýšení rizika přidružených komplikací (viz kap. 2.4.).

## 2.2. Základní součásti systému pro IABK

### 2.2.1. Kanylační soupravy

Dvoudílná sterilní souprava pro zavedení kontrapulzace je určena k jednorázovému použití.

První díl soupravy obsahuje:

- punkční jehlu – 8 cm dlouhá jehla je použita k punkci tepny modifikovanou Seldingerovou technikou,
- 1 -2 drátěné vodiče – lumenem jehly je do tepny zaveden vodič v úseku předpokládané délky katetru IABK. Drátěný vodič, je-li bez odporu zaveden až pod oblouk aorty, dokládá průchodnost tepenné cesty,
- skalpel – slouží lékaři, který zavádí kontrapulzaci, k rozšíření punkční incize a snadnějšímu následnému použití dilatátorů,
- sadu 3 dilatátorů – dilatátory s vnitřním lumenem jsou (vzestupně) podle velikosti zaváděny po drátěném vodiči do tepny, kterou mechanicky dilatují,
- sheath – nepoužívá se vždy, přestože je vždy součástí kanylačního setu. V případě užití je zaveden do tepny v úseku 12 – 15 cm, ponechán in situ počas chodu IABK. Ze sheathu odstupuje infúzní hadička opatřená trojcestným kohoutem. Používá se k měření tlaku ve femorální tepně,
- trojcestný kohout, infúzní hadičku – infúzní hadička s trojcestným kohoutem je napojena na výstup vnitřního lumina intraaortálního balónku.



*Obr. 1 – sterilní souprava na jedno použití pro zavedení IABK – první část*

Druhý díl soupravy obsahuje:

- kontrapulzační balón – balón v indikované velikosti, vyfouknutý. V jeho vnitřním průsvitu je zaveden drát, který je odstraněn těsně před použitím balónu,
- jednocestnou chlopeň, 50 ml stříkačku – před zavedení balónu do aorty nemocného lékař nasadí na výstup pro plnicí médium chlopeň a stříkačkou odsaje případnou reziduální (z výroby) náplň balónku,
- hadici na plnicí médium – po zavedení balónku do aorty je hadice napojena na výstup pro plnicí médium.



*Obr. 2 – sterilní souprava na jedno použití pro zavedení IABK – druhá část*

### **2.2.2. Intraaortální balóny**

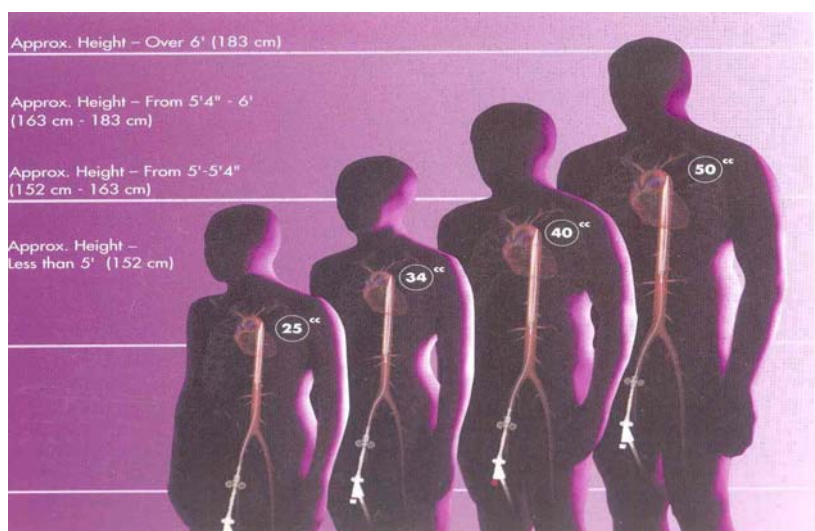
Historicky prošly kontrapulzační balóny vývojem pokud jde o tvar i velikost. Původní latexové balóny fixované na polyetylenový katetr byly nahrazeny polytetrafluoretylenovými balóny. Experimentálně i klinicky byly použity balóny se dvěma samostatně nafukovanými oddíly: menší, distálněji situovaný balón při nafouknutí uzavřel lumen aorty, následovalo nafouknutí většího balónu a odpovídající klinický efekt. Vyvinutí katetru s centrálním lumenem umožnilo zavádění balónku po drátěném vodiči, měření intraaortálního tlaku na hrotu balónku, případnou aplikaci kontrastní látky, nebo úpravu polohy balónku v aortě.

Vývojově se uplatnily užší katetry, čímž se redukovaly ischemické komplikace v periferním tepenném řečišti končetiny se zavedenou IABK [6].

Obvyklá délka kontrapulzačního balónu pro dospělého člověka je 25 cm (21 – 28 cm), což koresponduje s průměrnou délkou sestupné aorty. Šířka aorty v tomto úseku je průměrně 18 mm (16 – 30 mm). Oba rozměry souvisí s pohlavím pacientů (pacienti mužského pohlaví mívají aortu delší a širší, a naopak, ženy kratší a užší, není to však striktním pravidlem). Určujícím parametrem pro volbu velikosti kontrapulzačního balónu je tělesná výška pacienta!

Výška nemocného	<160 cm	160 – 185 cm	>185 cm
Doporučená velikost kontrapulzačního balónu	30 – 35 ml	40 ml	50 ml

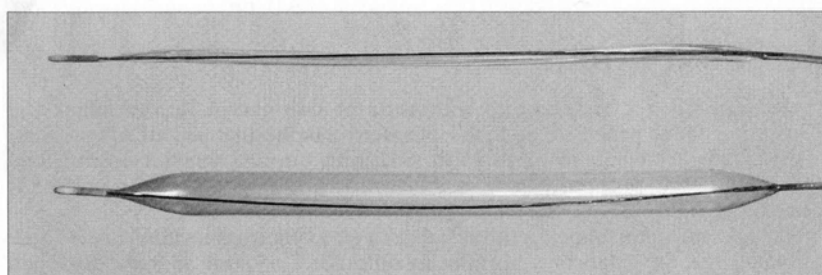
Tab. 2 - objem kontrapulzačního balónu ve vztahu k tělesné výšce pacienta



Obr. 3 – velikosti používaných intraaortálních balónů vzhledem k výšce nemocného(Datascope)

Efektivní a zároveň bezpečná kontrapulzace je dosažena při uzavěru 85-90% lumina descendentní aorty [6]. Balónek o délce 25 cm s náplní 40 ml má při nafouknutí průměr 16 mm, balónek s náplní 50 ml má průměr 18 mm, balónek s náplní 30 ml má průměr 15 mm. Je tedy patrné, že dospělému pacientovi o průměrné tělesné výšce 160 – 185 cm je obvykle zaveden kontrapulzační balón s náplní 40 ml. Použití balónku nesprávné velikosti s sebou nese riziko poškození aorty a odstupujících tepen, respektive nedostatečnou funkci srdčení podpory při užití příliš malého balónu.

Proti úplnému nafouknutí balónu v aortě (in vivo) – na rozdíl od simulace – působí krevní tlak, tlak stěny aorty a viskozita krve. Objem balónu dosahuje v aortě 75 – 80% skutečného objemu balónu.



Obr. 2.3 Vyfouknutý a nafouknutý kontrapulzační balónek (foto).

Obr. 4 – vyfouknutý a nafouknutý intraaortální balónek [4]



### 2.2.3. Plnicí plyn

Optimální účinek kontrapulzace je zajištěn jednak správnou synchronizací kontrapulzačních cyklů se srdečním rytmem pacienta, a také rychlostí výměny plnicího plynu mezi balónkem a řídicí pneumatickou jednotkou IABK. Tuto rychlost ovlivňuje typ kontrapulzačního přístroje, délka hadicového systému a fyzikální vlastnosti použitého plynu.

V 60. letech minulého století se v experimentu i klinické praxi postupně upustilo od používání vzduchu a CO<sub>2</sub> a jako plnicí médium se začalo bezvýjimečně používat helium. Molekuly helia vykazují oproti vzduchu a CO<sub>2</sub> lepší fyzikální vlastnosti (rozpínavost, stlačitelnost, lineární proudění), a to umožňuje rychlejší výměnu plynu během kontrapulzačního cyklu.

Užití helia je výhodné i z hlediska minimalizace klinických rizik v případě embolizace molekul plynu do cévního řečiště [6].

Helium je inertní, nehořlavý bezbarvý plyn bez zápachu, stabilní, uchovávaný při teplotě 21°C. Pro klinické použití se ve shodě s požadavky na provoz kontrapulzačního přístroje dodává v chemické čistotě 99,9%, ve výměnných vysokotlakých lahvích o objemu 950cc/140 standardních litrů, a tlaku 2200 psig/160 bar.(Datascope CS 100™, Datascope 100i™ ) [8].



Obr. 5 – tlaková láhev s heliem, pneumatická jednotka IABK

## 2.2.4. Řídící jednotka pro IABK

Řídící jednotka kontrapulzačního přístroje neustále vyhodnocuje pacientovu srdeční aktivitu. Specifické, tzv. triggerovací body jsou na grafické křivce EKG respektive arteriálního tlaku (AP) lokalizovány a označeny v každém srdečním cyklu. Programové vybavení v současnosti používaných kontrapulzačních pump (Datascope IntelliSYNCH<sup>®</sup>, Datascope CardioSYNCH<sup>®</sup>, Arrow WAVE Timing<sup>®</sup>) snímá a zároveň predikuje změny srdeční frekvence, vznik arytmie nebo ztrátu triggerovacího bodu, a podle toho náležitě upravuje činnost kontrapulzačního přístroje [6]. Je možné zvolit automatický režim („auto-operation“, „autopilot“) nebo režim „operator“. V případě automatického režimu řídící jednotka vyhodnocuje optimální triggerovací body z dostupných signálů, a následně volí nejkvalitnější signál pro práci pneumatické jednotky, tedy pro nafukování a vyfukování balónu.



Obr. 6 – ovládací panel IABK používané na II. chirurgické klinice

Obr. 7 – náčrt ovládacího panelu téhož přístroje [8]

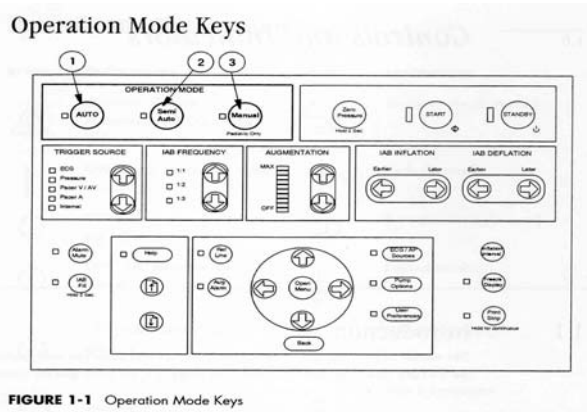


FIGURE 1-1 Operation Mode Keys

Jako hlavní spouštěcí signál slouží nejčastěji R-vlna QRS komplexu EKG. Podmínkou pro správnou činnost přístroje je dostatečná kvalita a voltáž QRS komplexů – voltáž je možné nastavit manuálně na přístroji. R-vlna odpovídá depolarizaci komor, po které následuje kontrakce myokardu a otevření aortální chlopně. V tomto okamžiku musí být balónek vyfouknutý. Konec t-vlny odpovídá konci systoly. Balónek se nafoukne proti uzavřené aortální chlopně, zvýší se intraaortální tlak a nastává tzv. asistovaná diastola (viz příloha č. 8, obr. č. 10, 11).

V režimu „operator“ volí signál, který bude pro chod kontrapulzačního přístroje směrodatný, manuálně obsluha přístroje (lékař, perfuziolog). Může totiž nastat situace, kdy vzhledem k celkovému stavu pacienta, oběhovým nebo kardiálním patologiím (arytmie,

nestabilní krevní tlak s nutností noradrenergické podpory apod.), nebo vzhledem k trvalé nebo přechodné nutnosti kardiostimulace vyhodnotí přístroj v režimu „auto-operation“ respektive „autopilot“ jako nejkvalitnější ten triggerovací signál, který nemocnému z celkového hlediska svědčí méně než ten, který je použit v režimu „operator“.

### 2.2.5. Přídavná zařízení – Doppler, propojovací kabely, tiskárna

Součástí příslušenství kontrapulzačního přístroje bývá přenosný Doppler – jednoduchá, ale zásadní pomůcka využívaná lékaři při určování průběhu tepny a místa pro punkční zavedení IABK. Kabel pro vedení EKG signálu do přístroje je na každém konci náležitě přizpůsobený pro připojení k přístroji, respektive spojení s kabely napojenými na kožní elektrody pro snímání EKG. Další kabel umožňuje vedení signálu tlakových změn v aortě na hrotu balónu. Balón má vnitřní lumen – katetr, který je při zavádění IABK naplněn vodným roztokem a napojen na snímač – převodník tlaku, který umožňuje měření intraaortálního tlaku na hrotu balónu.

Snímání EKG a AP (arterial pressure) signálu z externího monitoru vyžaduje přítomnost propojovacího kabelu mezi externím monitorem (analog output) a přístrojem pro IABK (EKG/AP monitor input).

Pro případ transportu mezi odděleními, operačními sály, nebo na jiná pracoviště je v přístroji zabudovaná baterie, která se mimo provoz dobíjí vždy, je-li přístroj zapojen do elektrické sítě. Bateriová jednotka funguje jako bezpečnostní prvek, v případě výpadku sítě udrží bateriový zdroj IABK v chodu po dobu 40 minut.

K pořízení záznamu EKG slouží integrovaná tiskárna v zadní části přístroje. Využití tiskárny je výhodné v situacích, kdy je třeba doložit některá chybová hlášení přístroje za provozu. Na záznamu z tiskárny je zapsaný vedle aktuálního průběhu EKG/AP čas a charakter závady.



Obr. 8 – příslušenství IABK Datascope CS 100® - Doppler, integrovaná tiskárna

## **2.3. Použití IABK**

### **2.3.1. Příprava přístroje pro IABK**

Na II. chirurgické klinice, kde jsem psala bakalářskou práci, má běžnou údržbu, přípravu přístroje pro IABK a kontrolu chodu přístroje v zapojení v kompetenci perfuziolog.

Na základě lékařské indikace k zahájení IABK dopraví perfuziolog přístroj včetně příslušenství k lůžku nemocného, případně na operační sál. Po zjištění tělesné výšky pacienta zvolí vhodnou velikost intraaortálního balónu a dodá lékaři potřebnou soupravu. Přístroj zapojí perfuziolog do elektrické sítě a zapne vypínačem. Zkontroluje, je-li vypínač nabíjení baterie v poloze I. Na monitoru kontrapulzačního přístroje se zobrazuje symbol baterie nebo symbol střídavého proudu – podle toho je rychle patrné, jestli přístroj funguje v konkrétní chvíli na síť nebo na baterii.

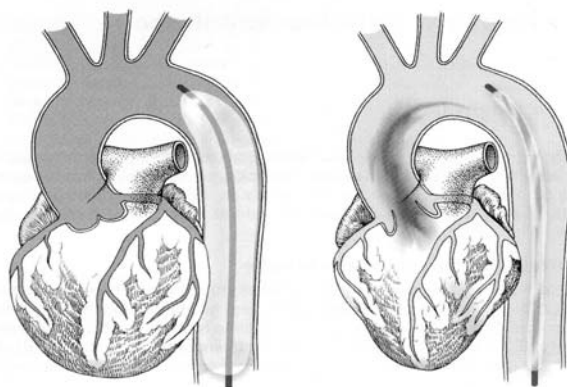
Z kožních elektrod nebo přímým propojením s externím monitorem zajistí perfuziolog EKG signál a na obrazovce přístroje zkontroluje jeho kvalitu. Další kontrola před spuštěním se týká tlakové láhve s heliem. Je nutné otevřít přívod helia do přístroje a ověřit, zda je v láhvi dostatečná náplň a tlak (hodnota tlaku a indikátor náplně se zobrazuje na displeji přístroje). Dle zvyklosti pracoviště je nutné ověřit, zda a do jaké míry je pacient heparinizován. Na II. chirurgické klinice je zvykem přidat Heparin v dávce 500 jednotek do 500 ml fyziologického roztoku, kterým je přes monitorovací set proplachován katetr kontrapulzačního balónu.

### **2.3.2 Zavedení IABK**

Kontrapulzaci zavádí vždy lékař. Za sterilních podmínek, kdy je třísko v místě průběhu tepny určené k zavedení IABK zarouškované a natřené dezinfekčním roztokem, provádí lékař modifikovanou Seldingerovou technikou punkci tepny punkční jehlou z první části kanyláčnické soupravy (viz kap. 2.2.1.). Po zavedení drátěného vodiče do aorty na místo předpokládaného umístění kontrapulzačního balónu si lékař na balónu naměří délku katetru, který bude tepnou zaveden, následuje dilatace tepny sadou dilatátorů a vlastní aplikace intraaortálního balónu. Vnitřní lumen katetru propláchnou obsluha IABK heparinovým roztokem a připojí monitorovací set pro měření intraaortálního tlaku z hrotu balónu. Zkalibruje měřicí zařízení a verifikuje hodnoty AP. Lékař sterilně fixuje kontrapulzační balón v požadované poloze založením kožních stehů a upevněním vláknů k podložkám typu „křídélko“, které jsou na vnější části katetru. Následuje spojení katetru hadicí s pneumatickou plnicí jednotkou IABK a kontrola těsnosti všech spojů na systému. Na ovládacím panelu zvolí obsluha stiskem tlačítka

„autofilling“ naplnění a systémovou zkoušku plnění a vyprazdňování kontrapulzačního balónu pneumatickou jednotkou IABK.

Balónek je v aortě umístěn tak, aby byl jeho hrot v úrovni odstupu levé podklíčkové tepny (arteria subclavia sinistra).



**Obr. 2.1** Nafouknutý kontrapulzační balónek v sestupné aortě ve fázi srdeční diastoly (schéma).

**Obr. 2.2** Výfouknutý kontrapulzační balónek v sestupné aortě ve fázi srdeční systoly (schéma).

*Obr. 9 - schéma umístění intraaortálního balónu pod odstupem arteria subclavia sinistra [6]*

Balónek umístěný blíže k aortální chlopni by mohl při nafouknutí uzavírat ústí tepen odstupujících v oblasti oblouku aorty a tím snižovat perfuzi těmito tepnami. Ideální augmentace a zvýšení průtoku krve koronárními tepnami by bylo dosaženo posunutím balónu co nejbližší k aortální chlopni, na hranici vzestupné aorty a oblouku - objem vzestupné aorty víceméně odpovídá objemu levé srdeční komory. Z důvodu výše popsaného rizika ischemie odstupujících tepen se tento způsob umístění balónku klinicky neuzívá.

Posunutí balónku distálně od odstupu levé podklíčkové tepny s sebou zásadní rizika nenese. Při posunu o 10 – 15 cm distálně ale IABK ztrácí účinnost a tedy i smysl. Dojde-li k chodu kontrapulzace v oblasti odstupů renálních tepen, sníží se průtok krve ledvinami a je tady ohrožena jejich funkce.

Při spuštění kontrapulzace vypovídá o správnosti umístění balónku v aortě tlaková křivka na monitoru, konkrétně výška augmentační vlny. Polohu balónku v tepně můžeme ověřit (ECHO, RTG – hrot je rtg-kontrastní).

Je-li balón z důvodu cévních patologií zaveden pouze do tepen v oblasti malé pánve, není možné IABK spustit pro nemožnost nafouknutí balónku.

### 2.3.3. Obsluha IABK

Obsluha přístroje (lékař, perfuziolog) manuálně na ovládacím panelu IABK nastaví vhodný triggerovací režim. Do okamžiku zavedení kontrapulzačního balónu je přístroj v režimu „stand-by“. Volbou funkce „auto-operation“, případně „operator“ (viz kap. 2.2.4.) a stiskem tlačítka „start“ na ovládacím panelu je kontrapulzace spuštěna v poměru 1:1, čili počet QRS komplexů odpovídá počtu kontrapulzačních cyklů.



**Obr. 4.1** Křivka EKG a intraaortální tlaková křivka během kontrapulzace 1 : 1. Sinusový rytmus, srdeční frekvence 75/min.

*Obr. 10 – synchronizace srdečního rytmu s kontrapulzačním cyklem [6]*

Lékař, případně i obsluha přístroje, dále vyčká, nenastanou-li komplikace v chodu podpory. Systém alarmů v přístroji detekuje odchylky od standardních situací a upozorní zvukovým signálem obsluhu přístroje na potíže. Charakter těchto potíží je upřesněn textovou zprávou na obrazovce přístroje. Při ponechání IABK v režimu „auto-operation“ řídicí počítačová jednotka vyhodnocuje a zpracovává optimální signály ke spouštění kontrapulzačních cyklů, případně přepíná volby triggerovacích signálů (EKG/AP). V tomto režimu není možná intervence obsluhy přístroje do procesu kontrapulzace.

Pro volbu režimu „operator“ je nutné uvést přístroj do stavu „stand-by“, manuálně přepnout režim na ovládacím panelu a tlačítkem „start“ přístroj znovu spustit. Od této chvíle jsou již intervence obsluhy IABK možné. V případě nepravidelností na EKG, tlakové nestability pacienta nebo arytmií může obsluha přístroje aktuálně korigovat synchronizaci kontrapulzačních cyklů s kardiálními a tlakovými parametry pacienta. Kontrapulzaci je možné kromě triggeru EKG a AP spouštět podle triggerovacích signálů zjednodutinového i dvoudutinového kardiostimulátoru (viz příloha 6, obr. 4, 5, 6).

V případě tachykardie rychlejší než 130 tepů za minutu lékař někdy indikuje spouštění kontrapulzačních cyklů v poměru 1:2 (kontrapulzace v každém druhém QRS komplexu). V režimu „operator“ je nutné vyvarovat se chyb, kterých se obsluha IABK v režimu „auto-operation“ nemůže technicky dopustit. Jde především o chyby při nastavování časování

kontrapulzačního cyklu. Při manuálním ovládní kontrapulzace mohou nastat následující chyby: předčasné nebo pozdní nafouknutí balónu, předčasné nebo pozdní vyfouknutí balónu. Předčasné nafouknutí balónku může způsobit regurgitaci aortální chlopně, což vede ke zvýšení diastolického objemu levé komory, zvýšení tepového objemu a stoupající zátěži myokardu, nebo její předčasný uzávěr, kdy se zvýší end-diastolický tlak v levé komoře a zvyšuje se napětí stěny komory. Obě tyto chyby vedou ke zhoršení pacientova stavu. Pozdní nafouknutí balónku nezvyšuje dostatečně intraaortální tlak a tak snižuje efekt augmentace koronárního řečiště. Nároky na práci komory se v této situaci nemění. Předčasným vyfouknutím balónku se příliš brzy sníží intraaortální tlak a tedy se sníží podpora průtoku krve koronárním řečištěm. Zvyšuje se riziko retrográdního toku krve v koronárních a karotických tepnách. Pozdním vyfouknutím balónku není dosaženo optimálního snížení tlaku v aortě. Naopak srdeční komora pracuje zbytečně proti velkému tlaku a podléhá tím vyšší zátěži [6]. Chyby jsou graficky zřejmé na obrazovce IABK nebo na externím monitoru na křivce kontrapulzačního cyklu (viz příloha č. 7, obr. č. 8, 9).

Po dobu trvání podpory je nezbytné sledovat pravidelně celkový zdravotní stav nemocného. Péče o místo invaze spočívá v prevenci infekce a mechanických komplikací (dekubitus v místě vpichu, prořezání fixačních stehů). Pravidelně, pohledem, pohmatem a dle potřeby Dopplerovským vyšetřením jsou kontrolovány končetiny s důrazem na včasný záchyt případné ischemie na periferii končetiny se zavedenou IABK.

#### **2.3.4. Ukončení IABK**

Pro odpojování pacienta od IABK (weaning) je důležité správné načasování tohoto kroku. Rozhoduje zde celkový stav nemocného, vývoj léčby srdečního onemocnění, nebo přítomnost komplikací kontrapulzace. Ukončení podpory bývá podmíněno odpovídajícím snížením farmakologické podpory oběhu při zachování oběhové stability. Srdeční výdej by měl být minimálně  $2,2 \text{ l/min.m}^2$ . Je vhodné ukončovat kontrapulzaci pomocí přechodových režimů. Okamžité vypnutí podpory z plného poměru 1:1 není pro pacienta bezpečné, tento postup volí lékař pouze v případě hrozících závažných komplikací spojených s kontrapulzací.

Kontrapulzační přístroje používané na II. chirurgické klinice umožňují snižování augmentace dvěma možnými způsoby. Jedním je snižování kontrapulzačního poměru mezi frekvencí srdeční a frekvencí kontrapulzace (viz kap. 2.3.2.) z původního poměru 1:1 na 1:2, 1:3, 1:4 a 1:8. Další možností je postupné snižování objemu kontrapulzačního balónu, které provádí manuálně obsluha přístroje příslušným tlačítkem na ovládacím panelu IABK. Objem

balónku by během odpojování neměl klesnout pod 20% z důvodu rizika trombotických komplikací. Optimální je kombinace obou způsobů weaningu. Během odpojování je nutné pečlivě sledovat oběhovou a kardiální stabilitu pacienta pro případ, že by nastala nutnost obnovit podporu v plném rozsahu.

Po vypnutí kontrapulzace musí být balónek odstraněn z tepny co nejdříve (orientačně do 30 minut), aby se minimalizovalo riziko trombotické komplikace.

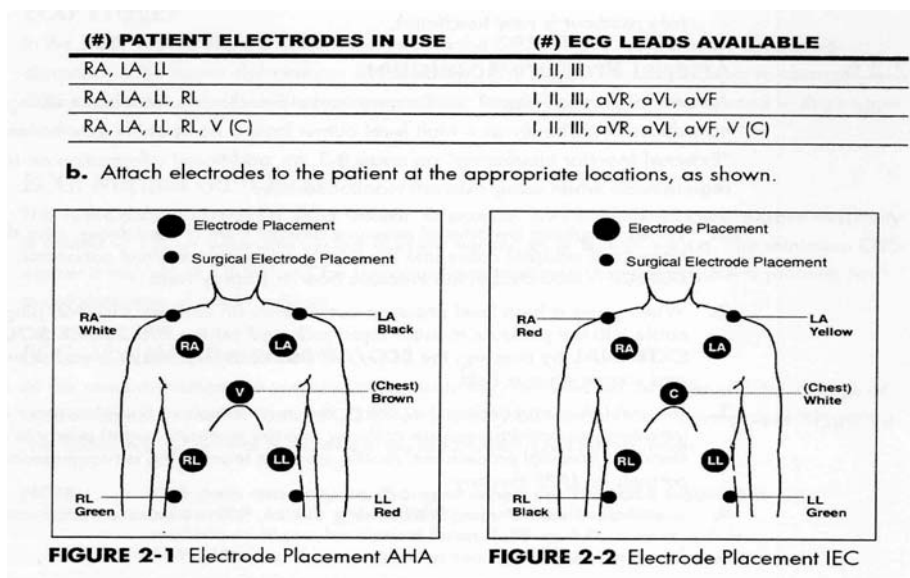
Při vypnutí IABK se intraaortální balón vyfoukne a zůstane v tepně vyfouknutý. Vytažení katetru s balónem a ošetření místa invaze provádí lékař. Byla-li IABK zavedena punkční technikou, je třeba po vytažení balónu zamezit krvácení z místa vpichu. Lékař komprimuje místo vpichu po dobu alespoň 20 minut, přičemž pohmatem nebo Dopplerovským vyšetřením končetiny distálně kontroluje perfuzi periferie. Pokud byla IABK zavedena chirurgicky, odstranění katetru probíhá ve spolupráci s chirurgem, který odborně (suturou operační rány) ošetří místo invaze [4, 6, 10].

Perfuziolog, do jehož kompetence spadá péče o IABK, vypne přístroj vypínačem a ze sítě, zkontroluje jeho stav a zkompletuje příslušenství. Provede předepsanou očistu přístroje a uloží jej na určené místo. Po zapojení do elektrické sítě perfuziolog ověří na indikátoru nabíjení baterie, že se baterie dobíjí.

### **2.3.5. Monitorace během IABK**

Během kontrapulzace jsou trvale monitorovány základní vitální funkce pacienta. Na monitoru je číselně zobrazená aktuální hodnota krevního tlaku, srdeční frekvence, dechové frekvence a O<sub>2</sub> saturace periferie. Graficky je zaznamenáno EKG (případně s aktivitou stimulace, je-li srdce pacienta stimulováno), tepenný tlak, žilní tlak a (nestandardně) plicnicový tlak. Pro správnou funkci IABK je nutný zdroj kvalitního EKG/AP signálu, zobrazený na obrazovce přístroje v reálném čase shodně s údaji na externím monitoru. EKG signál a jeho zobrazení je zajištěn přenosem z kožních elektrod, které jsou v definovaném schématu připevněné na hrudník pacienta nebo při kabelovém propojení IABK s externím monitorem.





Obr. 11 – schéma umístění kožních EKG elektrod na hrudník nemocného

Tlaková křivka se zobrazuje při kabelovém propojení IABK s externím monitorem nebo při použití monitorovacího setu, který detekuje intraaortální tlak na hrotu balónu (viz kap. 2.3.2.) Nejnovější klinicky provozované modely přístrojů pro IABK (Datascope IntelliSYNCH<sup>®</sup>, Arrow 2 WAVE Timing<sup>®</sup>) používají k přenosu AP signálu optické vlákno. Přístroj je vybaven senzorem a odpovídajícím softwarem pro zpracování signálů vedených optickým kabelem.



Obr. 12 – Kontrapulzační přístroj Arrow AutoCAT 2 WAVE Timing<sup>®</sup>

## 2.4. Komplikace během IABK

Při léčbě pacienta v nepříznivém až kritickém zdravotním stavu vždy hrozí zvýšené riziko komplikací. Pokaždé je nutné posoudit celkovou závažnost zdravotního stavu a přínos léčebného postupu ve vztahu k míře rizika.

IABK patří do kategorie intervenční terapie. V případě jejího užití mohou nastat komplikace cévní, infekční nebo komplikace technické.

Jelikož je IABK zavedena do tepny, na prvním místě je třeba zmínit cévní komplikace. Nejčastěji nastává ischemie končetiny se zavedeným sheathem, respektive katetrem s balónkem, který zásadním způsobem zužuje lumen tepny. V současnosti se ischemické komplikace vyskytují v menší míře než v době začátků klinického používání IABK. Klinickými studiemi bylo prokázáno, že průtok krve cévou se zavedeným katetrem je téměř bezpečný u cév o průměru 6 a více mm. Je patrná snaha o vývoj a výrobu balónků stále menších velikostí, pokud jde o průměr katetru (z původních 12 Fr. balónků vývoj pokročil k velikostem 9,5 Fr. respektive 8 – 7,5 Fr.) [6].

Při nedostatečné heparinizaci hrozí riziko embolizace, a i při dostatečné heparinizaci je nutné uvědomovat si riziko trombózy při déletrvajícím podpoře. K cévním komplikacím řadíme i tzv. compartment syndrom, který vzniká zvýšením tlaků v tkáních ischemické končetiny a nedostatečně léčený může vést až k trvalému poškození končetiny.

V případě závažné ischemie končetiny se zavedeným katetrem je obvykle indikováno bezodkladné ukončení IABK a odstranění invaze.

Do skupiny traumatických komplikací IABK řadíme poranění cévní stěny ve smyslu perforace nebo lacerace. U pokročilé aterosklerózy hrozí nebezpečí uvolnění aterosklerotického plátu a následná embolizace do periferie, případně uzávěr tepny. Punkční jehlou může lékař způsobit intramurální hematoma tepenné stěny, po zavedení balónku a pokračujícím krvácením v místě vpichu se může vyvinout pseudoaneuryzma tepny.

O krvácivých komplikacích IABK mluvíme v situaci, kdy toto krvácení vyžaduje časté kontroly, převazy, podání krevních derivátů a eventuální chirurgickou intervenci [4, 6]. Je nutné vždy správně rozpoznat zdroj krvácení. Nebezpečné a pacientův život přímo ohrožující je krvácení do oblastí retroperitonea, dutiny břišní, mediastina nebo pleury – do poměrně velkého prostoru pacient krvácí bez viditelných varovných projevů. Na monitoru je třeba sledovat hodnoty žilního tlaku a náplně žilního řečiště, hodnoty krevního tlaku a tepové frekvence, a pravidelně vyšetřovat krevní obraz (hematokrit, hemoglobin, erytrocyty).

Potvrdí-li se krvácení a určení oblasti komplikace, je zpravidla rozhodnuto o chirurgickém zákroku k vyřešení krvácení, a návazně dle stavu pacienta i o ukončení IABK. Specifickou cévní komplikací je zavedení IABK do žilního systému nemocného. Pokud je podpora zaváděna za dramatických okolností, u pacienta po resuscitaci, v kardiogenním šoku, náhlém zhroucení oběhu nebo při akutním koronárním syndromu, bez možnosti kontroly rentgenem nebo ultrazvukovým vyšetřením, nemusí být vždy spolehlivě hmatný puls na femorální tepně a při vpichu do cévního systému není možné ani vizuálně podle zbarvení krve odlišit tepnu od žíly, respektive žilní krev od tepenné. Po zjištění chyby (na monitoru se neobjeví charakteristická tlaková křivka) je samozřejmě nutné okamžitě ukončit chod IABK a balón v dalším kroku zavést správně do tepny.

Trombocytopenie jako komplikace IABK představuje pokles krevních destiček pod  $50 \cdot 10^3/\text{mm}^3$ . U dlouhodobě zavedené IABK se uvádí procento trombocytopenických komplikací v rozsahu 3 – 30%. I při relativně normální hodnotě trombocytů v krevním obraze mohou při kontrapulzaci progredovat krvácivé stavy, a to z důvodu mechanicky porušené funkce trombocytů

Infekční komplikace se vzhledem k odborné péči a zavádění IABK obvykle za sterilních kautel na specializovaných pracovištích vyskytují minimálně (0 – 2%) [6]. Celková infekce v podobě bakteriémie a sepse je vzácná. Lokální komplikace vznikají zpravidla při nedostatečné péči o místo invaze, nedodržení sterilních podmínek při převazech, porušení nebo nedodržení antibiotického režimu. Je-li pacient odtlumený, nespolupracující a neklidný, může si kontaminovat místo vpichu katetru sám. Infekce v místě vpichu může vzniknout i z důvodu dlouhodobého působení katetru v třísele. Během kontrapulzačních cyklů IABK se katetr minimálně pohybuje. Tento pohyb působí tlakem na tkáň v místě invaze, a může zde vzniknout dekubitus kůže a podkoží a nekróza. U obézních nemocných je toto riziko vyšší.

Nepříliš častou komplikací je dislokace balónu. Může k ní dojít vinou nedostatečné fixace balónu ke končetině nebo neopatrnou manipulací ze strany obsluhy nebo pacienta. (viz kap. 2.3.2.)

Technické komplikace spojené s provozem IABK jsou následující: ruptura balónku, netěsnost vedení plynu, závada na přístroji a poruchy vedení signálu. Ruptura balónku vznikne nejčastěji poškozením balónku o aterosklerotický plát v tepně při zavádění kontrapulzace. Chod IABK je v případě malé trhliny v balónku ohrožen předčasným vyčerpáním plnicího média, ale hlavně je ohrožen pacient, a sice průnikem krve do balónku a vytvořením krevní sraženiny v něm. U nezjištěné komplikace tohoto typu je při ukončení

IABK obtížné až nemožné vytáhnout katetr s balónkem obsahujícím sraženinu cestou původního vpichu. Rozsáhlé poškození balónku neumožní spustit IABK.

Při přístrojem detekované netěsnosti vedení plynu musí obsluha IABK zkontrolovat všechny spoje na systému vedení plynu, a případné netěsnosti napravit, eventuálně vyměnit prázdnou tlakovou láhev za plnou.

V případě ruptury balónku i při netěsnosti vedení plynu je obsluha IABK upozorněna zvukovým alarmem a zobrazením typu závady na obrazovce přístroje.

Porucha vedení signálu EKG mává příčinu v dlouho a často používaných elektrodách a svodech. Svody a kabely mohou být mechanicky poškozené nebo nejsou v dostatečném kontaktu s pokožkou pacienta, což je příčinou zhoršené kvality přenosu signálu do přístroje. Při nedostatečném přenosu kvalitního signálu do přístroje může nastat zastavení kontrapulzace. Prevencí těchto komplikací je pravidelná údržba nebo výměna kabelů, stejně tak i pravidelné (obvykle jednou za rok) kontroly kvalifikovaným servisním technikem. Neodborné opravy přístroje a příslušenství a zásahy do systému jsou nepřijatelné.[6,9].

### **3. Praktická část**

#### **3.1. Metodika**

Pro bakalářskou práci jsem použila data pacientů operovaných na II. chirurgické klinice kardiiovaskulární chirurgie 1.LF a VFN v Praze. Jako zdroj dat jsem využila interní registr kardiochirurgických pacientů a archív II. chirurgické kliniky. Z celkového objemu dat za rok 2008 jsem pro studii vybrala 31 pacientů s akutním infarktem myokardu, kteří byli na kliniku přijati a operováni. Pacienty jsem dále rozdělila do dvou skupin, 17 pacientům skupiny A nebyla z důvodu kontraindikace zavedena IABK, 14 pacientům skupiny B podpora perioperačně zavedena byla. U souboru A i B jsem zaznamenala věk, pohlaví, předoperační a pooperační hodnoty EF, předoperační a pooperační hodnoty kreatininu (parametr k hodnocení funkce ledvin), způsob vedení operace (operace s použitím mimotělního oběhu [MO] nebo operace bez použití mimotělního oběhu [OP]), délku operace, operační výkon, délku UPV, délku pobytu na JIP, délku pobytu na standardním oddělení a celkovou délku hospitalizace. Sledované hodnoty jsem pro oba soubory vzájemně porovnávala a vyhovující data statisticky zhodnotila.

Ve skupině A (pacienti bez IABK) bylo 16 mužů, 1 žena. Průměrný věk operovaných byl 67,7 roku. Průměrná ejekční frakce před operací byla 45%, při propuštění hodnocených pacientů byla průměrná ejekční frakce 37,5%. Ve skupině B bylo 7 mužů a 7 žen, průměrného věku 71,7 roku. Průměrná ejekční frakce před operací byla 25%, po operaci 42%.

	Průměrný věk	Průměrná EF předoperačně	Průměrná EF pooperačně	Muži	Ženy	Celkem	MO	OP
<b>Bez IABK</b>	67,7	45	37,5	16	1	17	7	10
<b>IABK</b>	71,7	25	42	7	7	14	8	6

Tab. 3 – přehled orientačních údajů ve studii [6]

### 3.2. Výsledky

Ke statistickému zhodnocení byl použit program Microsoft Office Excel 2003, konkrétně dvouvýběrový t-test s oboustranným rozdělením pro 2 výběry s různým rozptylem. Grafy sledovaných parametrů (pooperační hodnoty EF pacientů s IABK a pacientů bez IABK, délka hospitalizace na JIP, délka umělé plicní ventilace a celková délka hospitalizace u obou skupin pacientů) byly vytvořeny v programu GraphPad Prism 5.

V tabulkách (viz příloha č.1, 2 a 3, tabulka č. 1 – 6) jsem uspořádala data obou skupin hodnocených pacientů.

#### Hodnocení hladiny kreatininu ( $\mu\text{mol/l}$ )

Měla jsem záměr využít hodnoty kreatininu v porovnání předoperačních a pooperačních výsledků k orientačnímu posouzení zlepšení nebo zhoršení funkce ledvin ve vztahu k použití IABK u pacientů s akutním infarktem myokardu. Hladina kreatininu je vyšetřovaná vždy v základním schématu vyšetření krve u kardiochirurgických pacientů. Z grafu (viz příloha č. 11, graf č. 3) nevyplývá konkrétní výsledek.

#### Pooperační hodnota ejekční frakce (%)

V porovnání hodnot ejekčních frakcí sledovaných pacientů jsem se soustředila na otázku zlepšení EF jednak zásluhou samotné operace, jednak použitím IABK jako srdeční podpory. Odečtením předoperačních hodnot EF od pooperačních jsem získala výchozí konstanty pro

statistické hodnocení. Pro výpočet jsem provedla dvouvýběrový t-test s oboustranným rozdělením. Kvůli statistické významnosti jsem vyloučila hodnoty pacientů, kteří zemřeli. Hodnota  $p=0,066404$  ( $p>0,05$ ), neindikuje tedy statisticky signifikantní rozdíl mezi sledovanými soubory pooperačních hodnot EF u kontrapulzovaných a nekontrapulzovaných pacientů na hladině významnosti 5%. Je 6,6% možnost, že sledované rozdíly jsou způsobené náhodností výběru analyzované množiny dat (viz příloha č. 12, graf č. 4).

### **Délka umělé plicní ventilace (hod)**

Ve skupině pacientů s IABK jsem vyřadila ze studie hodnoty pacientů, kteří zemřeli. Dále jsem vyřadila pacienta č. 8, který byl extrémně dlouho ventilován (141 hodin). Pro výpočet jsem provedla dvouvýběrový t-test s oboustranným rozdělením. Výsledná hodnota neindikovala statisticky signifikantní rozdíl mezi sledovanými soubory pooperačních hodnot délky UPV v hodinách u kontrapulzovaných a nekontrapulzovaných pacientů:  $p=0,369409$  ( $p>0,05$ ). Je 36% možnost, že sledované rozdíly jsou způsobené náhodností výběru analyzované množiny dat (viz příloha 13, graf č. 5).

### **Délka celkové hospitalizace (hod)**

Při zpracování údajů o délce celkové hospitalizace jsem vyřadila ze studie pacienta č. 2, který byl hospitalizován 5324 hodin, a pro statistickou významnost jsem vyloučila pacienty, kteří nepřežili. Dvouvýběrovým t-testem s oboustranným rozdělením jsem došla k výsledku hodnoty  $p=0,140793$  ( $p>0,05$ ), která neindikuje statisticky signifikantní rozdíl mezi sledovanými soubory pooperačních hodnot celkové délky hospitalizace v hodinách u kontrapulzovaných a nekontrapulzovaných pacientů na hladině významnosti 5%. Je 14% možnost, že sledované rozdíly jsou způsobené náhodností výběru analyzované množiny dat (viz příloha 14, graf č. 6).

### **Délka hospitalizace na JIP (hod)**

Při zpracování údajů o délce celkové hospitalizace jsem pro statistickou významnost vyřadila ze studie pacienty, kteří zemřeli. Dvouvýběrovým t-testem s oboustranným rozdělením jsem získala hodnotu  $p=0,027671$  ( $p<0,05$ ), která indikovala statisticky signifikantní rozdíl mezi sledovanými soubory pooperačních hodnot délky hospitalizace na JIP v hodinách u kontrapulzovaných a nekontrapulzovaných pacientů na hladině významnosti

5%. Lze tedy potvrdit hypotézu, že délka pobytu na JIP se liší u kontrapulzovaných a nekontrapulzovaných pacientů (viz příloha 15, graf č. 7).

#### 4. Diskuze

Porovnávala jsem 31 pacientů, kteří podstoupili kardiochirurgický výkon pro akutní infarkt myokardu. Čtrnácti z nich byla indikována a zavedena levostranná srdeční podpora – IABK. Sedmnáct pacientů bylo se stejnou diagnózou operováno bez užití IABK z důvodu zásadních kontraindikací (viz kap. 2.1.2.). Kritériem pro výběr pacientů do studie byl akutní infarkt myokardu s následnou časnou operací – aortokoronární rekonstrukcí. Vzhledem ke zvyklostem pracoviště nebyli všichni pacienti operováni za stejných podmínek – aortokoronární rekonstrukci lze provést při operaci na mimotělním oběhu i při použití speciálních stabilizátorů bez mimotělního oběhu. Z toho důvodu jsem nezohlednila hodnoty operačních časů u jednotlivých pacientů, domnívám se, že by nebyly směrodatné.

Jednou z možností je srovnání a hodnocení vývoje zdravotního stavu sledovaných pacientů z výsledků biochemických vyšetření kardiospecifických enzymů. Podmínkou pro toto hodnocení je ale pravidelné vyšetřování stanovených enzymů s upřesněním času odběru vzhledem k délce trvání akutního infarktu myokardu, a dále v pravidelných stejných intervalech během pooperačního období. Bohužel jsem při studiu chorobopisů vybraných pacientů zjistila, že se vyšetření kardiospecifických enzymů (troponin I, kreatinkináza) patrně vzhledem k vysoké ceně za dané vyšetření rutinně neprovádí. K hodnocení závažnosti zdravotního stavu pacientů v akutním infarktu a k posouzení úrovně jeho pooperačního období jsem použila z dostupných údajů pro obě sledované skupiny hodnotu ejekční frakce, délku umělé plicní ventilace, celkovou délku pobytu ve zdravotnickém zařízení a délku pobytu na JIP.

Srovnání délek pobytu na JIP u kontrapulzovaných a nekontrapulzovaných pacientů vyšlo statisticky významné ( $p=0,027671$ ), pacienti s IABK strávili na JIP kratší dobu.

Dle průměrných hodnot byli celkově déle hospitalizováni pacienti, kterým byla perioperačně zavedena IABK – tato skutečnost má možnou příčinu v tom, že pacienti ve skupině s kontrapulzací mají téměř všichni těžší předoperační nálezy (nižší EF, přidružené komplikace) než pacienti ve skupině bez kontrapulzace. Test srovnávající obě skupiny pacientů však vyšel statisticky nevýznamný, pro potvrzení dané skutečnosti by bylo třeba větší množství dat.

Hodnocení délky UPV v pooperačním období vyšlo také statisticky nevýznamné.

Průměrná hodnota pooperačního zlepšení ejekční frakce je u pacientů bez kontrapulzace (8,43%) a u pacientů s kontrapulzací (10,63%). Srovnání hodnot pooperačního zlepšení ejekčních frakcí nevykazuje podstatnou statistickou významnost ( $p=0,067$ ), je ale možné konstatovat, že chirurgická intervence a komplexní léčba oběma skupinám pacientů prospěla.

## 5. Závěr

V současnosti je v kardiologii a kardiochirurgii v případě akutního infarktu myokardu použití intraaortální balónkové kontrapulzace rutinní metodou, nebrání-li tomu podstatné kontraindikace. IABK je nejdostupnější a zároveň nejméně invazivní srdeční podpora, která je však limitována efektem účinku. Přesto je stále srdeční podporou první volby. Smyslem práce bylo vytvořit dva soubory pacientů k posouzení a porovnání možné účinnosti této srdeční podpory v perioperačním období. Na základě hodnocení předoperačního stavu a pooperačního vývoje v obou skupinách pacientů lze konstatovat, že zjišťované parametry, pooperační zlepšení ejekční frakce, délka umělé plicní ventilace pooperačně a celková délka hospitalizace vyšly statisticky nevýznamné. Pouze v délce pobytu pacientů na JIP je patrný statisticky významný rozdíl mezi skupinou kontrapulzovaných a nekontrapulzovaných pacientů:  $p=0,027671$ .

Na základě uvedených výsledků je zřejmé, že pro hlubší posouzení dané problematiky by bylo výhodné sledovaný soubor rozšířit. Výběr pacientů do studie vycházel ze souboru dat za jeden kalendářní rok, nicméně je zřejmé, že užití IABK v klinické praxi se stalo standardním postupem přinejmenším na specializovaném pracovišti typu kardiochirurgie.



## 6. Seznam použité literatury

- [1] McCarthy P. M., Young J. B.: Heart failure – A combined medical and surgical approach, Futura, an imprint of Blackwell publishing, Cleveland, USA, 2007
- [2] Lonský V.: Mímotělní oběh v klinické praxi, Grada Publishing,a.s., Praha, 2004
- [3] Mora CH.T.: Cardiopulmonary Bypass – Principles and techniques of extracorporeal circulation, Springer-Verlag New York Inc., New York, 1995
- [4] Vaněk I., a kol.: Kardiovaskulární chirurgie, Nakladatelství Karolinum, Praha, 2002
- [5] Graham Timothy R., Lewis T.: Mechanical Circulation Support, Edward Arnold, 1995
- [6] Mandřák J.: Intraaortální balónková kontrapulzace, Grada Publishing,a.s., Praha, 2006
- [7] Gravlee G. P., Davis R. F.: Cardiopulmonary Bypass – Principles and practice, Williams and Wilkins, Maryland, USA, 1993 Wilkins, Maryland, USA, 1993
- [8] Datascope: Datascope CS100<sup>TM</sup> IABP operator's manual
- [9] [www.perfusion.com](http://www.perfusion.com) – The manual of clinical perfusion – Intraaortic balloon pumping
- [10] Unger F.: Assisted circulation 2, Springer-Verlag New York Inc., 1984
- [11] Despopoulos A., Silbernagl S.: Atlas fyziologie člověka, Grada Avicenum, Praha, 1993
- [12] Craver J. M., Murrah P. C.: Elective Intraaortic Balloon Counterpulsation for High-Risk Off-Pump Coronary Artery Bypass Operations – ©2001 by The Society Thoracic Surgeons Published by Elsevier Science, Inc., (Ann Thorac Surg 2001;71:1220-3)
- [13] Navrátil L. a kol.: Vnitřní lékařství pro nelékařské a zdravotnické obory, Grada Publishing,a.s., Praha, 2008

## 7. Seznam příloh

- Příloha č. 1** Přehledové tabulky 1,2 – údaje o pacientech bez IABK v předoperačním a operačním období  
Přehledová tabulka 3 – údaje o pacientech bez IABK v pooperačním období
- Příloha č. 2** Přehledové tabulky 4,5,6 – údaje o pacientech s IABK v předoperačním, operačním a pooperačním období
- Příloha č. 3** Přehledové tabulky 4,5,6 – údaje o pacientech s IABK v předoperačním, operačním a pooperačním období
- Příloha č. 4** Vysvětlivky k tabulkám 1 – 6 v příloze 1 – 3
- Příloha č. 5** Obr. 1 - průběh křivky intraaortálního tlaku při IABK 1:1  
Obr. 2 - průběh kontrapulzační křivky při IABK 1:1
- Příloha č. 6** Obr. 3 - průběh křivky intraaortálního tlaku při IABK 1:1 a síňová stimulaci  
Obr. 4 - průběh křivky intraaortálního tlaku při IABK 1:1 a komorové stimulaci  
Obr. 5 - průběh křivky intraaortálního tlaku při IABK 1:1 a stimulaci komor a síní
- Příloha č. 7** Obr. 7 – křivka QRS komplexu s křivkou asistované diastoly během správně vedené IABK  
Obr. 8 – křivky znázorňující intraaortální tlak při pozdním, respektive předčasném nafouknutí balónku během chybně vedené IABK  
Obr. 9 – křivky znázorňující intraaortální tlak při předčasném, respektive pozdním vyfouknutí balónku během chybně vedené IABK
- Příloha č. 8** Obr. 10 – křivka intraaortálního tlaku v systole a diastole bez IABK  
Obr. 11 - křivka intraaortálního tlaku v systole a diastole s IABK
- Příloha č. 9** Graf č. 1 – znázornění pooperačních hodnot EF u pacientů bez IABK
- Příloha č. 10** Graf č. 2 – znázornění pooperačních hodnot EF u pacientů s IABK
- Příloha č. 11** Graf č. 3 – závislost hladiny kreatininu na čase od vzniku AIM
- Příloha č. 12** Graf č. 4 – pooperační hodnoty EF
- Příloha č. 13** Graf č. 5 – délka UPV
- Příloha č. 14** Graf č. 6 – délka celkové hospitalizace
- Příloha č. 15** Graf č. 7 – délka hospitalizace na JIP

## Příloha č. 1

Přehledové tabulky – výběrová kritéria pro praktickou část práce

Tab. 1 - Pacienti bez IABK

Předoperační část

	věk	pohlaví	AIM(h)	NAP	EF(%)	IABK preop.	IABK periop.	KPCR	Kreat. (μmol/l)	Inotr.	Nitr.	MVI	Kontraindik. IABK
1	56	M	7	+	20	-	+	+	96	+	+	III	0
2	52	M	4	-	25	-	-	-	74	-	+	I	0
3	71	M	6	-	40	-	-	-	100	-	-	I	0
4	79	M	7	+	30	-	-	-	121	-	+	II	0
5	69	M	10	+	56	-	-	-	95	-	-	0	ICHDK
6	71	M	5	+	20	-	-	-	203	+	+	II	AVI,ICHDK
7	53	M	6	-	45	-	-	-	78	-	-	0	ICHDK
8	69	M	16	-	25	-	-	-	85	-	-	II	ICHDK
9	68	M	5	+	40	-	-	-	100	-	+	0	ICHDK
10	66	M	6	+	40	-	-	-	124	-	-	0	ICHDK
11	63	M	3	+	25	-	-	-	86	+	+	II	AVI,AVS
12	77	M	6	-	35	-	-	+	102	-	+	0	ICHDK
13	74	M	5	+	30	-	-	-	300	-	+	III	ICHDK
14	64	M	21	+	38	-	-	-	135	-	-	0	ICHDK
15	73	M	8	-	45	-	-	-	85	-	-	0	ICHDK
16	73	M	47	-	30	-	-	-	115	-	-	II	0
17	73	Ž	56	+	60	-	-	-	100	-	-	0	AVI,AVS

Tab. 2 - Pacienti bez IABK

Operační část

	MO/OP	ACB	jiné	Odpoj.MO	Ischemie	Inotr.	Nitr.	Simdax	MVI	Oper. (min)	IABK periop.	Status
1	OP	2	0		0	+	+	-	III	225	+	živ
2	MO	4	0	DBX	0	+	+	-	I	355	-	živ
3	OP	3	0		0	-	-	-	I	190	-	živ
4	MO	4	0	DBX	0	+	-	-	II	285	-	živ
5	MO	2	0	Nor	0	-	+	-	0	280	-	živ
6	OP	3	0		0	+	+	+	II	375	-	živ
7	OP	3	0		0	-	+	-	0	245	-	živ
8	OP	3	0		0	-	+	-	II	335	-	živ
9	OP	4	0		0	-	+	-	0	300	-	živ
10	MO	3	0	DBX	0	+	-	-	0	245	-	živ
11	MO	1	0	DBX	0	+	+	-	II	245	+	živ
12	MO	3	0	Nor	0	-	+	-	0	275	-	živ
13	OP	2	0	Nor	0	-	+	-	III	190	-	živ
14	MO	4	0	DBX	0	+	+	-	0	315	-	živ
15	OP	2	0		0	-	+	-	0	265	-	živ
16	OP	3	0		0	-	+	-	II	250	-	živ
17	OP	1	0		0	-	+	-	0	185	-	živ

## Příloha č. 2

Přehledová tabulka – výběrová kritéria pro praktickou část práce

Tab. 3 - Pacienti bez IABK

Pooperační část

	Inotr. (h)	Nitr. (h)	Simdax (h)	Isch.	Revize/ důvod	Kreat. ( $\mu\text{mol/l}$ )	JIP (h)	Hospit. (h)	IABK (h)	UPV (h)	Reint. (h)	EF (%)	CVVH	STD odd. (h)	Status
1	44	26	0	-	GIT	187	271	276	71	9	67	22	-	0	mrtev
2	4	124	0	-	-	82	113	238	0	15	0	46	-	125	živ
3	0	0	0	-	-	117	115	164	0	7	0	38	-	49	živ
4	252	208	0	-	-	85	256	263	0	23	226	40	-	0	mrtev
5	0	31	0	-	-	120	58	164	0	10	0	55	-	106	živ
6	16	16	16	-	-	203	10	16	0	16	0	20	-	0	mrtev
7	0	44	0	-	-	65	108	158	0	7	0	64	-	50	živ
8	0	19	0	-	-	80	83	162	0	13	0	44	-	79	živ
9	0	80	0	-	cévní	114	106	556	0	10	3	54	-	450	živ
10	7	0	0	-	-	124	232	603	0	15	0	38	-	371	živ
11	152	156	0	-	-	84	279	505	113	69	0	54	-	226	živ
12	0	16	0	-	-	113	60	257	0	13	0	42	-	197	živ
13	0	14	0	-	-	315	106	206	0	10	0	41	-	100	živ
14	25	114	0	-	-	129	139	210	0	12	0	40	-	71	živ
15	0	4	0	-	-	90	81	155	0	13	0	61	-	74	živ
16	0	70	0	-	-	111	118	193	0	11	0	30	-	75	živ
17	0	54	0	+	ischemie	105	117	162	0	17	0	45	-	45	živ

### Příloha č. 3

Přehledové tabulky – výběrová kritéria pro praktickou část práce

Tab. 4 - Pacienti s IABK

Předoperační část

	věk	pohlaví	AIM(h)	NAP	EF(%)	IABK preop.	IABK periop.	KPCR	Kreat. (μmol/l)	Inotr.	Nitr.	MVI	Kontraindik. IABK
1	67	Ž	1	+	22	+	+	-	75	-	+	II	0
2	69	M	4	-	30	+	+	-	120	-	+	III	0
3	56	M	5	+	20	+	+	-	101	-	-	0	0
4	68	Ž	10	-	22	+	+	-	154	-	-	I	0
5	80	Ž	6	+	20	+	+	-	88	-	+	III	0
6	62	M	5	-	35	+	+	-	84	-	-	0	0
7	79	M	6	-	37	-	+	-	90	-	-	II	0
8	78	Ž	12	-	25	+	+	-	174	-	+	IV	0
9	75	Ž	11	+	45	+	+	-	95	-	+	III	0
10	69	M	5	-	20	+	+	-	111	-	+	II	0
11	85	M	9	-	50	+	+	-	142	-	+	0	0
12	67	Ž	16	+	25	+	+	-	95	-	+	IV	0
13	78	M	11	+	30	+	+	-	110	-	+	I	0
14	71	Ž	1	+	20	+	+	+	104	-	+	III	0

Tab. 5 - Pacienti s IABK

Operační část

	MO/OP	ACB	jiné	Odpoj.MO	Ischemie	Inotr.	Nitr.	Simdax	MVI	Oper.(min)	IABK periop.	Status
1	OP	2	IABK		0	-	+	-	II	225	+	živ
2	MO	3	MVP	IABK,Simdax	0	+	+	+	I	345	+	živ
3	MO	4	0	DBX,IABK	0	+	+	-	0	340	+	živ
4	MO	3	DKS	DBX,IABK	0	+	+	-	I	465	+	živ
5	MO	5	0	DBX,IABK	0	+	+	-	II	355	+	živ
6	OP	3	IABK	DBX,IABK	0	+	+	-	0	225	+	živ
7	MO	5	IABK	Nor,IABK	0	-	+	-	II	225	+	živ
8	MO	3	MVR	DBX,IABK	0	+	+	-	II	340	+	živ
9	OP	3	IABK		0	-	+	-	II	215	+	živ
10	MO	4	0	DBX,IABK	0	+	+	+	II	315	+	živ
11	OP	1	0		0	-	+	-	0	165	+	živ
12	OP	2	0		0	+	+	+	III	210	+	živ
13	OP	2	0		0	-	+	-	I	220	+	živ
14	MO	3	0	IABK,DBX,Nor,Simdax	0	+	+	+	III	248	+	mrtev

Tab. 6 - Pacienti s IABK

Pooperační část

	Inotr (h)	Nitr. (h)	Simdax (h)	Isc h.	Revize/ důvod	Kreat. (μmol/l)	JIP (h)	Hospit. (h)	IABK (h)	UPV (h)	Reint. (h)	EF (%)	CVVH	STD odd. (h)	Status
1	256	428	0	+	ischemie	62	405	797	234	16	22	52	-	392	živ
2	5	224	31	-	0	99	326	5324	113	8	0	34	+	4998	živ
3	52	5	0	-	GIT	67	456	462	25	7	7	36	-	0	živ
4	134	119	0	-	tamponáda	161	237	888	44	9	197	45	+	651	živ
5	60	101	0	-	0	111	266	290	99	12	0	35	-	24	živ
6	4	46	0	-	0	79	59	237	38	8	0	34	-	178	živ
7	0	77	0	+	0	92	93	261	72	14	0	39	-	168	živ
8	224	176	0	-	0	151	211	217	175	14	0	45	-	0	živ
9	0	45	0	-	0	88	86	163	48	6	0	50	-	77	živ
10	177	185	26	-	0	132	568	573	177	13	8	38	+	0	živ
11	0	13	0	-	0	164	108	225	94	6	0	35	-	117	živ
12	14	18	14	-	0	100	11	15	11	13	0	0	-	0	mrtev
13	3	85	0	-	0	110	78	85	78	9	4	0	-	0	mrtev
14	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	mrtev

#### Příloha č. 4

##### Vysvětlivky ke zkratkám použitým v tabulkách 1 - 6

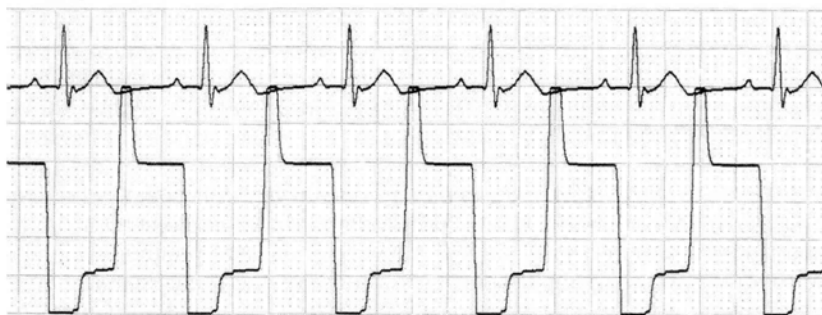
AIM (h) – akutní infarkt myokardu, čas od začátku infarktu (h)  
NAP – nestabilní angína pectoris  
EF – ejekční frakce  
IABK – intraaortální balónková kontrapulzace  
MVI – insuficience mitrální chlopně  
AVI – insuficience aortální chlopně  
AVS – stenóza aortální chlopně  
ICHDK – ischemická choroba dolních končetin  
MO – mimotělní oběh  
OP – off-pump operace  
Nor - Noradrenalin  
DBX - Dobutrex  
Nitr. – nitráty, n.s.  
Inotr. – inotropika, n.s.  
GIT – gastrointestinální trakt  
UPV – umělá plicní ventilace  
CVVH – kontinuální veno-venózní hemodialýza  
STD odd. – standardní lůžkové oddělení  
MVP – plastika mitrální chlopně  
MVR – náhrada mitrální chlopně  
DKS – operace defektu komorového septa  
MO – operace provedená s použitím přístroje pro mimotělní oběh  
OP – operace provedená bez použití přístroje pro mimotělní oběh

#### Příloha č. 5



**Obr. 4.1** Křivka EKG a intraaortální tlaková křivka během kontrapulzace 1 : 1. Sinusový rytmus, srdeční frekvence 75/min.

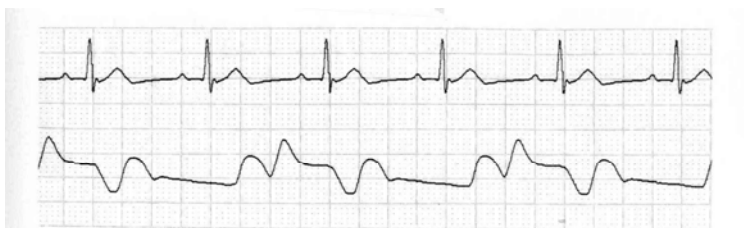
Obr. 1 - průběh křivky intraaortálního tlaku při IABK 1:1 [6]



**Obr. 4.2** Křivka EKG a tlaková křivka kontrapulzačního balonku během kontrapulzace 1 : 1. Sinusový rytmus, srdeční frekvence 75/min.

Obr. 2 - průběh kontrapulzační křivky při IABK 1:1[6]

## Příloha č. 6



**Obr. 4.3** Křivka EKG a intraaortální tlaková křivka během kontrapulzace  
1 : 2. Sinusový rytmus, srdeční frekvence 75/min.

Obr. 3 – průběh křivky intraaortálního tlaku při IABK 1:2 [6]



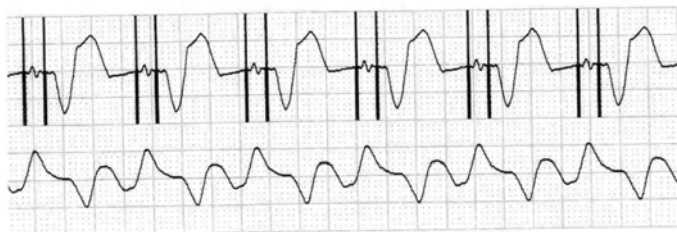
**Obr. 5.1** Křivka EKG a intraaortální tlaková křivka během kontrapulzace  
1 : 1. Komorový kardiostimulátor (V-pacemaker), 100% stimulace.

Obr. 4– průběh křivky intraaortálního tlaku při IABK 1:1 a síňové stimulaci [6]



**Obr. 5.2** Křivka EKG a intraaortální tlaková křivka během kontrapulzace  
1 : 1. Síňový kardiostimulátor (A-pacemaker). 100% stimulace.

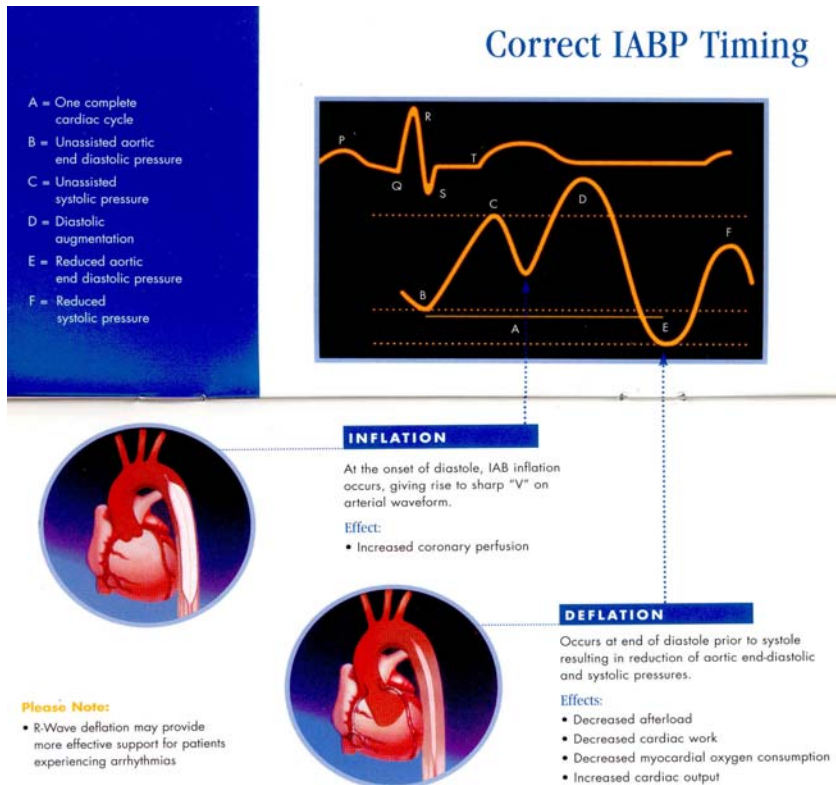
Obr. 5– průběh křivky intraaortálního tlaku při IABK 1:1 a komorové stimulaci [6]



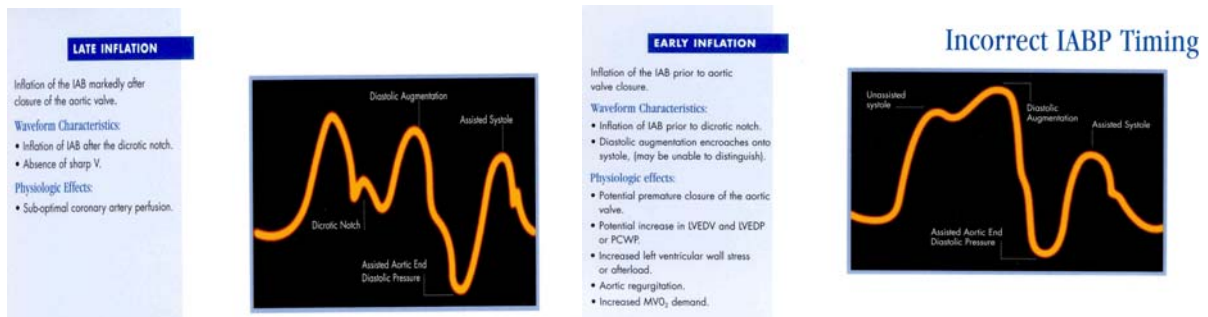
**Obr. 5.3** Křivka EKG a intraaortální tlaková křivka během kontrapulzace  
1 : 1. Síňokomorový kardiostimulátor (AV-pacemaker). 100% stimulace.

Obr. 6– průběh křivky intraaortálního tlaku při IABK 1:1 a stimulaci komor a síní [6]

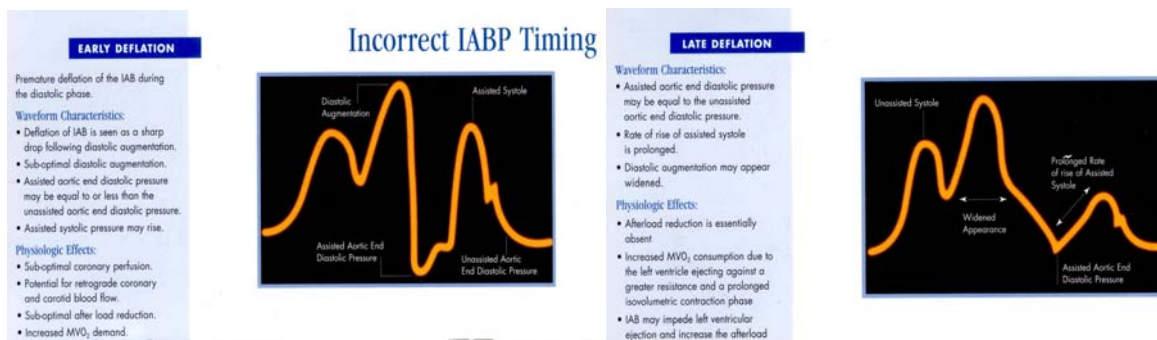
Příloha č. 7



Obr. 7 – křivka QRS komplexu s křivkou asistované diastoly během správně vedené IABK



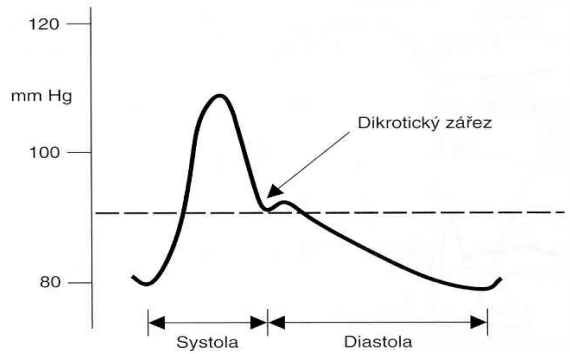
Obr. 8– křivky znázorňující intraaortální tlak při pozdním, respektive předčasném nafouknutí balónku během chybně vedené IABK



Obr. 9 – křivky znázorňující intraaortální tlak při předčasném, respektive pozdním vyfouknutí balónku během chybně vedené IABK

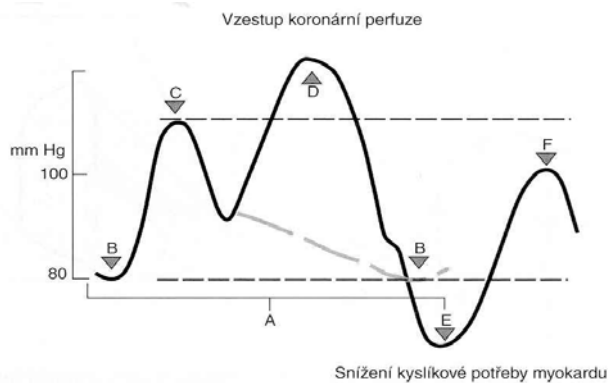


**Příloha č. 8**



**Obr. 2.4** Křivka intraaortálního tlaku s vyznačením tzv. dikrotického zářezu (uzávěr aortální chlopně).

Obr. 10 – křivka intraaortálního tlaku v systole a diastole bez IABK [6]

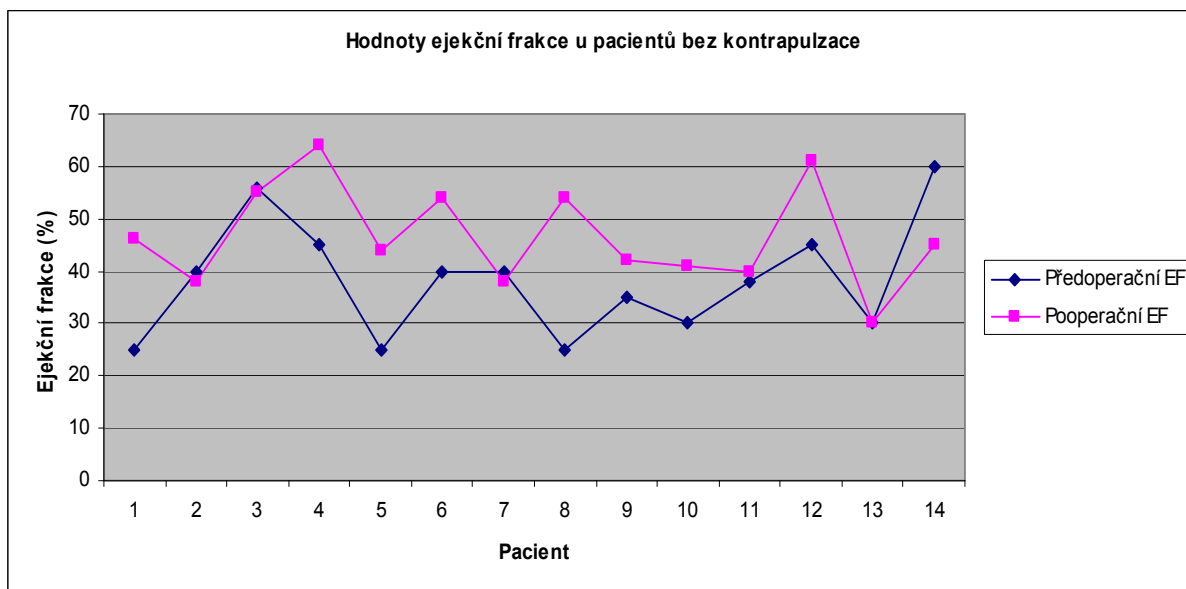


**Obr. 2.7** Křivka intraaortálního tlaku během kontrapulzace. Vzestup tlaku ve fázi srdeční diastoly (tzv. diastolická augmentace). A – kompletní srdeční cyklus, B – neasistovaný aortální end-diastolický tlak, C – neasistovaný systolický tlak, D – diastolická augmentace, E – snížení end-diastolického tlaku, F – snížení systolického tlaku. Převzato a upraveno podle BOLOOKI, H. *Clinical Application of the Intra-aortic Balloon Pump*. 3rd ed. New York, Futura Publish. Comp. 1998, p. 470.

Obr. 11 - křivka intraaortálního tlaku v systole a diastole s IABK [6]

**Příloha č. 9**

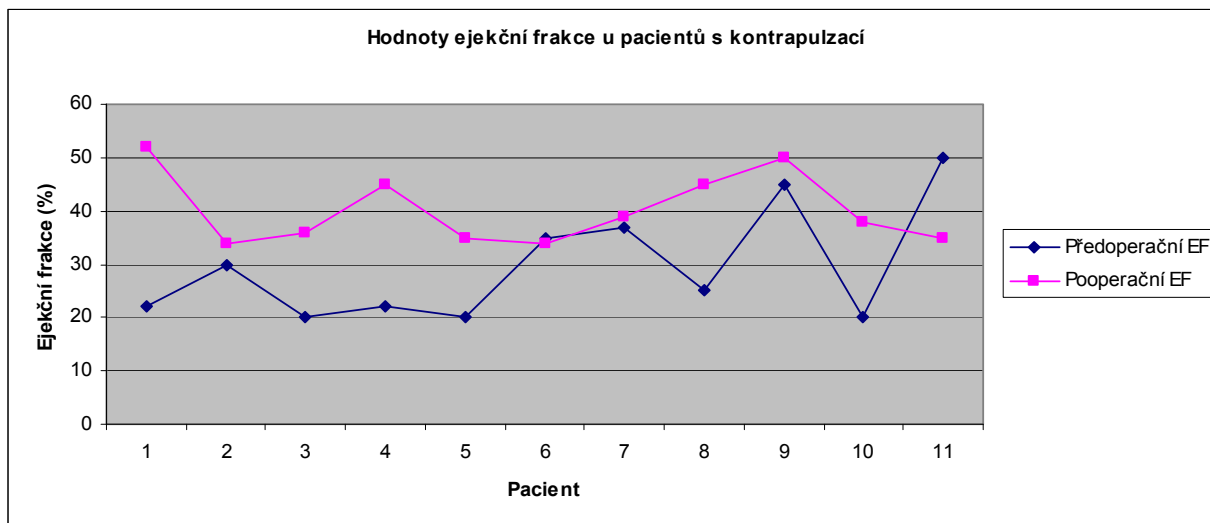
Graf č. 1 – znázornění pooperačních hodnot EF u pacientů bez IABK



BEZ IABK			
Pacient	Předoperační EF	Pooperační EF	Zlepšení EF
1	25	46	21
2	40	38	-2
3	56	55	-1
4	45	64	19
5	25	44	19
6	40	54	14
7	40	38	-2
8	25	54	29
9	35	42	7
10	30	41	11
11	38	40	2
12	45	61	16
13	30	30	0
14	60	45	-15

**Příloha č. 10**

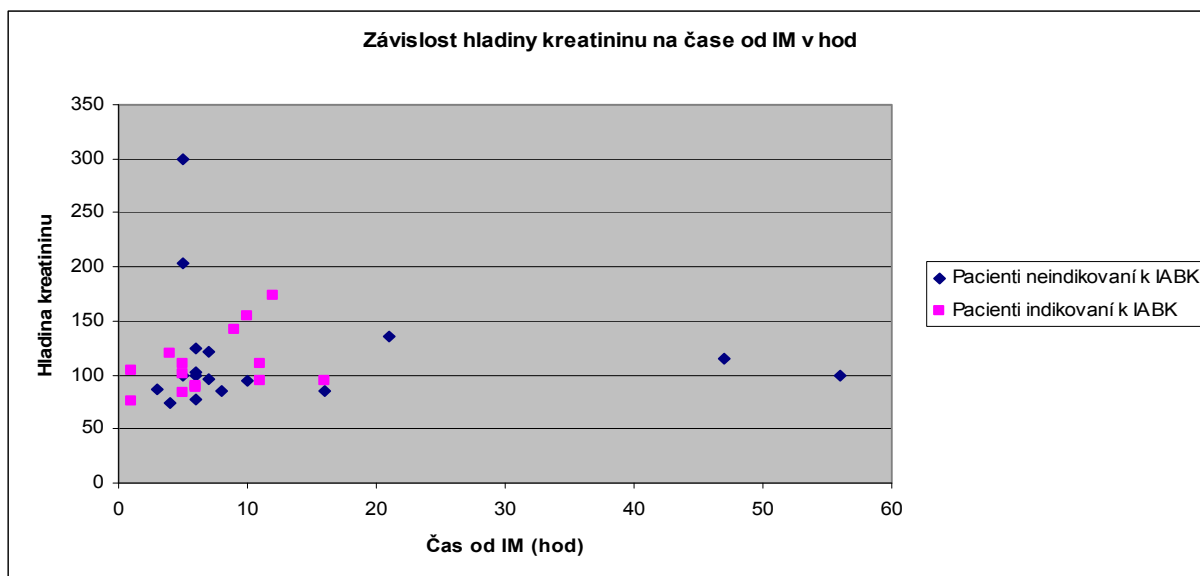
Graf č. 2 – znázornění pooperačních hodnot EF u pacientů s IABK



IABK			
Pacient	Předoperační EF	Pooperační EF	Zlepšení EF
1	22	52	30
2	30	34	4
3	20	36	16
4	22	45	23
5	20	35	15
6	35	34	-1
7	37	39	2
8	25	45	20
9	45	50	5
11	20	38	18
12	50	35	-15

**Příloha č. 11**

Graf č. 3 – závislost hladiny kreatininu na čase od vzniku AIM

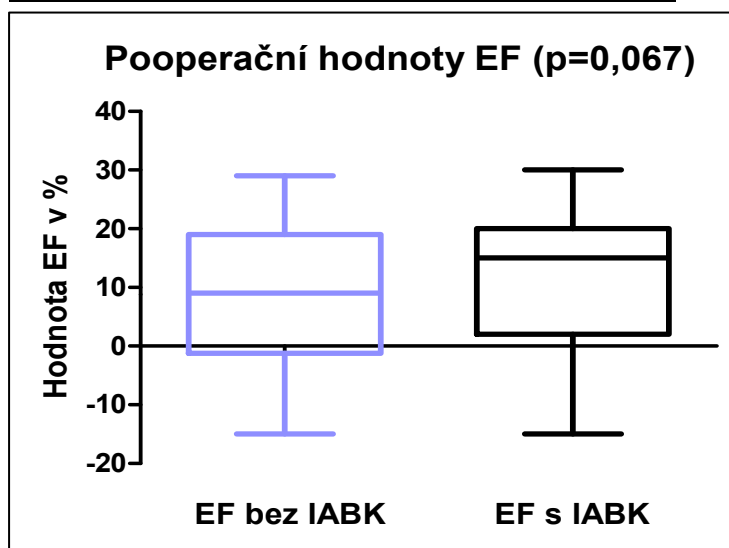


	Bez IABK		IABK	
Pacient	čas od IM (hod)	Kreatinin ( $\mu\text{mol/l}$ )	čas od IM (hod)	Kreatinin ( $\mu\text{mol/l}$ )
1	7	96	1	75
2	4	74	4	120
3	6	100	5	101
4	7	121	10	154
5	10	95	6	88
6	5	203	5	84
7	6	78	6	90
8	16	85	12	174
9	5	100	11	95
10	6	124	5	111
11	3	86	9	142
12	6	102	16	95
13	5	300	11	110
14	21	135	1	104
15	8	85		
16	47	115		
17	56	100		

**Příloha č. 12**

Graf č. 4 – pooperační hodnoty EF

Pooperační hodnota ejekční frakce				
Bez IABK		IABK		
poop EF	zlepšení EF	poop EF	zlepšení EF	
46	21	52	30	
38	-2	34	4	
55	-1	36	16	
64	19	45	23	
44	19	35	15	
54	14	34	-1	
38	-2	39	2	
54	29	45	20	
42	7	50	5	
41	11	38	18	
40	2	35	-15	
61	16			
30	0			
45	-15			



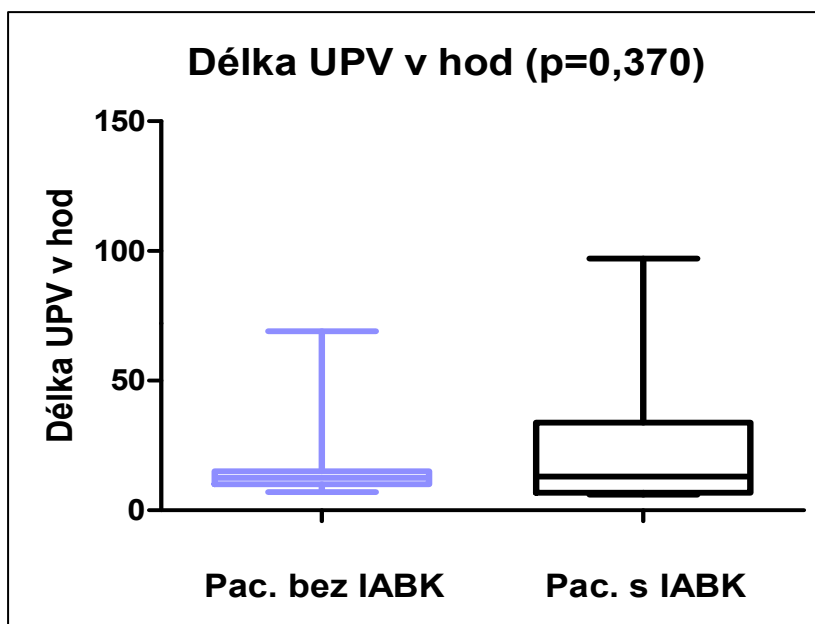
Bez IABK		IABK		Bez IABK		IABK	
rozptyl		rozptyl		průměr zlepšení		průměr zlepšení	
87,10204	133,5306	39,65289	150,9587	8,428571		10,63636	

**Příloha č. 13**  
 Graf č. 5 – délka UPV

Délka UPV (hod)	
Bez IABK	IABK
15	16
7	87
10	7
7	97
13	12
10	8
15	14
69	6
13	15
10	6
12	
13	
11	
17	

Pozn.: Ve skupině pacientů s IABK je vyřazena extrémní hodnota pacienta číslo 8, který byl ventilován 141 hod.

Průměr	15,85714		26,8
Rozptyl	224,9796		1080,16



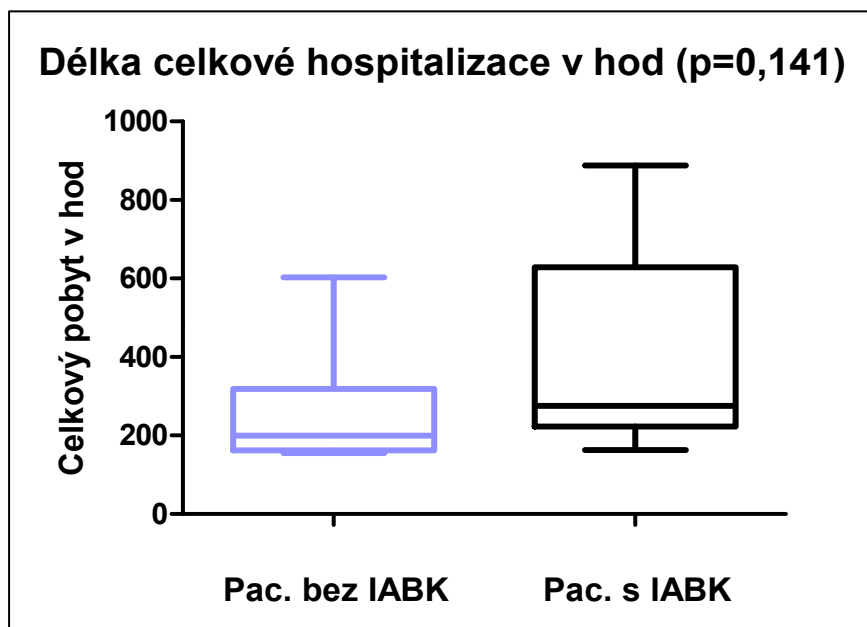
### Příloha č. 14

Graf č. 6 – délka celkové hospitalizace

Délka celkové hospitalizace (hod)	
Bez IABK	IABK
238	797
164	462
164	888
158	290
162	237
556	261
603	217
505	163
257	573
206	225
210	
155	
193	
162	

Pozn.: Ve skupině pacientů s IABK je vyřazena extrémní hodnota pacienta číslo 2, který byl hospitalizován 5324 hod.

Průměr	266,6429		411,3
Rozptyl	23867,09		60652,21



**Příloha č. 15**

Graf č. 7 – délka hospitalizace na JIP

Délka hospitalizace na JIP (hod)	
Bez IABK	IABK
113	405
115	326
58	456
108	237
83	266
106	59
232	93
279	211
60	86
106	568
139	108
81	
118	
117	

průměr	122,5		255,9091
rozptyl	3503,964		25737,54

