

Univerzita Karlova

Lékařská fakulta v Hradci Králové

**Miniinvazivní chirurgický přístup v léčbě
onemocnění mitrální chlopně.**

HABILITAČNÍ PRÁCE

MUDr. Marek Pojar, Ph.D.

2019

Univerzita Karlova
Lékařská fakulta v Hradci Králové

Habilitační práce

**Miniinvazivní chirurgický přístup v léčbě
onemocnění mitrální chlopně.**

MUDr. Marek Pojar, Ph.D.

Kardiochirurgická klinika

Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové

Fakultní nemocnice Hradec Králové

Hradec Králové, 2019

Prohlášení autora:

Prohlašuji tímto, že jsem habilitační práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje. Zároveň dávám souhlas k tomu, aby tato práce byla uložena v Lékařské knihovně Lékařské fakulty v Hradci Králové Univerzity Karlovy a zde užívána ke studijním účelům za předpokladu, že každý, kdo tuto práci použije pro svou publikační nebo přednáškovou činnost, se zavazuje, že bude tento zdroj informací řádně citovat.

Souhlasím se zpřístupněním elektronické verze mé práce v informačním systému Univerzity Karlovy.

MUDr. Marek Pojar, Ph.D.

Hradec Králové, 2019

Obsah:

Obsah	1
Poděkování	3
Souhrn použitých zkratk	4
Souhrn použitých tabulek	6
Souhrn použitých grafů	7
Souhrn použitých obrázků	8
1. Úvod	9
2. Vývoj a současný stav léčby mitrálních vad	10
2.1. První poznatky o srdci a mitrální chlopni	10
2.2. Historie chirurgické léčby mitrálních vad	13
2.2.1. Počátky operací srdce	13
2.2.2. Počátky chirurgie mitrálních vad	14
2.2.3. Historie léčby mitrálních vad v Československu	19
3. Mitrální regurgitace	20
3.1. Incidence	20
3.2. Epidemiologie	20
3.3. Etiologie	22
3.4. Patofyziologie	22
3.5. Přirozený vývoj mitrální regurgitace	22
3.6. Výsledky chirurgické léčby mitrální regurgitace	23
4. Chirurgické přístupy v léčbě mitrální regurgitace	24
4.1. Chirurgické přístupy při operacích na mitrální chlopni	24
4.1.1. Sternotomie	24
4.1.2. Pravostranná torakotomie	24
4.1.3. Levostranná torakotomie	25
4.1.4. Miniinvazivní přístupy	25
4.2. Endoskopicky asistovaný přístup	31
4.2.1. Předoperační vyšetření pacienta a kontraindikace miniinvazivního přístupu	31
4.2.2. Anesteziologická specifika miniinvazivních přístupů	33
4.2.3. Kanylace a ochrana myokardu během miniinvazivních výkonů na mitrální	

chlopni	34
4.2.3.1. Arteriální kanylace	34
4.2.3.2. Žilní kanylace	37
4.2.3.3. Ochrana myokardu během miniinvazivních přístupů	39
4.2.3.4. Transtorakální okluze vzestupné aorty	42
4.2.3.5. Endoaortální okluze vzestupné aorty	42
4.2.3.6. Fibrilace komor nebo srdeční akce	45
4.2.4. Specifické komplikace miniinvazivního přístupu při operaci mitrální chlopně	46
4.2.5. Miniinvazivní přístup při reoperacích na mitrální chlopni.....	52
5. Cíle práce	55
6. Materiál a metodika	56
6.1. Soubor pacientů	56
6.2. Registrace studie, schválení	58
6.3. Operační technika	58
6.4. Sběr dat a statistické zpracování	59
7. Výsledky	60
8. Diskuze	81
9. Závěr	91
10. Literatura	93
11. Souhrny a klíčová slova	110
11.1. Stručný český souhrn	110
11.2. Stručný anglický souhrn	112

Poděkování:

V první řadě bych chtěl poděkovat Prof. MUDr. Janu Vojáčkovi, Ph.D. za trvalou pomoc a zejména trpělivost při předávání klinických zkušeností a podporu při vědecké práci.

Můj dík patří prof. MUDr. Jiřímu Mandřákovi, Ph.D. za pomoc ve vědecké, akademické a publikační práci.

Chtěl bych rovněž poděkovat všem svým kolegyním a kolegům kardiochirurgům, kardiologům, perfuzionistům a sestřičkám za pomoc při zavádění miniinvazivních metod na klinice. Bez jejich spolupráce by to nebylo možné.

Dále děkuji paní RNDr. Evě Čermákové a panu RNDr. Jiřímu Jarkovskému, Ph.D. za pomoc při statistickém zpracování výsledků klinické práce.

Zvláštní dík patří mé rodině a dětem za trpělivost a podporu v mé práci.

Děkuji Terezce a Klárce.

Marek Pojar

Souhrn použitých zkratk:

2D	dvoudimenzionální
3D	trojdimenzionální
AngioCT	angiografie computerovou (počítačovou) tomografií
BMI	body mass index
CABG	coronary artery bypass graft
CI	confidence interval (interval spolehlivosti)
CMP	cévní mozková příhoda
CT	computerová (počítačová) tomografie
DDŽ	dolní dutá žíla
DSS	defekt septa síní
ECC	extracorporeal circulation
ECMO	extracorporeal membrane oxygenation
EF	ejekční frakce
FIS	fibrilace síní
FLS	flutter síní
GIT	gastrointestinální trakt
HR	hazard ratio
HTK	histidine-tryptofan-ketoglutarát
CHOPN	chronická obstrukční plicní nemoc
IABK	intraaortální balonková kontrapulzace
ICHDK	ischemická choroba dolních končetin
ICHS	ischemická choroba srdeční
IM	infarkt myokardu
IQR	interquartile range
ISMICS	The International Society of Minimally Invasive Cardiac Surgery
JIP	jednotka intenzivní péče
LCO	low cardiac output

MOF	multiple organ failure
NS	not significant (nevýznamné)
NYHA	New York Heart Association
OR	odds ratio
PCI	percutaneous coronary intervention
PFO	patent foramen ovale
RR	relative risk (relativní riziko)
RTG	rentgen
SIRS	systemic inflammatory response syndrome
STS	The Society of Thoracic Surgeons
TEE	transesofageální echokardiografie
TIA	tranzitorní ischemická ataka
USA	United States of America
VAVD	vacuum assisted venous drainage

Souhrn použitých tabulek:

- Tabulka 1: Miniinvazivní chirurgické přístupy při operaci mitrální chlopně
- Tabulka 2: Relativní kontraindikace k miniinvazivní chirurgii mitrálních vad
- Tabulka 3: Porovnání různých typů okluze ascendentní aorty a operace bez okluze
- Tabulka 4: Publikované údaje o riziku konverze na sternotomii
- Tabulka 5: Přehled výsledků reoperací na mitrální chlopni z minitorakotomie
- Tabulka 6: Předoperační charakteristika souborů MINITORAKOTOMIE a STERNOTOMIE
- Tabulka 7: Peroperační a pooperační výsledky souborů MINITORAKOTOMIE a STERNOTOMIE
- Tabulka 8: Předoperační charakteristika souborů MINITORAKOTOMIE-„propensity-párování“ a STERNOTOMIE-„propensity-párování“
- Tabulka 9: Peroperační a pooperační výsledky souborů MINITORAKOTOMIE-„propensity-párování“ a STERNOTOMIE-„propensity-párování“
- Tabulka 10: Odds ratio pro vybrané pooperační parametry
- Tabulka 11: Přehled operačních výkonů u pacientů s mitrální regurgitací
- Tabulka 12: Výsledky klinické a ultrazvukové kontroly (pouze pacienti po plastice mitrální chlopně)
- Tabulka 13: Předoperační charakteristika souborů, peroperační a pooperační výsledky v souboru pacientů nad 70 let věku
- Tabulka 14: Předoperační charakteristika souborů, peroperační a pooperační výsledky v souboru pacientů s BMI nad 30
- Tabulka 15: Přehled vybraných ekonomických ukazatelů souborů MINITORAKOTOMIE-„propensity-párování“ a STERNOTOMIE-„propensity-párování“

Souhrn použitých grafů:

- Graf 1: Kaplan-Meierova analýza celkového přežívání („survival“)
- Graf 2: Kaplan-Meierova analýza „freedom from reoperation“
- Graf 3: Kaplan-Meierova analýza „freedom from death and reoperation“
- Graf 4: Kaplan-Meierova analýza celkového přežívání („survival“) v souboru pacientů nad 70 let věku
- Graf 5: Kaplan-Meierova analýza celkového přežívání („survival“) v souboru pacientů s hodnotou BMI nad 30

Souhrn použitých obrázků:

- Obrázek 1: Kniha mrtvých – scéna vážení srdce z Aniho papyru
- Obrázek 2: Detail mitrální chlopně, cípů a šlašinek – Leonardo da Vinci
- Obrázek 3: Videoasistovaný přístup z minitorakotomie – operační pole
- Obrázek 4: Roboticky asistovaný výkon na mitrální chlopni – zavedené porty do pravé pleurální dutiny a pracovní nástroje
- Obrázek 5: Periferní kanylace – zavedená arteriální kanyla do *arteria femoralis*
- Obrázek 6: Zavedená žilní kanyla do pravé síně a horní duté žíly (ultrazvukový obraz)
- Obrázek 7: Žilní kanyla zavedená perkutánně do horní duté žíly přes *vena jugularis* (dole ultrazvukový obraz)
- Obrázek 8: „Endoclamp“ před zavedením a po zavedení do vzestupné aorty (ultrazvukový obraz)
- Obrázek 9: RTG obraz pravostranného reexpanzního plicního edému
- Obrázek 10: Ultrazvukový obraz lymfokély a peroperační nález chronické lymfokély
- Obrázek 11: RTG obraz pravostranné parézy *nervus phrenicus*
- Obrázek 12: Peroperační nález herniace plicní tkáně a defektu hrudní stěny
- Obrázek 13: Průběh zařazení pacientů do studie
- Obrázek 14: Odds ratio pro vybrané pooperační parametry

1. Úvod

Chirurgická léčba srdečních onemocnění prochází v posledních letech změnami jak v technice operování, tak v přístupu k pacientovi ve prospěch méně invazivních metod. Trendem současné medicíny je všeobecná snaha o minimální traumatizaci pacienta během invazivního diagnostického nebo léčebného výkonu. Narůstající zájem o laparoskopické operace ve všeobecné chirurgii podnítil kardiochirurgy ve vývoji a využití miniinvazivních metod v léčbě srdečních onemocnění. Vývoj miniinvazivní kardiochirurgie byl podpořen technickým zdokonalením systému mimotělního oběhu. Nepochybně se na tom také podílely další faktory, jako vývoj nových typů kanyl pro mimotělní oběh nebo zdokonalení transesofageální echokardiografie. Méně invazivní, nebo také miniinvazivní kardiochirurgické výkony zahrnují různorodou skupinu operací. Dle různých definic lze tak označit operace prováděné bez mimotělního oběhu nebo přístupy, které využívají alternativní přístup k srdci. Nepoužívají tedy standardní, po desítky let ověřený přístup přes mediální sternotomii.

Zcela specifickou skupinu miniinvazivních srdečních operací představují videoasistované nebo plně endoskopicky prováděné operace v mimotělním oběhu. Takto prováděné operace se v zahraniční literatuře označují jako „minimally invasive cardiac surgery“. V případě pouze chlopenního výkonu se také označují jako „minimally invasive valve surgery“.

Zavedení těchto metod do klinické praxe bylo podpořeno snahou kardiochirurgů o snížení závažných peroperačních a pooperačních komplikací, které se mohou vyskytnout při klasicky vedené srdeční operaci ze sternotomie. Především je to snížení rizika dehiscence sternu, která je závažnou komplikací kardiochirurgických výkonů s vysokou morbiditou a zvýšenými ekonomickými náklady na léčbu. Dalšími důvody pro zavedení miniinvazivních operací byla snaha o snížení výskytu ranných infekčních komplikací, pooperační bolestivosti, zkrácení délky pooperační hospitalizace, rychlejší zapojení pacientů do běžných denních činností a nezanedbatelný je i efekt kosmetický. Miniinvazivní přístup s sebou nese zcela odlišný přístup v chirurgické technice, ve způsobu zavedení kanyl mimotělního oběhu a vedení mimotělního oběhu. Metoda operování z minitorakotomie má také některá specifická rizika a komplikace. Podmínkou úspěšně provedené operace je velmi úzká týmová spolupráce

různých zdravotnických profesí. Miniinvazivní přístup, s využitím moderních technologií a postupů léčby, umožňuje provádět složité rekonstrukční výkony na mitrální chlopni.

Chirurgie mitrální chlopně stála již u zrodu kardiochirurgie. První výkony na mitrální chlopni pro porevmatické postižení se prováděly z přístupů, jako je levostranná torakotomie. V posledních letech však převažuje mitrální regurgitace degenerativní etiologie. Mitrální chlopeň je dnes druhou nejčastěji operovanou chlopní v Evropě. Pracoviště kardiochirurgické kliniky Fakultní nemocnice v Hradci Králové má v operativě mitrálních vad mnohaletou zkušenost. Díky osobnosti akademika Jana Bedrny stála u začátků mitrální chirurgie v tehdejší Československu.

Tato práce je rozdělena na čtyři hlavní části. První část je věnována historii vývoje mitrální chirurgie od doby prvních výkonů na mitrální chlopni (komisurolyzy), náhrad mitrální chlopně až po začátky rekonstrukčních výkonů na mitrální chlopni.

Druhá část se věnuje chirurgickým přístupům při výkonech na mitrální chlopni. Zaměřuje se především na miniinvazivní přístupy a podrobně popisuje endoskopicky asistovaný přístup k mitrální chlopni z pravostranné minitorakotomie.

Ve třetí části jsou uvedeny výsledky vlastního souboru pacientů. Jsou analyzovány výsledky miniinvazivního přístupu, které jsou dále porovnány s operacemi prováděnými ze sternotomie.

Závěrečná část této práce je věnována hodnocení výhod, nevýhod a přínosu miniinvazivních operací v chirurgické léčbě mitrální chlopně.

2. Vývoj a současný stav léčby mitrálních vad

2.1. První poznatky o srdci a mitrální chlopni

Starověcí Egypťané věřili, že srdce obsahuje duši a že ji Anubis po smrti zváží. Pokud bylo srdce těžší než „pero pravdy“ bohyně Maat, byla duše navždy zatracena. Jedno z prvních dochovaných zobrazení srdce najdeme v Knize mrtvých (Obrázek 1).

Obrázek 1: Kniha mrtvých – scéna vážení srdce z Aniho papyru (kolem roku 1 200 př. n. l.) [110]

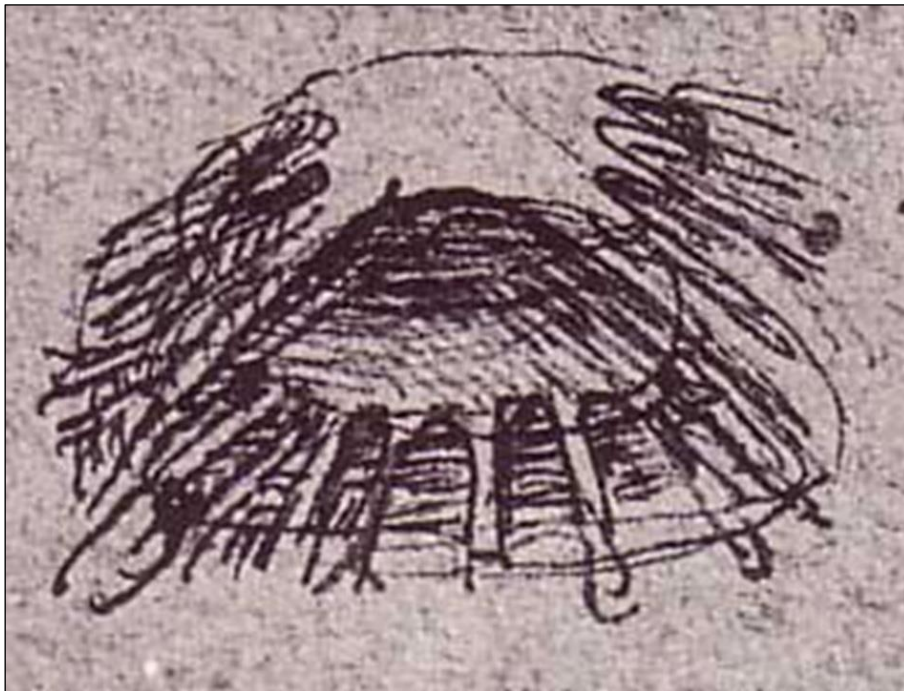


Raní řečtí „anatomičtí“ spisovatelé, včetně Aristotela (384–322 př. n. l.) a nejslavnějšího lékaře starověku Hippokrata (460–377 př. n. l.), považovali srdce za zdroj vrozeného tepla a tento koncept zůstal nezpochybnitelný po tisíc let.

Představitelé Alexandrijské lékařské školy – Hérofilos (335–280 př. n. l.) a Erasistratos (asi 304–asi 250 př. n. l.) – popsali anatomii srdečních chlopní.

Leonardo da Vinci (1452–1519) byl jedním z prvních „vědců“, který popsal anatomii mitrální chlopně, šlašinek a papilárních svalů. Díky svým kresbám bývá považován za jednoho z prvních „anatomů“ (Obrázek 2).

Obrázek 2: Detail mitrální chlopně, cípů a šlašinek – Leonardo da Vinci (kolem roku 1513) [3]



Galénos (Galén, Claudius Galen) (129–216 n. l.) se narodil v Pergamu ve starobylé Mýsii. Byl nejslavnějším lékařem své doby. Nejdříve působil jako lékař gladiátorů. Svým lékařským uměním získal velký věhlas a následně se stal dvorním lékařem císaře Marka Aurelia.

Ovlivnil lékařské učení na dalších 1 400 let. Po celý středověk se jeho díla citovala a opisovala, aniž byla zásadněji doplňována či přepisována. V jeho dílech se tedy opisovaly i chyby, které obsahovaly, a celý vývoj medicíny se zastavil až do nástupu renesance. Srdce popisuje jako zdroj vrozeného tepla, které je odtud rozváděno do celého těla. Poznatky z anatomie získal pitvami zvířat. Z anatomického pohledu vyobrazil srdce jako dvoukomorový systém. Popsal také mitrální chlopeň, která byla podle něj složena ze dvou listů.

Andreas Vesalius (1514–1564) byl nejvýznamnějším anatomem z období renesance, působil na univerzitě v Padově. V nejdůležitějším díle *De Humani Corporis Fabrica* (1543, druhé vydání 1555), v části věnované srdečním chlopním, poprvé pojmenoval levostrannou „atrioventrikulární“ chlopeň jako mitrální chlopeň. Učinil tak na základě podoby chlopně s tvarem biskupské mitry, biskupské čepice. Vesalius v textu uvádí: „...*mitrae episcopali non admodum inepte contuleris...*“. Vesalius také podrobně popsal anatomii srdečních chlopní.

V Padově také působil Matteo Realdo Colombo (1516–1559), italský anatom a Vesaliův asistent. Popsal funkci chlopní, které se podílejí na jednosměrném toku krve v těle.

Anglický lékař William Harvey (1578–1657) studoval na univerzitě v Padově. V díle „De motu cordis“ (1628) popsal poprvé cirkulaci krve v plicním řečišti a v celém těle. V tomto díle odmítl představy Galéna o funkci mitrální chlopně.

První případ mitrální stenózy u mladého muže popsal John Mayow (1643–1679), lékař, chemik a fyziolog z Oxfordu, ve svém díle „Opera Omnia Medico-physica, Tractatus quinque“ (1674) v oddílu „De motu musculari“. Detailně se zabýval klinickými příznaky a patologickými nálezy.

Francouzský lékař a anatom Raymond Vieussens (1641–1715), který působil v Montpellier, detailně popsal strukturální a funkční anatomii mitrální chlopně, klinické příznaky a patologické nálezy mitrální stenózy, jakož i patofyziologické změny.

Jean Baptiste de Senac (1693–1770) také přispěl k poznatkům v kardiologii. V díle „Traite de la structure du coeur, de son action, et de ses maladies“ se zabýval detailně subvalvulárním aparátem mitrální chlopně, různými typy šlašinek. Také zde poprvé popsal mitrální regurgitaci jako samostatnou patofyziologickou jednotku.

2.2. Historie chirurgické léčby mitrálních vad

2.2.1. Počátky operací srdce

První úspěšnou operaci na srdci, resp. perikardu, provedl 10. července 1893 v Provident Hospital v Chicagu (USA) Daniel Hale Williams (1856–1931) [196]. Jednalo se o operaci 24letého Jamese Cornishe, který utrpěl bodné poranění nožem. Rána, která procházela skrze chrupavku pátého žebra, se zpočátku zdála jako povrchové zranění umístěné vlevo od hrudní kosti. V průběhu noci se stav pacienta zhoršil, objevily se známky šoku a pokračovalo krvácení. Williams provedl operaci, kdy ošetřil zdroj krvácení z hrudní stěny. Dalším nálezem bylo poranění perikardu a bodné poranění srdce. Jednalo se o poranění pravé srdeční komory, které již nekrvácelo a nebylo nutné ošetření komory. Williams však provedl suturu otvoru v perikardu. Po 50 dnech byl pacient úspěšně propuštěn z nemocnice a žil dalších 20 let [169]. Williams byl ve své době jediný afro-americký lékař, který byl členem American College of Surgeons.

Je třeba uvést, že v průběhu 19. století výkon na perikardu provedli i jiní chirurgové. První perikardiostomii v léčbě perikardiálního výpotku provedl španělský chirurg Francisco Romero (narozen v Concabelle, Katalánsko) v roce 1801 [5]. Následován byl francouzským vojenským chirurgem Dominiquem Jean Larreyem (1766–1842) v roce 1810 [169]. Ve Spojených státech amerických provedl Henry Dalton (narozen 1847) první suturu perikardu 6. září 1891 v City Hospital v St. Luis. Jednalo se o 22letého muže s bodným poraněním hrudníku, 5cm ránou v perikardu, kterou uzavřel pokračovacím stehem [50].

První operaci na srdci provedl 4. září 1895 v Rikshospitalet v dnešním Oslu (Norsko) až Axel Cappelen (1858–1919). Cappelen provedl z levostranné torakotomie ve 4. mezižebří ligaturu krvácející koronární tepny u 24letého muže v šokovém stavu, který byl bodnut nožem v oblasti levé axily. Pacient zemřel po 2 dnech od operace, po vlastní operaci se však probudil [174].

Všeobecně akceptovaným dnem, kdy byla zahájena historie klinické kardiochirurgie, je 9. září 1896. Ludwig Wilhelm Carl Rehn (1849–1930) provedl ve Frankfurtu nad Mohanem (Německo) první úspěšnou operaci srdce, což bylo do té doby považováno za nemožné [5, 48, 154]. V Rehnově době byl zažitý názor, že srdce není možné léčit chirurgicky. Slavný německý chirurg Theodor Billroth (1829–1894) tvrdil, že chirurg, který se pokusí sešít poraněné srdce, navždy ztratí úctu svých kolegů. Pacientem byl 22letý zahradník Willhelm Justus, který byl 7. září 1896 nalezen s bodným poraněním. Zpočátku byl léčen konzervativně. Když došlo ke zhoršení stavu pacienta, Rehn provedl levostrannou torakotomii s otevřením perikardu. Nálezem byla 1,5 cm dlouhá bodná rána pravé srdeční komory, kterou uzavřel pomocí tří stehů. I přesto, že byl pooperační průběh komplikován hnisavou sekrecí z operační rány, pacient se uzdravil a byl propuštěn z nemocnice [15].

2.2.2. Počátky chirurgie mitrálních vad

První výkony na mitrální chlopni byly zaměřeny především na rozšíření stenotického ústí mitrální chlopně u nemocných s porematicky postiženou chlopní. První operaci porematicky změněné mitrální chlopně provedl 20. května 1923 Elliot Carr Cutler (1888 až 1947) v Peter Bent Bringham Hospital (Boston, Massachusetts, USA) [42, 47]. Operaci u 12leté dívky s hemoptýzou provedl z modifikované sternotomie transventrikulárně zavedeným tenotomem, kterým provedl rozříznutí stenotického ústí mitrální chlopně. Dívka

žila dalších téměř 5 let bez známek hemoptýzy. Nezdary v dalších letech, kdy míra úmrtnosti byla až 90 %, vedly Cutlera k opuštění této techniky operace v roce 1928.

Ve stejné době provedl v Londýně 6. května 1925 britský chirurg Sir Henry Session Souttar (1875–1964) první digitální komisurolyzu mitrální chlopně. Pacientkou byla 19letá dívka s revmatickou mitrální stenózou, u které v éterové anestezii provedl levostrannou torakotomii. Přístupem přes ouško levé síně provedl, prstem ruky zavedeným přes levou síň, dilataci stenotického ústí mitrální chlopně [175]. Pacientka žila dalších pět let, kdy v roce 1930 zemřela na srdeční selhání a mnohočetné embolizace do mozku. Souttar provedl tuto operaci pouze jednou a další operace již nedělal [40].

Lze konstatovat, že první pokusy o rozšíření stenotického ústí mitrální chlopně nebyly příliš úspěšné. Tyto první operace však mimo jiné zavedly sternotomii jako možný přístup k srdci a ouško levé síně jako přístupovou cestu k mitrální chlopni.

Rozvoj srdečních operací se výrazně změnil po 2. světové válce. Rok 1948 můžeme označit za rok uzavřených mitrálních komisurotomíí. Nezávisle na sobě byly provedeny výkony na mitrální chlopni na několika místech. První úspěšnou operaci mitrální chlopně, od opuštění těchto operací ve 20. letech 20. století, provedl 30. ledna 1948 v Charlestonu (South Carolina, USA) americký chirurg Horace Smithy (1914–1948). Pacientkou byla 21letá Betty Lee Woolridge s revmatickou mitrální stenózou. Inovátorským přístupem byla aplikace novokainu do srdce, s cílem snížit výskyt arytmií. K výkonu na chlopni použil do srdce zavedený „valvulotom“ [173]. Operace byla úspěšná a pacientka již 9. února vystoupila na lékařském sjezdu v Charlestonu. Další operace však skončila nezdarem a pacient zemřel. Do léta 1948 provedl Smithy sedm operací s použitím valvulotomu. Smithův zájem o chlopenní chirurgii byl také osobní. Sám trpěl zúžením aortální chlopně související s revmatickou chorobou [46].

V Hahnemann Hospital, ve Philadelphii (Pennsylvánie, USA), provedl 10. června 1948 americký chirurg Charles Philamore Bailey (1910–1993) úspěšnou mitrální komisurotomii [10, 84]. Pacientkou byla 24letá Claire Ward, žena s významnou mitrální stenózou. Ke zvětšení mitrálního ústí použil na prst připevněné malé „nože“. Po dalších nezdarech nesměl Bailey již další operace na mitrální chlopni provádět.

Krátce po úspěšné operaci ve Philadelphii provedl 16. června 1948 úspěšnou komisurotomii Dwight Emary Harken (1910–1993) v Bostonu (Massachusetts, USA) [84, 120]. Vycházel ze svých zkušeností z 2. světové války, kdy sloužil v Londýně. Zde získal zkušenosti

s odstraněním „šrapnelů“ ze srdce. Po sérii šesti neúspěšných operací chtěl Harken s kardiochirurgií dokonce skončit.

Významnou postavou hrudní a srdeční chirurgie byl britský chirurg Russell Claude Brock, Baron Brock of Wimbledon (1903–1980), který provedl první úspěšnou komisurolyzu 16. září 1948 v Guy's Hospital v Londýně [23].

Společně tito chirurgové vytvořili zcela novou tradici v léčbě do té doby smrtelné porevmatické mitrální stenózy. V dalších letech bylo ve světě provedeno mnoho tisíc těchto „slepých“ operací, a to až do zavedení mimotělního oběhu do běžné klinické praxe.

V roce 1954 francouzský chirurg Charles Dubost (1914–1991) navrhl a úspěšně použil mechanický dilatátor, který byl pod kontrolou prstu zaveden do ústí mitrální chlopně [57]. Jednalo se tedy o mechanickou dilataci chlopně, kterou dnes provádějí kardiologové pomocí balonu.

Kolem roku 1950 již bylo jasné, že další pokrok v léčbě mitrálních vad, které byly do té doby prováděny „poslepu“ a ne vždy končily úspěchem, bude vyžadovat provedení výkonu pod přímou zrakovou kontrolou. Experimentální práce se soustředily na tři metody, které by umožnily provést operaci pod přímou kontrolou. Jednalo se o operace v hypotermii, operace s pomocí tzv. kontrolovaného zkříženého oběhu (cross-circulation) a operace s použitím mimotělního oběhu [48, 63].

Na vývoji operací v hypotermii se nejvíce podílel Wilfred Gordon Bigelow (1913–2005), který pokusy na zvířatech prokázal snížení spotřeby kyslíku v organismu během celkové hypotermie. V experimentech prokázal lineární závislost spotřeby kyslíku na teplotě a možnost zchlazení až na 20 °C bez dalších následků [12, 13].

První úspěšnou operaci v hypotermii si připsali F. J. Lewis a M. Taufic na Minnesotské univerzitě v Minneapolis (USA). 2. září 1952 provedli uzávěr síňového defektu u 5leté dívky poté, co ji podchlادili na 28 °C [122]. Operace prováděná v hypotermii sice mohla prodloužit srdeční zástavu, neumožňovala však provádět složitější korekční zákroky. Další dvě varianty, jak provést operaci na otevřeném srdci, směřovaly k dočasnému nahrazení funkce srdce (cirkulace) a funkce plic (oxygenace).

Představitelem prvního směru byl C. Walton Lillehei (1918–1999) působící na Minnesotské univerzitě (Minneapolis, USA). Lillehei vyvinul metodu takzvaného kontrolovaného zkříženého oběhu (cross-circulation). Při této technice obvykle použil dospělého „dárce“, jehož krevní oběh spojil s krevním oběhem nemocného. Můžeme říci, že se tedy jednalo

o biologický mimotělní oběh. Kritici této metody namítali riziko až 200% letality. I když první pacient zemřel na pooperační pneumonii, Lillehei provedl další operace, které již byly úspěšné [43, 123, 124, 127]. V roce 1956 provedl Lillehei první plastiku mitrální chlopně na otevřeném srdci [125].

Mimořádnou změnou, a může říci nejvýznamnější ve vývoji kardiologie, bylo uvedení mimotělního oběhu do klinické praxe. Nejvýznamnější osobností byl John H. Gibbon (1903 až 1973) působící ve Philadelphii (USA) [72, 87]. J. H. Gibbon se již během studií na Harvardu věnoval dočasné náhradě funkce srdce a plic. V roce 1937 demonstroval možnost dočasné náhrady funkce srdce a plic pumpou a oxygenátorem opětovné obnovení funkcí [73]. Po 2. světové válce se spojil s Thomasem Watsonem z IBM a zkonstruovali nový typ mimotělního oběhu. 6. května 1953 provedl J. H. Gibbon první úspěšnou operaci na otevřeném srdci s použitím mimotělního oběhu. Jednalo se o uzávěr defektu síňového septa u 18leté ženy [72]. Další dvě operace však skončily smrtí operovaných a Gibbon se již dále věnoval jen výzkumu mimotělního oběhu. Později opustil kardiologii a věnoval se hrudní chirurgii. Zavedení mimotělního oběhu, který se v dalších letech zdokonaloval, do klinické praxe umožnilo podstatnou změnu v léčbě srdečních vad, včetně výkonů na mitrální chlopni.

První implantaci umělé srdeční chlopně do mitrálního ústí provedla Nina Starr Braunwald (1928–1992) 11. března 1960 v National Heart Institute v Bethesdě (Maryland, USA) [19, 20, 161]. Nina Braunwald byla první žena na pozici kardiologa a první žena, která provedla operaci srdce [18]. Jejími mentory byly významní američtí kardiologové Charles A. Hufnagel (1916–1989) a Andrew G. Morrow (1922–1982). Ve spolupráci s Morrowem navrhla polyuretanovou umělou srdeční protézu nazývanou Braunwald-Morrow chlopeň. Operaci předcházely úspěšné testy na 24 psech. 11. března 1960 provedla, teprve ve svých 32 letech, první úspěšnou mitrální náhradu u 44leté pacientky se srdečním selháním a významnou mitrální regurgitací [20]. Při operaci asistoval Andrew G. Morrow. Operace byla provedena s mimotělním oběhem, na jehož konstrukci se Nina Braunwald sama podílela. V dalších letech se věnovala vývoji mechanické chlopně Braunwald-Cutter, která byla implantována tisícům pacientů. Podílela se také na vývoji stentovaného aortálního homograftu určeného k mitrální náhradě.

První úspěšnou implantaci kuličkové chlopně do mitrální pozice s dlouhodobým přežíváním pacientů provedl 21. září 1960 americký chirurg Albert Starr v Portlandu (Oregon, USA). Jednalo se o silastikovou kuličkovou chlopeň, kterou navrhl Starr a inženýr Lowell Edwards

(1898–1982). Výhodou kuličkové chlopně bylo nízké riziko trombózy na fixačním ringu. Za použití mimotělního oběhu provedl operační výkon z pravostranné torakotomie [176, 177].

V dalších letech se postupně objevila řada mechanických srdečních chlopní, kuličkové, diskové a v poslední době chlopně dvoulisté.

Rozvoj kardiologie, zdokonalování mimotělního oběhu, operačních technik a pooperační péče umožnily provádět i výkony na více chlopních. První současnou náhradu mitrální a aortální chlopně provedl 1. listopadu 1960 Robert S. Cartwright (Pittsburg, Pensylvánie, USA) [35]. Operace byla provedena z levostranné torakotomie, přes otevřenou levou síň. První současná náhrada mitrální, aortální a trikuspidální chlopně byla provedena 21. února 1963 Albertem Starrem v Portlandu (Oregon, USA).

První úspěšnou implantaci aortálního homograftu do mitrální pozice provedl 23. března 1962 Raymond O. Heimbecker (1922–2014) [86, 169].

Významnou osobností evropské a světové kardiologie, která se zasloužila o rozvoj mitrální chirurgie, je francouzský chirurg Alain Carpentier (1933). V roce 1967 provedl v Paříži spolu s Binetem první implantaci stentovaného heterograftu (xenograftu) do mitrální pozice [14, 120]. Je třeba uvést, že sám Carpentier se během své chirurgické praxe podílel na vývoji glutaraldehydu. Glutaraldehyd se následně používal k uchování zvířecích chlopní. Jeho působením na tkáň došlo k odstranění antigenity tkáň, zabraňoval denaturaci bílkovin a zvyšoval pevnost tkáň [33]. Úspěšné experimentální a klinické testy vedly k vývoji první komerčně dostupné bioprotézy Ionescu-Shiley a Carpentier-Edwards.

V průběhu 80. let 20. století byl entuziasmus z implantací glutaraldehydem ošetřených biologických chlopní vystřídán poznatky o kalcifikaci takto ošetřených implantovaných bioprotéz.

V druhé polovině 20. století dochází v rozvinutých zemích k významnému poklesu počtu nemocných s porematickým postižením mitrální chlopně. Tato změna byla dána zlepšením životní úrovně a především objevem penicilinu Alexandrem Flemingem (1881–1955) a jeho zavedením do antibiotické léčby streptokokových infekcí.

Korekce mitrální regurgitace na podkladě ruptury šlašinky představovala první typ tzv. korekčního výkonu. První operaci tohoto typu provedl v roce 1960 Dwight C. McGoon (1925–1999) [135].

Pokles četnosti stenotických mitrálních vad je postupně vystřídán nárůstem počtu mitrálních vad na podkladě regurgitace. Jedná se o vady degenerativní etiologie a sekundární vady na podkladě onemocnění mimo vlastní mitrální chlopeň. Změna v morfologii postižení mitrální chlopně od těžce porevmaticky postižených chlopní k chlopním se zachovanou morfologií vedla k myšlence zachování vlastní chlopně, ke korekci mitrální vady.

Bailey provedl u pacientů s mitrální regurgitací první plastiku mitrální chlopně z levostranné torakotomie v roce 1951 [9].

První návrhy na zachování mitrální chlopně a korekci mitrální regurgitace prezentovali také Walt Lillehei (1918–1999), GH Wooler (1911–2010), GE Reed a JH Kay (1921–2015). Jednalo se o různé typy tzv. stehových plastik [105, 126, 153, 197]. Lillehei provedl v roce 1956 první záchovný výkon na mitrální chlopni pod přímou zrakovou kontrolu z pravostranné torakotomie. Jednalo se o „stehovou plikaci“ v oblasti obou komisur mitrální chlopně, která vedla k redukci velikost anulu. V dalším období byla tato technika opuštěna [126].

V roce 1969 francouzský chirurg Allain Carpentier (1933) provedl první rekonstrukční anuloplastiku s implantací rigidního prstence. Z pohledu záchovných výkonů na mitrální chlopni je milníkem rok 1983. Allain Carpentier publikuje přelomovou práci s názvem Cardiac Valve Surgery-The French Correction. V této práci shrnuje anatomické a funkční poznatky o příčině mitrální regurgitace a klasifikaci mitrálních regurgitací na základě postižení jednotlivých segmentů mitrální chlopně [34]. Allain Carpentier zavedl koncept tzv. funkčního přístupu. Hlavním cílem není nastolení normální anatomie chlopně, ale normální funkce chlopně. Tento koncept je základní filozofií mitrálních plastik až do dnešní doby. Carpentier je nazýván otcem moderních záchovných operací na mitrální chlopni. Stál také u zrodu některých miniinvazivních přístupů v léčbě mitrálních vad.

2.2.3. Historie léčby mitrálních vad v Československu

Počátky Československé kardiochirurgie jsou spojeny se jménem akademika Jana Bedrny (1897–1956), zakladatelem hradecké chirurgické školy. A právě v srdeční chirurgii patří akademiku Bedrnovi tři prvenství. Jako první provedl v roce 1947 ligaturu otevřené tepenné dučeje. Za nejvýznamnější lze však považovat první operace mitrální stenózy na zavřeném srdci. První úspěšnou komisurolyzu na zavřeném srdci provedl 24. listopadu 1951 v Hradci Králové [48]. Do září 1954, kdy byly v Praze prezentovány počty do dosud provedených

operací pro mitrální stenózu, bylo v Hradci Králové provedeno 162 operací, na II. chirurgické klinice v Brně pod vedením profesora Jana Navrátila 101, v Turčianském Martině 60, v Bratislavě 32, v Ostravě 19, v Praze 13. Velký rozvoj této metody v dalších letech vedl až k úctyhodnému počtu operací 2 908, který byl proveden k 31. červenci 1960. Akademik Jan Bedrna, žák profesora Kukuly a profesora Petřivalského, na vrcholné úrovni zvládal i jiné obory chirurgie jako urologii, traumatologii, neurochirurgii nebo hrudní chirurgii.

První komisurotomii stenotické mitrální chlopně na otevřeném srdci provedl 29. června 1959 Karol Šiška v Bratislavě [55]. První implantaci umělé chlopně do mitrální pozice provedl v Brně prof. Jan Navrátil (1909–1992) v roce 1963, ten také v roce 1963 a 1964 provedl jako jeden z prvních v Evropě implantace aortálních a mitrálních umělých chlopní. U prvních pacientů implantoval chlopně domácí výroby (Uhlířovy-Altmanovy), ale pouze s krátkodobými výsledky. Pacienti zemřeli na podkladě tromboembolických komplikací. Prvních dlouhodobých výsledků bylo dosaženo s chlopněmi Starr-Edwards. Je třeba zmínit, že již v roce 1956 provedl operaci na zastaveném srdci bez použití mimotělním oběhu. Do prosince 1957 provedl 300 operací, při kterých byl pacient podchlazen ve vaně studené vody a ledu. V roce 1958 se svým týmem spolupracovníků vyvinul přístroj pro mimotělní oběh. Důležitým datem je 5. únor 1958, kdy prof. Navrátil provedl, jako první ve střední Evropě, operaci pomocí mimotělního oběhu.

3. Mitrální regurgitace:

3.1. Incidence

Mitrální regurgitace je druhou nejčastěji operovanou chlopenní vadou po aortální stenóze. V posledních letech se zvyšuje počet operací pro mitrální regurgitaci i počet pacientů operovaných ve vyšším věku [67].

3.2. Epidemiologie

Prevalence srdečních vad a mitrální regurgitace se různí v závislosti na etiologii vady a významnosti vady. V rozvojových zemích zůstává hlavní etiologií závažné mitrální regurgitace revmatická horečka. V Jihoafrické republice byla revmatická horečka v letech

2006–2007 zodpovědná za 72 % chlopenních vad [98]. V rozvinutých zemích jsou hlavní příčinou mitrální regurgitace degenerativní změny mitrální chlopně nebo sekundární postižení mitrální chlopně při dilataci nebo remodelaci levé srdeční komory. Ve studii, která byla podpořena Evropskou kardiologickou společností (The Euro Heart Survey) byla degenerativní etiologie odpovědná za přibližně 60 % případů mitrální regurgitace [96, 98]. Ve studii, kterou publikovali Nkomo et al. v roce 2006, byla prevalence všech chlopenních srdečních vad na území Spojených států amerických 2,5 % [147]. V další studii těchto autorů z Mayo Clinic (Rochester, USA) pro komunitu z oblasti Olmsted County byla prevalence chlopenních vad 1,8 %. V těchto studiích z USA byla mitrální regurgitace nejčastější chlopenní vadou [58, 147, 181]. V Evropě je nejčastější chlopenní vadou aortální stenóza, druhou nejčastější mitrální regurgitace (33,6 % z tzv. single-valve disease) [96, 98]. Významná mitrální regurgitace měla pro populaci celých Spojených států amerických prevalenci 1,7 %. Nejméně častou vadou pak byla mitrální stenóza s prevalencí 0,4 %. Prevalence mitrální regurgitace byla v těchto a mnoha dalších studiích stejná pro muže i ženy [101, 147]. Na základě zjištěných dat se odhaduje, že v USA žije 1,3 milionů lidí s mitrální regurgitací. V příštích letech se očekává další nárůst počtu nemocných až na 2,3 milionu v USA do roku 2030 [58].

V prospektivní studii, kterou publikovali Singh et al., The Framingham Heart Study, byla prevalence mírné až významné (≥ 2 . stupně) mitrální regurgitace 19,0 % u mužů a 19,1 % u žen [172]. Prevalence mitrální regurgitace podle mnoha studií narůstá se zvyšujícím se věkem. Ve studii z Mayo Clinic byla prevalence mitrální regurgitace signifikantně významně závislá na věku (odds ratio (OR) 1,84; $p < 0,0001$) [147]. Ve studii The Strong Heart Study byla ve věku < 55 let prevalence mitrální regurgitace 18 %, 20 % ve věku 55–64 let, 27 % ve věku 65–74 let a 29 % ve věku > 75 let.

Prevalence významné regurgitace se u nemocných < 65 let věku pohybuje mezi 0,1 a 1 %, u nemocných mezi 65 a 75 lety se prevalence zvyšuje na 2,8–6,4 % a u nemocných starších 75 let se pohybuje mezi 7,1 a 9,3 %. Se vzrůstajícím věkem nemocných dochází také ke změně v etiologii mitrální regurgitace. U nemocných ve věku < 50 let je degenerativní etiologie zodpovědná za přibližně 30–35 % případů mitrální regurgitace, u nemocných ve věku > 70 let se degenerativní etiologie podílí na více než 70 % případů mitrální regurgitace [101].

3.3. Etiologie

Mitrální regurgitace je způsobena selháním jedné nebo více komponent mitrálního aparátu, tj. cípů mitrální chlopně, mitrálního anulu, šlašinek, papilárních svalů a myokardu levé komory. Porucha jakékoliv komponenty může mít za následek vznik mitrální regurgitace. Primární mitrální regurgitace je způsobena patologií samotné mitrální chlopně a závěsného aparátu. Sekundární mitrální regurgitace je dána abnormalitami ve vztazích jednotlivých komponent mitrálního aparátu.

3.4. Patofyziologie

Charakteristické pro mitrální regurgitaci je objemové přetížení levé komory. Během systoly dochází k abnormálnímu toku krve z levé komory do levé síně přes nedomykavou mitrální chlopně. Při chronické vadě levá síň dilatuje a zvyšuje svoji poddajnost. Levá komora kompenzuje zvýšený regurgitační objem svou dilatací. Při chronickém přetížení může časem dojít k dysfunkci levé komory. Rychlost progresu vady je také dána etiologií vady. Neléčená vada vede v konečném důsledku k rozvoji symptomů, ireverzibilním změnám a dysfunkci levé komory.

3.5. Přirozený vývoj mitrální regurgitace

Většina dat o prognóze pacientů s mitrální regurgitací pochází z 90. let 20. století z Mayo Clinic, které publikovali Enriquez Sarano et al. Většina studií je věnována pacientům s prolapsem mitrální chlopně [60].

Chronická mitrální regurgitace je spojena s 10% ročním rizikem vzniku závažných komplikací, kterými jsou městnavé srdeční selhání, infekční endokarditida, cévní mozková příhoda, nutnost podstoupit operaci mitrální chlopně a úmrtí [129].

V roce 1996 Ling et al. publikovali studii, ve které podrobně hodnotí výsledky přežívání a komplikací u pacientů s přirozeným vývojem mitrální regurgitace. Jednalo se o homogenní soubor pacientů s prolapsem mitrální chlopně. Autoři uvádějí 6,3% roční letalitu pacientů na farmakologické léčbě, která byla významně vyšší než očekávaná mortalita pro danou populaci ($p = 0,016$). Přežívání u pacientů s farmakologickou léčbou bylo 57 % po 10 letech. Letalita byla nejvíce ovlivněna věkem pacientů (HR 1,08; $p = 0,001$), stupněm NYHA (HR 1,93; $p = 0,001$) a velikostí ejekční frakce levé komory (HR 0,96; $p = 0,001$). Po 10 letech mělo 63 % pacientů srdeční selhání, 30 % pacientů fibrilaci síní a 90 % pacientů prodělo operaci mitrální

chlopně nebo zemřelo. Chirurgická korekce mitrální regurgitace (provedena u 143 pacientů) vedla k redukcí letality u tohoto souboru pacientů (HR 0,29; $p < 0,001$) [97, 129]. U původně asymptomatických pacientů s významnou vadou je roční četnost vzniku symptomů 10 % [158].

3.6. Výsledky chirurgické léčby mitrální regurgitace

Nejrozsáhlejší informace týkající se chirurgických výsledků léčby mitrální regurgitace pocházejí z dat The Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database (STS). D'Agostino et al. publikovali recentní výsledky léčby všech chlopních vad. Autoři prezentují velmi nízkou časnou pooperační letalitu u izolovaných plastik mitrální chlopně (0,9 %) [49]. Gammi et al., ze stejné databáze, shrnují výsledky u izolované léčby mitrálních vad [65]. Plastika mitrální chlopně byla provedena u 65,6 % pacientů. Nejčastější technikou záchového výkonu na mitrální chlopni byla implantace anuloplastického prstence (94,3 %), resekce cípu (46,5 %) a implantace arteficiálních šlašinek (22,7%). Náhrada mitrální chlopně byla provedena u 34,4 % pacientů. Autoři upozorňují na trend častější implantace bioprotéz v posledních letech (65,4 % v roce 2011 versus 75,8 % v roce 2016; $p < 0,0001$). Nadále převažuje klasický přístup ze sternotomie, který byl použit u 74,1 % pacientů. Celková operační letalita byla 2,0 %. Letalita u pacientů po izolované plastice mitrální chlopně byla 1,2 %, po izolované náhradě mitrální chlopně 5 %.

Mnoho studií potvrzuje dobré dlouhodobé výsledky po operaci mitrální regurgitace degenerativní etiologie [17, 117, 68]. Lazam et al. [117] v multicentrické prospektivní studii uvádějí až 20leté výsledky u pacientů s prolapsem mitrální chlopně. Autoři zjistili lepší přežívání u pacientů po plastice mitrální chlopně oproti náhradě mitrální chlopně. Přežívání po 20 letech bylo 41 % versus 24 % ($p < 0,001$). Lepší výsledky mitrálních plastik byly dokumentovány také pro různé soubory pacientů (věk, pohlaví, EF). Po 20 letech bylo 83 % pacientů po plastice a 50 % po náhradě bez CMP, endokarditidy nebo krvácení ($p < 0,001$) a 90 % pacientů po plastice chlopně nemuselo podstoupit reoperaci [68, 117]. Také u pacientů s ischemickou mitrální regurgitací mnoho studií a metaanalýz potvrdilo nižší letalitu u pacientů po plastice mitrální chlopně. Jak uvádí Wang et al. v metaanalýze chirurgické léčby ischemické mitrální regurgitace, je plastika chlopně spojena s vyšší četností recidivy mitrální regurgitace (OR 4,09; $p < 0,01$) [188, 194].

4. Chirurgické přístupy v léčbě mitrální regurgitace

4.1. Chirurgické přístupy při operacích na mitrální chlopni

4.1.1. *Sternotomie*

Nejčastějším přístupem při srdeční operaci, a mitrální chlopně nevyjímaje, je podélná střední sternotomie. Mediální sternotomie byla jako chirurgický přístup poprvé navržena Herbertem M. N. Miltonem (1856–1921) v roce 1897 [102, 137]. Až od roku 1956, kdy Ormand C. Julian (1913–1987) publikoval výhody sternotomie při srdeční operaci, oproti do té doby rozšířené torakotomii, se stala standardním přístupem v kardiochirurgii na mnoho let [51, 52, 102, 103,]. Výhodou tohoto přístupu je dobrá přehlednost v operačním poli, možnost centrální kanylace pro mimotělní oběh. Tedy zavedení arteriální kanyly do vzestupné aorty a žilních kanyl do dolní a horní duté žíly přes pravou síň nebo přímo do horní duté žíly. Chirurg má možnost palpační kontroly stěny vzestupné aorty s vyloučením závažného aterosklerotického poškození před vlastní kanylací aorty a naložením svorky na aortu. Nevýhodou tohoto přístupu je větší kožní řez a především podélné rozříznutí hrudní kosti. To je spojeno s rizikem pooperačních komplikací. Především dehiscence sternotomie, ať již z čistě mechanických důvodů, nebo na podkladě infekčních komplikací. Výsledkem je nestabilita hrudní stěny, která se podílí na zhoršené mechanice dýchání a komplikovaném pooperačním průběhu. V případě infekční etiologie dochází ke vzniku hluboké mediastinální infekce, která je obávanou pooperační komplikací prodlužující délku hospitalizace, vyžaduje velké léčebné úsilí a může pacienta ohrožovat na životě.

Jistou alternativou může být submamární kožní řez s následnou střední sternotomií. Tento přístup je volen především u žen z kosmetických důvodů. Dává dobrý přehled v operačním poli a přijatelný kosmetický efekt. Nevýhodou tohoto přístupu je větší mobilizace kůže a podkoží a limitovaný přístup do jugula. Především je nutné provést sternotomii se všemi negativními důsledky, jak byly popsány výše.

4.1.2. *Pravostranná torakotomie*

Ve snaze eliminovat nutnost protěti hrudní kosti lze jako alternativu provést přístup z pravostranné torakotomie. Jedná se o pravostrannou anterolaterální torakotomii ve 4. mezižebří s eventuální resekcí pátého žebra. Alternativou je provedení posterolaterální

torakotomie. U tohoto přístupu je po roztažení žeber rozvěračem obvykle možná centrální kanylace. V situaci, kdy není možné provést kanylaci vzestupné aorty, je nutné použít ke kanylaci periferní přístup, např. *arteria femoralis communis*. Také v případě žilní kanylace je obvykle možné provést centrální kanylaci. Tam, kde je to obtížné, je možné zavést kanylu do dolní duté žíly periferně přes *vena femoralis*. Výhodou je dobrý přístup k mitrální chlopni. V případě reoperací není u tohoto přístupu nutné provést uvolnění všech srdečních struktur. Jistou nevýhodou je obtížnější odvědušnění srdečních dutin s rizikem vzniku cévní mozkové příhody.

4.1.3. Levostranná torakotomie

Jedná se o historický přístup, který byl používán v období zavřených výkonů na mitrální chlopni (komisurotomie).

4.1.4. Miniinvazivní přístupy

Jako v jiných chirurgických oborech se i v kardiologii rozvíjí tzv. miniinvazivní metody. Základním principem těchto metod je vyhnout se provedení podélné sternotomie a eliminovat nutnost širokého rozevírání operační rány. Byla popsána řada technik s incizí menší než klasická podélná sternotomie (viz Tabulka 1). Základním přístupem je použití klasických nástrojů a centrální kanylace pro mimotělní oběh nebo periferní kanylace pro mimotělní oběh a použití speciálního instrumentária. Z hlediska miniinvazivních přístupů na mitrální chlopni byla zlomová 90. léta minulého století. Vývoj těchto technik byl především umožněn technologickým vývojem, vývojem nového instrumentária, zdokonalením optického zobrazení, ale také dalším zdokonalením mimotělního oběhu. Navia, Cosgrove a Cohn provedli první výkony na mitrální chlopni z miniinvazivního přístupu pravostranného parasternálního přístupu a transsternálního přístupu [41, 44, 146].

První úspěšnou operaci mitrální chlopně videoasistovaným přístupem provedl Alain Carpentier v únoru 1996 [32]. Ve stejném roce provedl v USA Randolph Chitwood Jr. úspěšnou operaci mitrální chlopně pomocí 2D (dvoudimenzionální, dvourozměrný) endoskopu a následně i pomocí robotického systému [92]. V roce 1998 v německém Lipsku úspěšně použili k výkonu na mitrální chlopni 3D (trojdimenzionální, trojrozměrný) endoskopické zobrazení a robotický systém. Ve stejné době také Alain Carpentier provedl

první úspěšnou operaci mitrální chlopně plně robotickým systémem (Da Vinci Surgical System).

Tabulka 1: Miniinvazivní chirurgické přístupy při operaci mitrální chlopně

Torakotomie

Pravostranná „přední“ torakotomie (2. nebo 3. mezižebří) [24, 37]

Pravostranná „přední“ torakotomie (4. nebo 5. mezižebří) [76]

Levostranná „laterální“ torakotomie [192]

Levostranná „posteriorní“ torakotomie [81]

Pravostranná vertikální „infra-axilární“ torakotomie [193]

Parciální sternotomie

Parasternální přístup [41, 146]

Transsternální přístup [39]

Horní ministernotomie („J“ ministernotomie) [74, 184]

Dolní ministernotomie [80, 134]

„T“ ministernotomie

Invertovaná „T“ ministernotomie [25]

„C“ ministernotomie [132]

Videoasistovaný přístup

„Port Access“ [139, 171]

Roboticky asistovaný přístup [75]

Klasifikace miniinvazivních přístupů, kterou navrhli Carpentier a Loulmet na základě chirurgické invazivity [95]:

Level I: Miniincize (10–12 cm) – operace pod přímou zrakovou kontrolou

Level II: Mikroincize (4–6 cm) – videoasistovaná operace

Level III: Mikroincize nebo přístup přes port (1–2 cm) – plně endoskopický výkon

Level IV: Přístup přes robotické porty – plně endoskopický robotický výkon

Level I: Miniincize – operace pod přímou zrakovou kontrolou

Tato skupina operací, které jsou prováděny pod přímou zrakovou kontrolou, se od klasické mediální sternotomie odlišují limitovaným přístupem (obvykle 10–12 cm). Zahrnuje celou skupinu přístupů: ministernotomii, parasternální přístup a minitorakotomii.

a) Ministernotomie

Obvykle se jedná se o dolní ministernotomii, která umožňuje dobrý přístup k mitrální chlopni, trikuspidální chlopni, k uzávěru defektu septa síní a ablaci fibrilace síní [119, 143, 184]. Základní výhodou tohoto přístupu je možnost centrální kanylace a přímé naložení svorky na vzestupnou aortu. Relativní kontraindikací je morbidní obezita a reoperace, kdy nelze bezpečně naložit svorku na vzestupnou aortu. Operační strategie a anesteziologický protokol je, s menšími modifikacemi, obdobný jako u klasické mediální sternotomie. Je nutné použít zevních defibrilačních elektrod. Výhodou tohoto přístupu je relativně jednoduché rozšíření přístupu na mediální sternotomii bez nutnosti dalšího kožního řezu. Kožní řez (6 až 8 cm dlouhý) začíná 2,5 cm distálně od spojení manubria a těla hrudní kosti a pokračuje distálně k mečovitému výběžku. Hrudní kost je protnuta v distální části a dále až na úroveň 2. mezižebří a směrem doprava. Manubrium zůstává intaktní. Během retrakce kostních lamel je nutné dávat pozor na možné poranění pravé mamární tepny. Další postup je již obdobný jako u mediální sternotomie. Odvzdušnění srdečních dutin je však obtížnější. Standardní součástí operační techniky je insuflace oxidu uhličitého (CO₂) do operačního pole s cílem snížit riziko cévní mozkové příhody. Alternativu dolní parciální sternotomie představují méně častěji používané přístupy přes hrudní kost: transsternální přístup, horní ministernotomie, „T“ ministernotomie, invertovaná „T“ ministernotomie a další [25, 39, 74, 80, 132, 134, 184].

b) Parasternální přístup

Při pravostranném parasternálním přístupu (paramediálním) je incize vedena nad 3. a 4. žebrem v oblasti žebních chrupavek s resekci části žebra nebo pouhým protětim žebra. Pravá *arteria thoracica interna* je obvykle zachována. V případě, že ascendentní aorta je obtížně přístupná, jsou kanyly pro mimotělní oběh zaváděny přes femorální tepnu a žílu. Žilní kanyla do horní duté žíly pak přes pravou síň. Nevýhodou parasternálního přístupu je riziko nestability hrudní stěny, poranění pravé *arteria thoracica interna* a obtížná konverze na mediální sternotomii [119, 187].

c) Minitorakotomie

Jedná se o limitovanou pravostrannou torakotomii (minitorakotomie) o velikost cca 10 až 12 cm. Výhodou minitorakotomických přístupů je velmi dobrá vizualizace mitrální chlopně, která je obvykle v přímém pohledu chirurga. Operace z minitorakotomie je

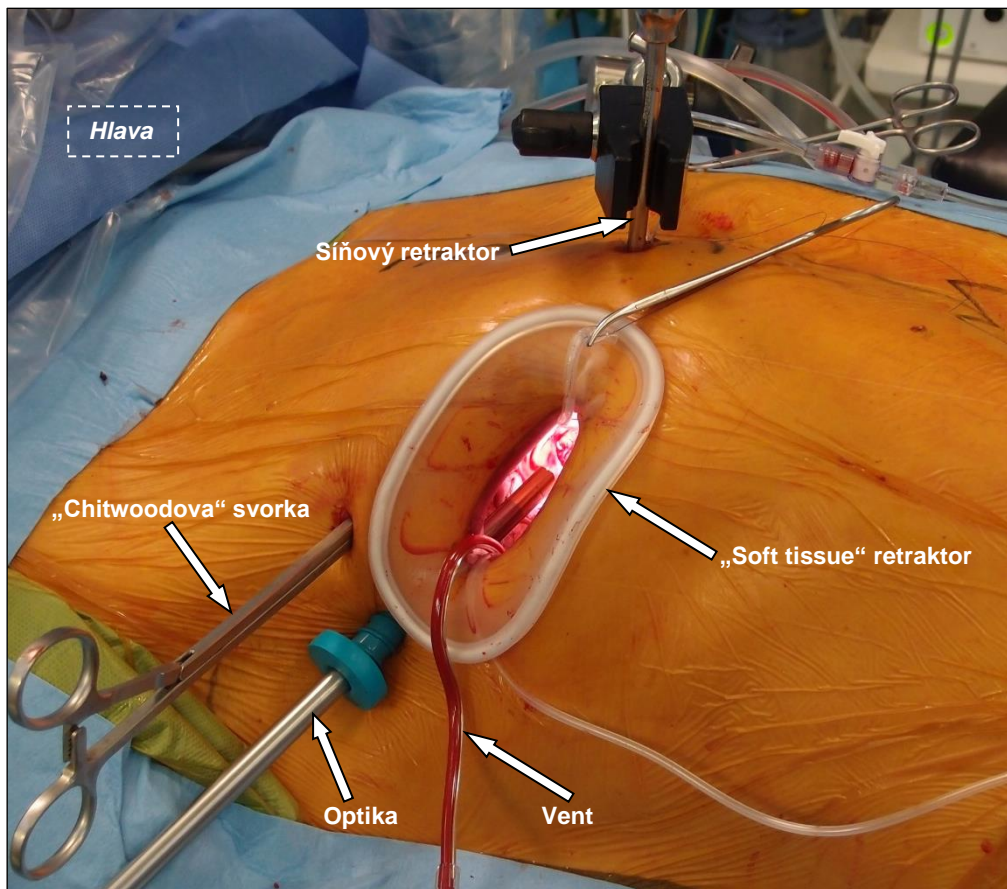
prováděna pod přímou zrakovou kontrolou s použitím klasických nebo dnes již speciálně k tomu určených nástrojů. Kanylace pro mimotělní oběh je možná dvěma způsoby. Centrální kanylace ascendentní aorty a žilní kanylace přes horní dutou žílu a pravou síň. To je možné v případě anatomicky příznivých podmínek pacienta. Zavedené kanyly mohou bránit chirurgovi v zorném poli a znesnadňovat vlastní výkon na mitrální chlopni. Také řešení možných krvácivých komplikací je z limitovaného přístupu obtížně řešitelné. Alternativou, která je dnes preferována, je periferní typ kanylace přes femorální tepnu a žílu a event. zavedení žilní kanyly do horní duté žíly přes pravostrannou *vena jugularis*.

Level II: Mikroincize – videoasistovaná pravostranná minitorakotomie

Použití zobrazovací techniky, endoskopu, umožňuje chirurgovi provádět menší incize (4 až 6 cm) (Obrázek 3). Dokonalá zobrazovací technika umožňuje v určité fázi dokonalé zobrazení některých srdečních struktur, které jsou z mediální sternotomie hůře přehledné (např. papilární svaly). Řez obvykle provádíme ve 4. mezižebří vpravo. Alternativním přístupem je provedení tzv. periareolárního kožního řezu a dále se proniká 4. mezižebřím do pleurální dutiny. Tento kosmeticky velmi příznivý přístup je výhodný především u mužů. Specifika videoasistovaného přístupu jsou dána především technikou vedení mimotělního oběhu a ochrany myokardu v průběhu srdeční zástavy (viz kapitola 4.2.).

Na začátku 90. let 20. století Pompili et al. provedli první endoskopické výkony na mitrální chlopni na psech [150]. Již v roce 1996 Kaneko et al. použili endoskopickou techniku při výkonu na mitrální chlopni ze sternotomie [104]. Alain Carpentier provedl v roce 1996 první úspěšnou videoasistovanou operaci mitrální chlopně z minitorakotomického přístupu s použitím fibrilace komor [32]. V roce 1998 publikovali první zkušenosti s miniinvazivním přístupem s využitím tzv. port-access přístupu Mohr et al. z německého Lipska [139].

Obrázek 3: Videoasistovaný přístup z minitorakotomie – operační pole (4. mezižebří).

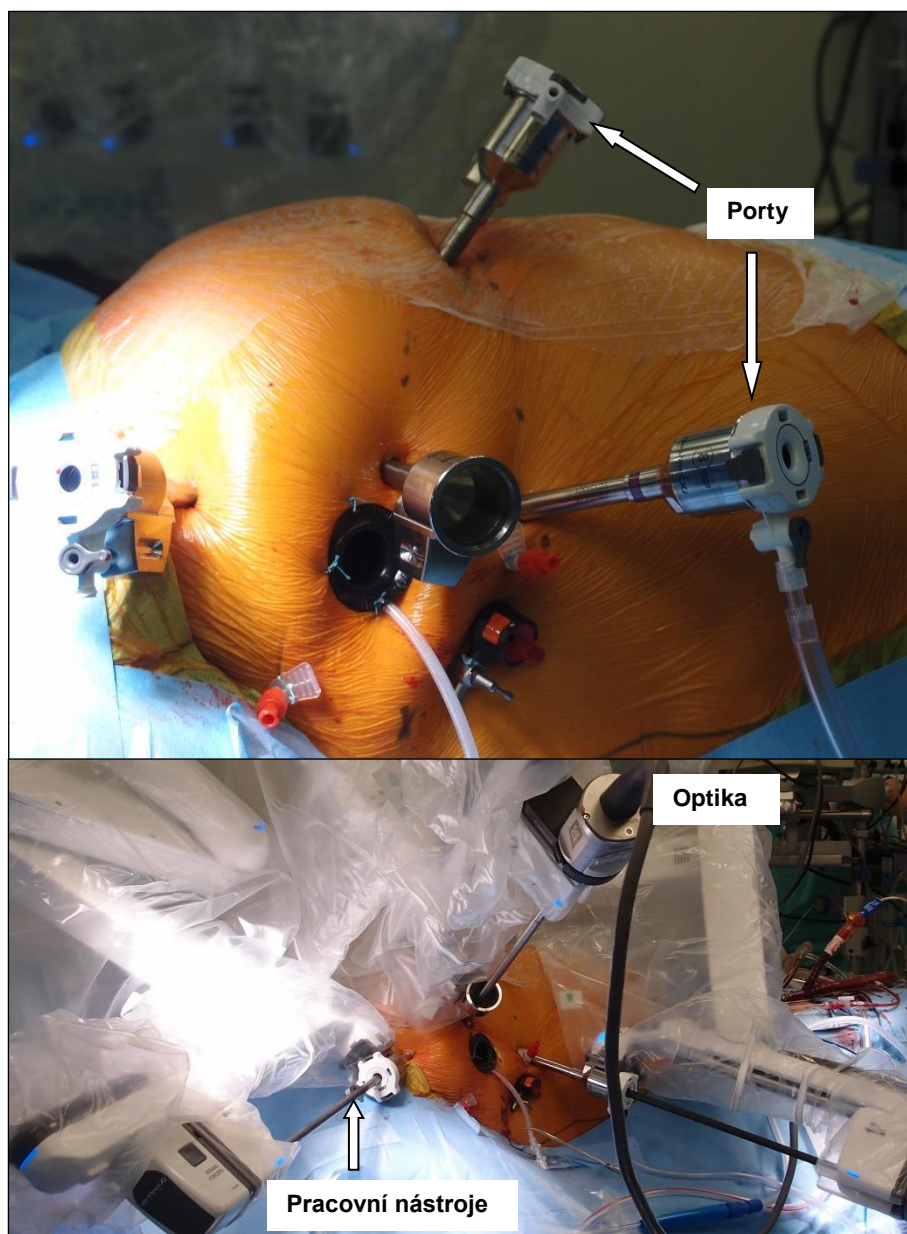


Level III + IV: Plně endoskopický výkon a robotický výkon

Zavedení tzv. 3D zobrazení do chirurgické praxe umožnilo v kardiochirurgii provádět operace na mitrální chlopni plně pod endoskopickou kontrolou. To umožnilo zavádět pracovní nástroje pouze přes hrudní porty bez nutnosti klasické incize s protětím mezižebních svalů a především distenzí žebíř pomocí rozvěrače, které mohou být pooperačně vnímány jako bolestivé a u nichž hrozí riziko poranění žebíř. Zcela samostatnou kapitolu v miniinvazivních přístupech představuje zavedení robotického systému v operativě mitrální chlopně. První skutečně robotický výkon na mitrální chlopni provedl pomocí systému da Vinci Surgical System (Intuitive surgical, Inc., Sunnyvale, CA, USA) v květnu 1997 A. Carpentier v Paříži (Francie) a ve stejné době F. Mohr v Lipsku (Německo) [31, 62]. V USA provedl první plně robotickou plastiku mitrální chlopně R. Chitwood [94]. Robotický systém umožňuje především dokonalé trojrozměrné zobrazení uvnitř pleurální dutiny a srdečních oddělech.

Speciální robotické nástroje napodobují pohyby rukou operujícího chirurga. Umožňují pohyby ve všech směrech (7 stupňů volnosti pohybu). Výkon je prováděn převážně pouze přes porty (Obrázek 4). Z hlediska chirurgického přístupu se tedy jedná o nejméně invazivní přístup. K zavedení mimotělního oběhu je obvykle nutná periferní kanylace. K okluzi vzestupné aorty se využívá zevní nebo vnitřní okluze pomocí tzv. endoclampu.

Obrázek 4: Roboticky asistovaný výkon na mitrální chlopni – zavedené porty do pravé pleurální dutiny a pracovní nástroje



4.2. Endoskopicky asistovaný přístup

4.2.1. Předoperační vyšetření pacienta a kontraindikace miniinvazivního přístupu

V zásadě se dá konstatovat, že všichni pacienti s mitrální vadou mohou podstoupit operaci miniinvazivním chirurgickým přístupem. Nicméně existuje řada komorbidit, které představují relativní kontraindikaci k bezpečnému provedení operace miniinvazivním přístupem. Především na počátku implementace miniinvazivního programu na pracovišti je třeba všechny tyto faktory vzít v úvahu, pečlivý výběr pacienta k provedení operace tímto přístupem je rozhodující. Cílem miniinvazivního přístupu je nabídnout pacientovi bezpečnou, spolehlivou a reprodukovatelnou metodu se stejnými, nebo dokonce lepšími výsledky, než zajišťuje operace z mediální sternotomie. Na začátku indikace je vždy důsledné vyhodnocení pacientovy anamnézy se zaměřením na relevantní informace, které by mohly představovat relativní kontraindikaci (viz Tabulka 2). Neméně důležité je vyhodnocení pacientova habitu se zaměřením na hrudní deformity (např. *pectus excavatum*) nebo těžkou formu kyfaskoliózy. Pozornost věnujeme známkám předchozího poranění hrudní stěny vpravo, předchozích operací provedených z pravostranné torakotomie nebo známkám předchozí hrudní drenáže. Vedle standardního vyšetření kardiokirurgického pacienta (koronarografie, ultrazvukové vyšetření srdce) vyhodnocujeme rentgenovou dokumentaci. Základem je provedení standardního RTG plic a event. CT (počítačové tomografie) hrudníku a angioCT aorty a pánevních tepen.

Počítačová tomografie

Díky dostupnosti počítačové tomografie (CT) se na mnoha pracovištích, včetně našeho, stala počítačová tomografie standardním vyšetřením pacienta před miniinvazivní přístupem k výkonu na mitrální chlopni. Cílem vyšetření je získat informace, které vedou ke snížení možných peri- a pooperačních komplikací. Umožní naplánování strategie operačního výkonu, především techniky okluze ascendentní aorty a ochrany myokardu [159, 202]. Leonard et al. publikovali metaanalýzu přínosu systematického provádění předoperačního CT u pacientů podstupujících miniinvazivní operaci mitrální chlopně. Četnost pooperační cévní mozkové příhody v souboru, kde bylo rutině prováděno CT vyšetření, byla 1,5 % versus 2,2 %, kde nebylo CT prováděno ($p = 0,03$). V souboru s předoperačním CT vyšetřením byla

zaznamenána nižší operační letalita (0,8 % versus 1,6 %; $p = 0,05$) a nižší četnost pooperační dialýzy (0,8 % versus 2,3 %; $p = 0,02$) [121].

Počítačová tomografie hrudníku: Vyšetření umožňuje získat informace o přesné topografii a abnormalitách hrudní stěny a uvnitř hrudníku. Zaměřujeme se na deformity hrudní stěny, žeber, hrudní kosti. Důležitý je předozadní rozměr mezi hrudní kostí a páteří u pacientů s hrudními deformitami. Malý rozměr může limitovat přístup k mitrální chlopni (omezená elevace levé síně). Velmi důležitá je u obézních pacientů vzdálenost mezi mitrální chlopní a hrudní stěnou (limitace délky pracovních nástrojů). Všíáme si polohy bránice a vztahu kupuly bránice k pravému plicnímu hilu. Poloha plicního hilu k hrudní stěně umožňuje výběr optimálního mezižebří k vlastnímu chirurgickému přístupu. Všíáme si polohy srdce a rotace srdce doleva. Důležité je zhodnocení stupně kalcifikací mitrálního anulu.

Počítačová tomografie aorty a pánevních tepen (angioCT): AngioCT vyšetření se zaměřuje na vyhodnocení rizik spojených s různými typy kanylací pro mimotělní oběh a zvolení strategie okluze vzestupné aorty. Posuzujeme velikost vzestupné aorty (vhodný rozměr pro miniinvazivní přístup obvykle do 40 mm, maximální rozměr pro „endoclamp“ do 40 mm), přítomnost a stupeň aterosklerotických plátů v průběhu celé aorty. Zjišťujeme přítomnost tzv. měkkých plátů a trombů u pacientů s aneurysmatem břišní aorty, které jsou vysoce rizikové v případě periferní kanylace. Může dojít k uvolnění plátu nebo trombů během zavádění vodiče nebo retrográdním tokem během mimotělního oběhu. Zcela zásadní je zhodnocení pánevních tepen a femorálních tepen. Hodnotíme průběh tepny (vinutí, anomální průběh), přítomnost aterosklerotických plátů (stenóza tepny), anomálie tepny (aneurysma tepny), přítomnost lokální disekce nebo pseudoaneurysmatu po předchozí katetrizaci. Důležité je určení velikosti tepny v místě předpokládané kanylace. Odhalení přítomnosti cévních anomálií může zabránit komplikacím v průběhu operačního výkonu (přítomnost perzistující levostranné horní duté žíly, aberantní pravostranné *arteria suclavia*). Neméně důležité je také zhodnocení žilního systému u pacientů s předpokládanou periferní kanylací. AngioCT umožní posoudit přítomnost kaválního filtru v dolní duté žíle (DDŽ) nebo anomální vývoj dolní duté žíly. Toto vyšetření umožní včasné odhalení atrézie DDŽ. Jedná se o velmi vzácnou anomálii s prevalencí 0,3 % v jinak zdravé populaci (0,6–2 % v populaci s kongenitálními kardiovaskulárními abnormalitami). V případě atrézie je DDŽ přerušena nad renální žilou a pod jaterní žilou. Žilní návrat je zajištěn přes dilatovanou *vena azygos*

a vena hemiazygos [38]. K odhalení této žilní anomálie lze využít také transesofageální echokardiografii, jak popisují Pantin et al. a Kuroda et al. [112, 148].

Tabulka 2: Relativní kontraindikace k miniinvazivní chirurgii mitrálních vad

- Významné aterosklerotické postižení pánevních a femorálních tepen (významná stenóza, uzávěr)
- Aterosklerotické postižení vzestupné aorty
- Aortální regurgitace (≥ 2 . stupě)
- Významné aterosklerotické postižení koronárních cév
- Významná systolická dysfunkce levé srdeční komory (EF < 25%)
- Významná dysfunkce pravé srdeční komory
- Plicní hypertenze (> 70 mmHg)
- Dilatace ascendentní aorty (> 40 mm)
- Významné kalcifikace mitrálního anulu
- Deformity hrudní stěny (*kyphoscoliosis*, *pectus excavatum*)
- Patologie v tříselné oblasti (pseudoaneurysma, zánětlivé změny, pooperační změny, stavy po cévních rekonstrukcích apod.)
- Anamnéza operace pravé plíce, pleurální změny vpravo, závažné plicní onemocnění, iradiace v oblasti pravého hemitoraxu

4.2.2. Anesteziologická specifika miniinvazivních přístupů

Ačkoliv je anesteziologická příprava a vedení anestezie v průběhu operace mitrální chlopně miniinvazivním přístupem velmi podobné operaci z mediální sternotomie, má tento typ výkonu některá specifika a vyžaduje od anesteziologa zvláštní přípravu. Z hlediska zajištění a monitorace pacienta v průběhu operace je standardní kanylace levé *arteria radialis* ke kontinuálnímu měření krevního tlaku. Pokud však k okluzi ascendentní aorty používáme tzv. endoclamp, je nutná kanylace obou „radiálních“, popřípadě „brachiálních“ arterií k verifikaci správné pozice balonu v ascendentní aortě. Zvláštní pozornost je věnována endotracheální intubaci. Zde jsou v zásadě dvě možnosti. Standardní endotracheální intubace, která však neumožňuje selektivní ventilaci jedné plíce (levé plíce). Tato technika může být náročná především v začátcích operování miniinvazivním přístupem. Představuje problém především při odvzdušňování srdečních dutin a při krvácivých komplikacích po

ukončení mimotělního oběhu. Druhou možností představuje klasická endotracheální intubace se zavedením bronchiálního „blockeru“ nebo použití biluminální intubace. Tyto techniky umožní selektivní plicní ventilaci (ventilace levé plíce) s kolapsem pravé plíce. Takto je možno zkrátit dobu mimotělního oběhu, zajistit lepší odvětrání srdečních dutin a v případě krvácivé komplikace zastavit krvácení, aniž by tomu bránila ventilovaná pravá plíce. Na mnoha pracovištích se anesteziolog aktivně podílí na zavedení žilní kanyly do *vena jugularis*, jak je uvedeno v kapitole věnované mimotělnímu oběhu.

V průběhu operace s použitím aortálního „endoclampu“ je obvykle nutné věnovat pozornost monitoraci cerebrální oxymetrie a oxymetrie dolních končetin. Cílem je včasná identifikace hypoperfúze mozku při nesprávné pozici balónu v ascendentní aortě nebo ischemie dolní končetiny při periferní kanylaci femorální arterie.

4.2.3. Kanylace a ochrana myokardu během miniinvazivních výkonů na mitrální chlopni

Významným rozdílem miniinvazivních endoskopických přístupů k mitrální chlopni je omezená vizualizace všech srdečních struktur a nemožnost přímého dotyku na jednotlivé srdeční struktury. Důležitá je tak důkladná předoperační příprava a rozvaha a výběr strategie vedení mimotělního oběhu a ochrany myokardu během operace. Cílem je (1) zajistit dokonalou drenáž srdce, (2) zajistit adekvátní systémovou perfuzi, (3) minimalizovat riziko nedostatečné perfúze a cévního poranění a (4) minimalizovat čas mimotělního oběhu a srdeční zástavy.

4.2.3.1. Arteriální kanylace

K zajištění návratu okysličené krve z mimotělního oběhu zpět do cévního systému pacienta je možno použít dvě možnosti. Nejčastěji používaným typem je periferní kanylace *arteria femoralis* s retrográdní perfuzí. Další možností je tzv. antegrádní perfúze, která spočívá v centrální kanylaci vzestupné aorty nebo *arteria axilaris*. Výběr místa kanylace je vždy veden snahou o bezpečnost a minimalizaci vzniku pooperačních komplikací. Důležitým hlediskem je detailní vyhodnocení předoperačního angioCT aorty a pánevních tepen.

Periferní kanylace

Přístup k femorální tepně obvykle spočívá v šikmém řezu cca 3 cm dlouhém v pravém třísele mezi inguinální rýhou a inguinálním ligamentem. Tento řez zajišťuje dobrý přístup k femorálním cévám a je spojen s menším rizikem poranění lymfatických cév v tříselné

oblasti a vzniku pooperační lymfokély oproti řezu vertikálnímu [185]. Obvykle je dostatečná preparace femorální tepny a žíly pouze z ventrální strany. Důležité je provést arteriální kanylaci nad odstupem *arteria profunda femoris*. Podle zvyklosti pracoviště obvykle založíme na ventrální straně *arteria femoralis communis* 1 až 2 cirkulární stehy (5-0 polypropylen). Kanylaci provádíme po adekvátní heparinizaci pod kontrolou jícnové echokardiografie. Seldingerovou metodou zavádíme přes punkční jehlu volně vodič do arteriálního řečiště až do oblasti descendentní aorty. Vodič musí být bezpečně v lumen cévy. Následuje dilatace punkčního místa. Arteriální kanylu zavádíme mimo sklerotické pláty cca 2–5 cm do femorální tepny a jistíme turniketem (Obrázek 5). Výhodou periferní kanylace je její relativní jednoduchost a současné využití preparace v inguinální oblasti ke kanylaci žilního systému. Problematická může být kanylace u obézních pacientů, kde je riziko vzniku ranné infekce (pacienti s chronickým intertrigem v tříselné oblasti). Rizikem je také vznik lymfokély. Mnoho studií hodnotí vliv retrográdní perfuze z hlediska rizika vzniku cévní mozkové příhody. Riziko spočívá v uvolnění mobilních částí ateromatózních plátů z descendentní hrudní aorty.

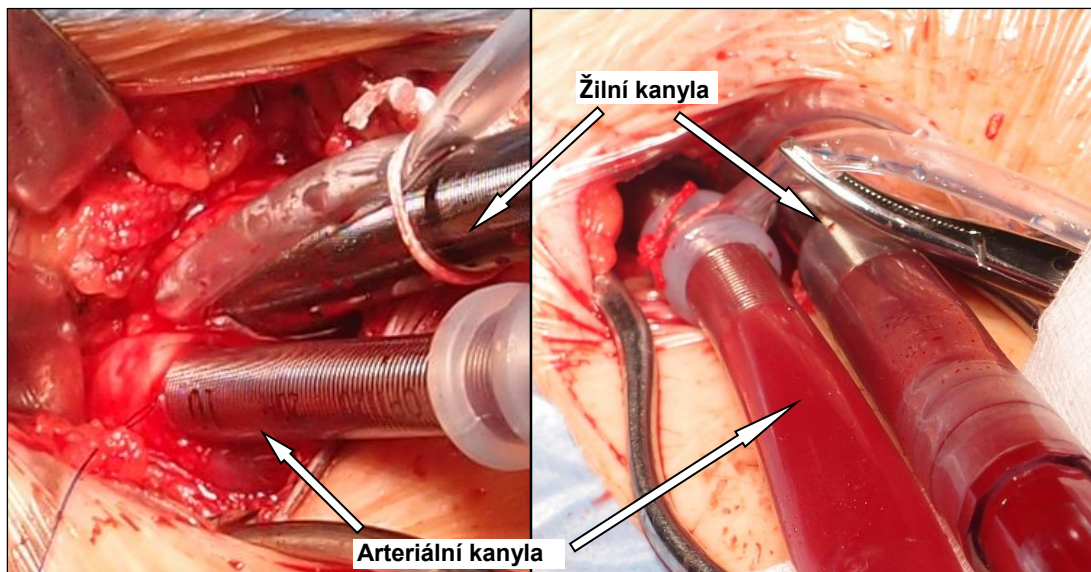
Murzi et al. v retrospektivní studii hodnotí vliv retrográdní a antegrádní perfuze u 1 632 pacientů. U 91,4 % pacientů použili antegrádní perfuzi a u 8,6 % pacientů retrográdní perfuzi. Celková 30denní letalita byla nízká (0,7 %), bez signifikantních rozdílů mezi oběma soubory. Vyšší četnost CMP byla v souboru s retrográdní perfuzí (3,5 % versus 1,1 %; OR = 3,2; $p = 0,005$). U pacienta mladších 70 let však nebyl mezi oběma soubory významný rozdíl zaznamenán (OR = 0,85, $p = 0,24$). V multivariační analýze byla zjištěna asociace mezi akutní CMP a retrográdní perfuzí (OR = 5; $p = 0,07$). Významnou limitací studie byl rozdílný přístup v okluzi vzestupné aorty. U pacientů s antegrádní perfuzí byla výhradně použita zevní okluze vzestupné aorty. V souboru s retrográdní perfuzí byla použita zevní okluze, ale i endoaortální okluze [142].

Grossi et al. v retrospektivní studii analyzují rizikové faktory pro vznik pooperační CMP. Retrográdní perfuze představovala významný rizikový faktor (OR 3,8; $p = 0,001$). Je nutné uvést, že u pacientů s retrográdní perfuzí byl výhradně použit „endoclamp“ [82].

Vedle klasického chirurgického přístupu je alternativou provést arteriální, ale i žilní kanylaci zcela punkční technikou [151, 189]. Cílem je dále snížit invazivitu výkonu a riziko vzniku ranných komplikací. Především pak infekčních komplikací a vzniku lymfokély. Kanylace cév v třísle je prováděna pod ultrazvukovou kontrolou (event. RTG kontrolou). Po provedení punkce femorální tepny je do lumen tepny zaveden systém, který slouží k uzavěru místa

punkce po odstranění arteriální kanyly [151]. Zavedení žilní kanyly je také možné provést punkčně. Po odstranění žilní kanyly je místo punkce pouze komprimováno.

Obrázek 5: Periferní kanylace – zavedená arteriální kanyla do *arteria femoralis* a žilní kanyla do *vena femoralis*



Centrální kanylace

Výhodou centrální kanylace je především zajištění antegrádní perfuze organismu, která zajišťuje fyziologický průtok krve, redukuje riziko embolizace a vznik aortální disekce [142]. Při tomto přístupu se eliminují komplikace spojené s periferní kanylací (pseudoaneurysma, lymfokéla).

U pacientů s významným aterosklerotickým postižením femorálních tepen umožňuje provedení operace z miniinvazivního přístupu. Centrální kanylace, z miniinvazivního přístupu, je však technicky náročnější a může být spojena s obtížným řešením krvácení z místa po kanylaci.

Alternativu přímé centrální kanylace, s ponecháním výhod antegrádní perfuze, představuje kanylace *arteria axilaris*. Tento typ kanylace je výhodný především u pacientů s významným aterosklerotickým postižením femorálních tepen, kde by kanylace byla příliš rizikovou.

Glauber et al. hodnotí dlouhodobé výsledky u 1 604 pacientů. Přímá kanylace vzestupné aorty byla použita u 1 325 (83 %) pacientů. U 89,9 % pacientů byla aorta uzavřena transtorakální svorkou, u 8,1 % pacientů byl použit „endoclamp“. Hospitalizační letalita byla 1,1 %. Akutní aortální disekce, ve spojitosti s použitím „endoclampu“, byla popsána u 4 (0,25 %) pacientů. Četnost CMP byla 2 % a TIA 0,25 %. Konverze pro významné krvácení byla provedena u 1,3 %. Sami autoři přisuzují riziko vzniku CMP a akutní disekce použití retrográdní perfuze a použití „endoclampu“ [76].

Bedeir et al. retrospektivně porovnávali femorální kanylaci a aortální kanylaci u miniinvazivních výkonů. Ze studie vyloučili pacienty, u nichž byl použit „endoclamp“. Femorální kanylace, a tedy retrográdní perfuze, byla spojena s vyšší četností pooperační CMP (5,3 % versus 0,6 %; $p = 0,004$, OR 9,63; $p = 0,032$) [11].

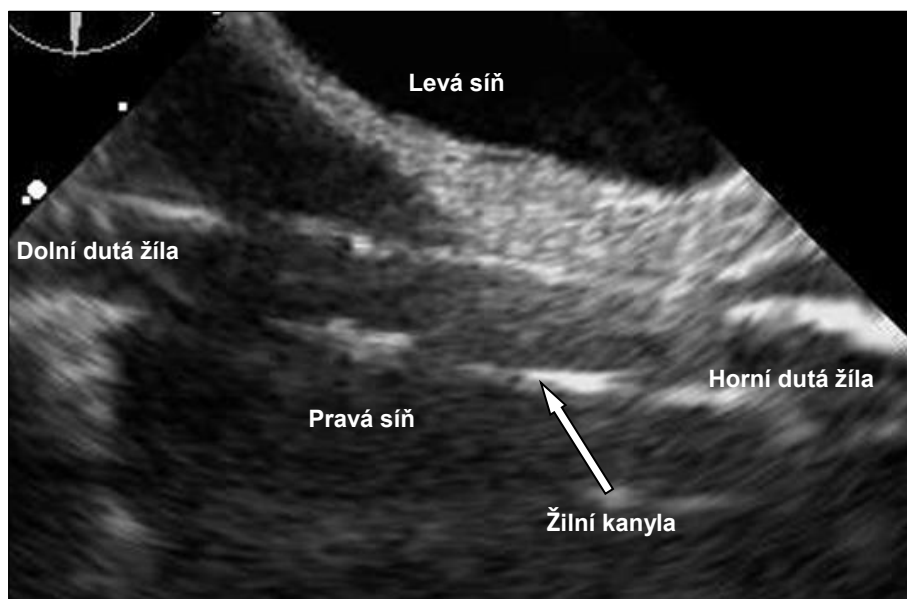
Gammie et al. hodnotili výsledky operací na mitrální chlopni z databáze The Society of Thoracic Surgeons operovaných v letech 2004–2008. Hodnotili také výsledky operací provedených miniinvazivním přístupem a ze sternotomie. V souboru s miniinvazivním přístupem byla vyšší četnost pooperační CMP (OR 1,96; $p < 0,0001$). Femorální kanylace však nebyla spojena s vyšším rizikem CMP (OR 1,39; $p = 0,14$). Vyšší četnost byla při operaci s fibrilací komor nebo na bijícím srdci (OR 3,03; $p = 0,0003$) [66].

4.2.3.2. Žilní kanylace

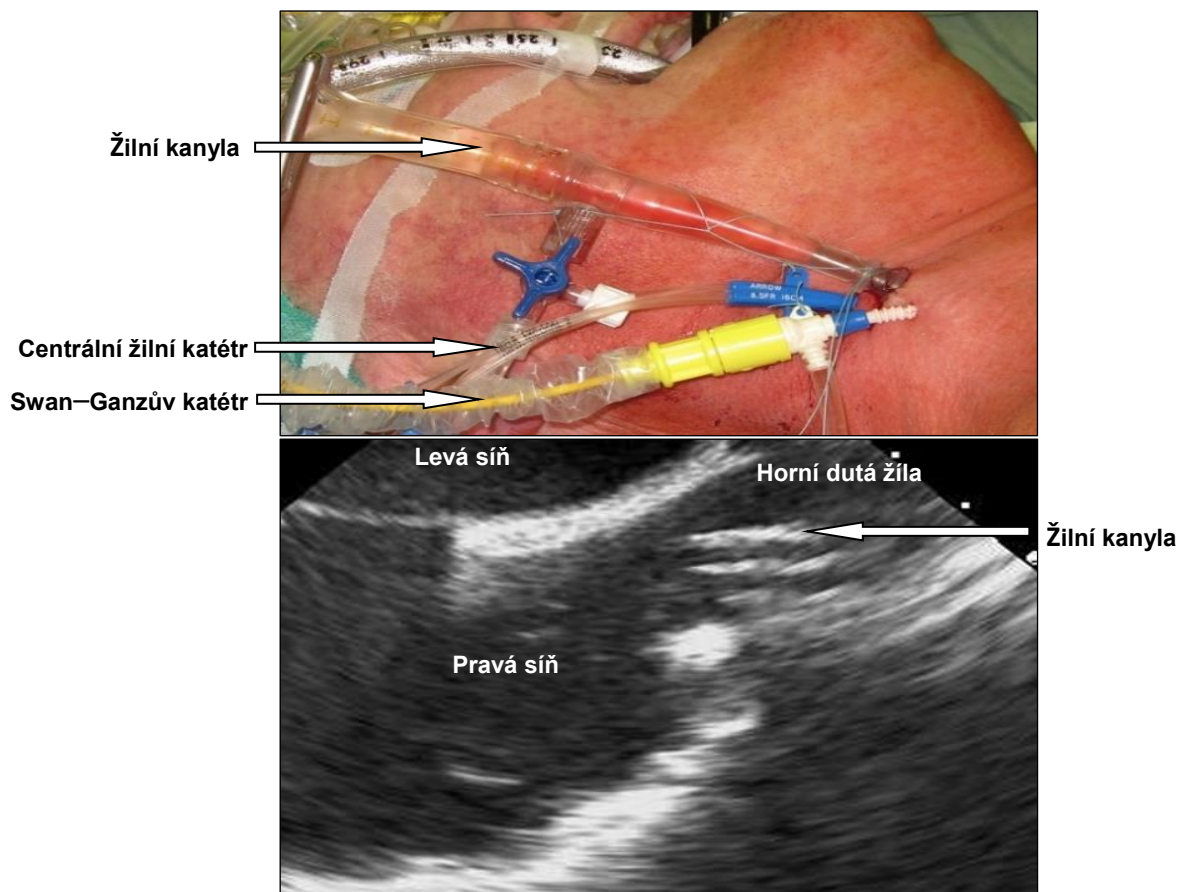
Cílem kanylace žilního systému je zajistit přítok krve do systému mimotělního oběhu k oxygenaci krve a zajistit dokonalou drenáž srdce. Umožnit chirurgovi provedení výkonu na téměř bezkrevném srdci za situace omezené manipulace se srdcem. Žilní drenáž je zajištěna speciálními „vícestupňovitými“ kanylami. Jedná se o dlouhou kanylu, která je zaváděna obvykle přes pravostrannou femorální žílu (Obrázek 6). Po preparaci cév v pravém třísele zakládáme na ventrální povrch *vena femoralis* jeden cirkulární steh (5-0 polypropylen). Pod kontrolou jícnové echokardiografie, Seldingerovou technikou po punkci žíly, zavádíme dlouhý vodič přes dolní dutou žílu do pravé síně a dále až do horní duté žíly. Následuje postupná dilatace stěny žíly a zavedení žilní kanyly. Důležité je umístění konce žilní kanyly v horní duté žíle. Vzhledem k anatomickým poměrům pánevních cév je upřednostňována kanylace pravostranné femorální žíly. Levostranná pánevní žíla může být komprimována ventrálně probíhající pravostrannou *arteria iliaca communis*. K zajištění dokonalé drenáže je možné zavést druhou žilní kanylu. Kanyla je zavedena jugulární žílou do horní duté žíly,

končí při ústí horní duté žíly do pravé síně (Obrázek 7). Kanylaci obvykle provádí sám anesteziolog nebo ve spolupráci s chirurgem. Tato technika „bikavální“ kanylace zajišťuje dokonalou drenáž a je výhodná především u pacientů, kteří podstupují konkomitantní výkon na trikuspidální chlopni nebo mezisíňovém septu. Zajištění žilní drenáže pouze kanylací femorální žíly je obvykle dostatečné u menších pacientů (váha do 95 kg, výška do 190 až 195 cm) ve spojení s VAVD drenáží (Vacuum Assisted Venous Drainage). Takto je možné zajistit adekvátní drenáž i u výkonů v pravé srdeční síni. K žilní drenáži v tomto případě využíváme speciální tzv. dvoustupňovou kanylu [191].

Obrázek 6: Zavedená žilní kanyla do pravé síně a horní duté žíly (ultrazvukový obraz)



Obrázek 7: Žilní kanyla zavedená perkutánně do horní duté žíly přes vena jugularis (dole ultrazvukový obraz)



4.2.3.3. Ochrana myokardu během miniinvazivních přístupů

Kardioplegická srdeční zástava

Cílem kardioplegické srdeční zástavy je ochrana myokardu během srdeční zástavy a zajištění optimálního operačního pole během výkonu (bezkrvné, nepohybující se). V případě miniinvazivních výkonů na mitrální chlopni je nutné přizpůsobit strategii a výběr typu srdeční zástavy dalším faktorům, které u klasického přístupu ze sternotomie nemusí představovat zásadní roli. Základní principy ochrany myokardu jsou však stejné a hrají důležitou roli v dalším pooperačním průběhu pacienta. Základní způsoby aplikace kardioplegického roztoku, které používáme při miniinvazivních operacích na mitrální chlopni, jsou tyto:

a) Antegrádní kardioplegie

V případě miniinvazivních výkonů existují dva způsoby aplikace kardioplegického roztoku. Tak jako u mediální sternotomie je možné aplikovat kardioplegický roztok přímo do vzestupné aorty speciální dlouhou kanylou, která je obvykle vyvedena přes hrudní stěnu. V tomto případě se k okluzi vzestupné aorty používá zevní okluze. Nevýhodou může být obtížně řešitelné krvácení z místa punkce vzestupné aorty. Riziko představuje především dilatace ascendentní aorty s oslabenou stěnou aorty. Další možností aplikace kardioplegického roztoku je použití tzv. endoclampu (vnitřní okluze vzestupné aorty pomocí balonu). K podání kardioplegického roztoku dochází skrze katétr a endoaortální balon přímo do kořene vzestupné aorty. Nevýhodou je delší čas podání, vyšší tlak v úzkém katétru během podávání roztoku nebo riziko migrace balonu.

b) Retrográdní kardioplegie

Alternativou je podávání kardioplegického roztoku retrográdním způsobem. S výhodou lze této techniky použít tam, kde by bylo antegrádní podání příliš rizikové (komplikace spojené s aplikací kardioplegie do vzestupné aorty, aortální regurgitace ≥ 2 . stupně). Lebon et al. prokázali srovnatelnou ochranu myokardu v porovnání s kombinovanou antegrádní a retrográdní aplikací. V této studii nebyl zaznamenán rozdíl v četnosti perioperačního infarktu myokardu, vzniku maligních arytmií nebo komplikovaného „weaning“ z mimotělního oběhu [118]. Kanylu pro retrográdní podání lze zavést přímo do ústí koronárního sinu přes pravou srdeční síň. Alternativou chirurgického zavedení katétru do koronárního sinu je perkutánní zavedení katétru. Tento výkon provádí anesteziolog pod ultrazvukovou kontrolou nebo v kombinaci se skiaskopickým zobrazením [113]. Lebon et al. uvádějí až 97,9% úspěšnost zavedení katétru perkutánní cestou. Adekvátní ochrany bylo dosaženo v 74,2 %. Rizikem retrográdní kardioplegie je neadekvátní ochrana pravé srdeční komory u příliš hluboko zavedené kanyly (okluze *vena cordis media*) [160].

Specifické kardioplegické roztoky v miniinvazivní kardiouchirurgii

Při operacích mitrální chlopně z miniinvazivního přístupu se používají různé typy kardioplegických roztoků, tak jako při výkonu z mediální sternotomie. Podle typu složení dělíme kardioplegické roztoky na „krystaloidní“ a „krevní“. Podle teploty roztoku pak na „studené“ a „teplé“ kardioplegické roztoky. Při miniinvazivním způsobu se však, vzhledem k rozdílnému přístupu k srdci a s tím spojeným odlišnostem, využívají „studené“

kardioplegické roztoky. Především v posledních letech jsou to roztoky, u kterých není nutné opakované podávání. Doba tzv. bezpečné srdeční zástavy se u těchto typů plegie pohybuje až kolem 120 minut po podání úvodní dávky. Podle typu složení je dělíme na tzv. „extracelulární typ“ (vysoká koncentrace kalia, magnezia) a „intracelulární typ“ (nízká koncentrace kalia).

Specifickým typem intracelulárního roztoku je tzv. histidine-tryptofan-ketoglutarát (HTK) roztok (Custodiol®), který popsal v roce 1975 Hans J. Bretschneider z Univerzity Göttingen (Německo) [21]. Výhodou při miniinvazivních výkonech je možnost jednorázového podání a dlouhá doba protekce myokardu (až 2–3 hodiny). To umožňuje provádět komplexní výkony bez nutnosti opakovaného podávání, které je při miniinvazivním výkonu vždy komplikovanější a prodlužuje délku srdeční zástavy [22, 69, 70]. Dalšími přednostmi tohoto typu plegie jsou: potenciálně lepší ochrana myokardu (stabilizace intracelulárního pH proteinovou pufrací kapacitou histidinu), rychlejší recovery biochemických a mechanických vlastností myokardu, endoteliální protekce [111, 200]. Nevýhodou popisovaného roztoku je vznik hemodiluce a významné hyponatremie po podání standardní dávky (cca 25 ml kg⁻¹) tohoto roztoku. Především pokud je roztok odsáván do systému mimotělního oběhu. Zajímavým zjištěním je, že ačkoliv se jedná o významnou hyponatremii, celková osmolalita krve je v průběhu mimotělního oběhu zachována. Jedná se tedy o tzv. izotonickou hyponatremii. Korekce hyponatremie není všeobecně doporučována z důvodu rizika následné hyperosmolality v pooperačním průběhu se všemi negativními dopady [128, 130].

Guru et al. v metaanalýze 34 studií porovnávající krevní kardioplegii a krystaloidní kardioplegii nezjistili významný rozdíl mezi oběma soubory v perioperačním infarktu myokardu nebo úmrtí. Podání krevní kardioplegie bylo spojeno s nižší četností syndromu nízkého srdečního výdeje (OR 0,54, $p = 0,006$) a nižší koncentrací kreatininkinázy (CKMB) v časném pooperačním období ($p = 0,007$). Ve většině studií se však jednalo o operace pro ischemickou chorobu srdeční [83]. Edelman et al. hodnotili výsledky 14 studií porovnávajících krevní a krystaloidní kardioplegii. V této studii nebyl zjištěn významný rozdíl v letalitě, koncentraci kreatininkinázy (CKMB) nebo výskytu komorových arytmií [59]. De Palo et al. porovnávají krevní a krystaloidní roztok u miniinvazivních operací na mitrální chlopni. Nebyl zjištěn rozdíl v koncentracích enzymů myokardiálního poškození ($p = 0,245$), v letalitě nebo výskytu komorových arytmií. Oba typy roztoku zajišťovaly dobrou ochranu myokardu během srdeční zástavy [54]. K obdobným závěrům s použitím krystaloidní

kardioplegie při výkonech na mitrálních chlopni došli Braathen et al. [16] a Hummel et al. [90].

4.2.3.4. Transtorakální okluze vzestupné aorty

Okluze vzestupné aorty je provedena pomocí speciální svorky, které uzavírá vzestupnou aortu zevně. Existuje několik variant zavedení svorky. Svorka se může zavádět samostatným přístupem nebo portem do hrudníku (např. Chitwoodova svorka), nebo se jedná o svorku s flexibilní částí zaváděnou operační ranou používanou k přístupu k mitrální chlopni (např. „Cygnets“ flexibilní svorka) [93, 99]. Alternativu představuje tzv. odpoutatelná svorka, která zůstává umístěna v průběhu srdeční zástavy na vzestupné aortě („Glauberova“ svorka). Výhodou této svorky je, že nebrání v zorném poli a není v kolizi s endoskopem během operace [76]. Výhodou transtorakální okluze je její relativní jednoduchost v aplikaci na vzestupnou aortu, pro chirurga metoda obdobná jako u mediální sternotomie. Svorku lze sterilizovat, a nespornou výhodou jsou tedy nízké finanční náklady při opakovaném použití (viz Tabulka 3).

4.2.3.5. Endoaortální okluze vzestupné aorty

V 90. letech 20. století byl na Stanfordské univerzitě (USA) vyvinut program tzv. Heart Port systému, který měl umožnit provádět plně endoskopické operace v kardiologii s použitím mimotělního oběhu. V dalších letech se spíše hovoří o „Port Access“ systému, který se skládá z „endoclampu“, endovazálně zaváděného katétru určeného k okluzi vzestupné aorty. Dalšími součástmi „Port Access“ systému jsou katétry určené k perkutánní aplikaci retrográdní kardioplegie nebo „ventování“ z *arteria pulmonalis*, kanyly určené ke kanylaci femorálních cév a k přímé kanylaci vzestupné aorty.

K uzavěru vzestupné aorty je využit speciální balon, který je umístěn na konci dlouhého katétru (Obrázek 8). Hovoříme o tzv. endoclampu. Celý systém je zaváděn přes arteriální perfuzní kanylu v třísele. Kanyla má boční vstup s chlopní pro zavedení katétru. Celý systém umožňuje okluzi vzestupné aorty a zároveň aplikaci kardioplegického roztoku do kořene aorty pod nafouknutým balonem. Limitací pro dnes komerčně dostupný systém k endoaortální okluzi (IntraClude™ Intra-Aortic Occlusion Device, Edwards Lifesciences, Irvine, CA, USA) je maximální průměr vzestupné aorty ≤ 40 mm.

Výhodou je aplikace plegického roztoku bez nutnosti punkce aorty. Eliminuje se riziko krvácení a komplikace s uzávěrem místa po punkci vzestupné aorty. Endoluminálně zavedený katétr neinterferuje se zorným polem chirurga. Zavedení katétru před zahájením mimotělního pole může zkrátit délku mimotělního oběhu. S výhodou se endoaortální okluze využívá u reoperací na mitrální chlopni. Odpadá nutnost preparace vzestupné aorty, a tedy riziko poranění aorty. Zavedení katétru přes arteriální perfuzní kanylu redukuje efektivní velikost (efektivní plocha průtoku) arteriální kanyly. To může vést k vzestupu tlaku v arteriální lince mimotělního oběhu nebo neadekvátní perfuzi mimotělním oběhem. Především u pacientů s nepoměrem mezi kalkulovaným minutovým průtokem a malým průměrem femorální tepny je nutná kanylace druhé femorální tepny. Do této tepny je možné zavést již slabší kanylu, která se používá pouze pro zavedení katétru. Pro správný efekt endoaortální okluze je důležitá správná a stabilní poloha balonu ve vzestupné aortě. Distální migrace balonu v průběhu operace může způsobit uzávěr *truncus brachicephalicus* a vznik ischemie mozku. K časnému odhalení distální migrace je nutná simultánní invazivní monitorace tlaku v obou „radiálních“ tepnách. Optimální je také monitorace pomocí mozkové *oxymetrie*. Při proximální migraci balonu dochází k posunu směrem k aortální chlopni. Může dojít k okluzi ústí koronárních tepen a nerovnoměrné aplikaci kardioplegického roztoku nebo k poranění aortální chlopně. Při proximální migraci se zhoršuje přehlednost v operačním poli, především v oblasti levého fibrózního trigona. Při příliš proximální poloze balonu může dojít k perforaci balonu při zakládání stehu do anulu mitrální chlopně. K ruptuře balonu může také dojít při přítomnosti výrazných kalcifikátů ve stěně vzestupné aorty. Nevýhodou jsou také vyšší pořizovací náklady katétru a delší „learning-curve“ této metody okluze.

Obávanými komplikacemi použití „endoclampu“ jsou cévní mozková příhoda a disekce aorty. Casselman et al. analyzují výsledky použití „endoclampu“ u 306 pacientů. Perioperační akutní aortální disekce byla popsána u dvou pacientů (0,7 %). Akutní CMP se vyskytla u jednoho pacienta (0,3 %) [37].

Kowalewski et al. v metaanalýze porovnávají „endoclamp“ a transtorakální okluzi. Autoři uvádějí vyšší četnost aortální disekce při použití „endoclampu“ (0,93 % versus 0,13 %, RR 4,67; $p = 0,004$). V této metaanalýze nebyl zaznamenán významný rozdíl v četnosti perioperační CMP mezi oběma soubory (RR 1,26; $p = 0,44$) [109].

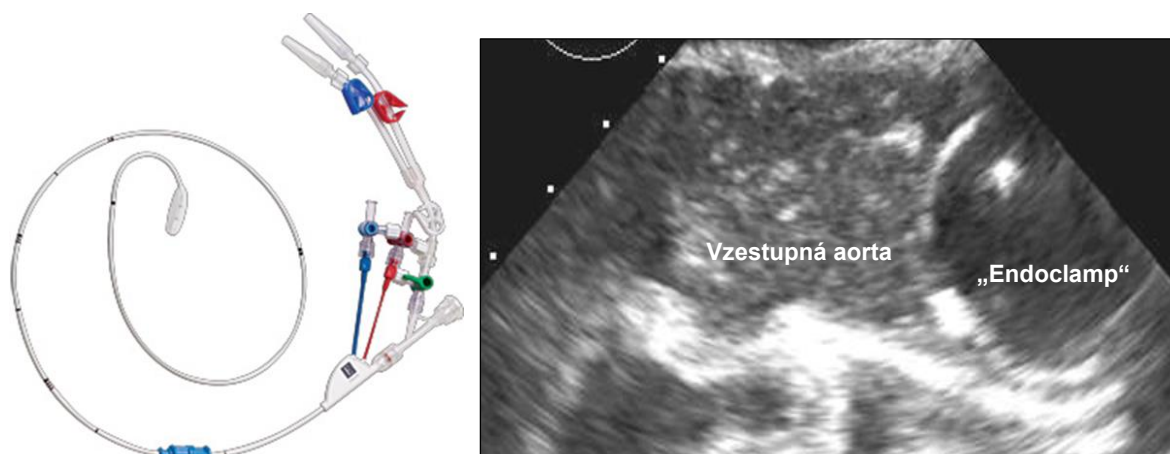
V metaanalýze výsledků miniinvazivních operací na mitrální chlopní (versus sternotomie) The International Society of Minimally Invasive Cardiac Surgery (ISMICS) bylo zjištěno vyšší riziko pooperační CMP ve studiích, kde byl použit „endoclamp“ (RR 1,84; $p = 0,0002$) [61].

K obdobnému závěru došli autoři Sündermann et al. v metaanalýze z roku 2014. U pacientů, u kterých byl použit „endoclamp“, bylo riziko vzniku CMP vyšší než u pacientů operovaných ze sternotomie (RR 1,89; $p = NS$). U pacientů s transtorakální okluzí byla četnost naopak nižší v miniinvazivním souboru (RR 0,39; $p < 0,001$) [180].

Mezine et al. porovnávají dvě techniky okluze vzestupné aorty použité u 259 pacientů. U pacientů s použitím „endoclampu“ byl zaznamenán delší čas operace ($p < 0,001$), delší čas mimotělního oběhu ($p < 0,001$) a srdeční zástavy ($p < 0,001$). V souboru s použitím „endoclampu“ byla zaznamenána jedna CMP versus dvě CMP v souboru s transtorakální okluzí ($p = 0,578$). V celém studii byla pouze jedna disekce aorty v souboru s „endoclampem“ ($p = 1,0$) [133].

Nejnovější studii srovnávající endoaortální a transtorakální okluzi publikovali Rival et al. Autoři této metaanalýzy nezjistili vyšší četnost CMP v souboru s endoaortální okluzí. Nižší četnost disekce aorty byla zaznamenána v souboru s transtorakální okluzí (RR 0,33; $p = 0,04$) [156].

Obrázek 8: „Endoclamp“ před zavedením a po zavedení do vzestupné aorty (ultrazvukový obraz)



4.2.3.6. Fibrilace komor nebo srdeční akce

Důvodem použití techniky operace s fibrilací komor (nebo srdeční akcí) je vyhnout se srdeční zástavě a aortální okluzi. Mnoho studií však popisuje vyšší riziko cévní mozkové příhody v pooperačním období v porovnání s operací s aortální okluzí a srdeční zástavou [66]. Příčinou vyšší četnosti cévní mozkové příhody může být vzduchová embolizace (vytlačení vzduchu z levé komory do vzestupné aorty). Tato techniky má řadu nevýhod. V případě aortální regurgitace se chirurgické pole stává nepřehledné. To je zcela zásadní především u miniinvazivních technik. Větší retrakce a elevace levé síně se může podílet na vzniku dočasné aortální regurgitace, která vyústí ve velký krevní návrat do levé komory. S výhodou se však tato technika používá u pacientů podstupující reoperaci. Především u pacientů s průchodnými štěpy a po předchozí chlopenní operaci [4, 157, 167].

Tabulka 3: Porovnání různých typů okluze ascendentní aorty a operace bez okluze [1]

	Transtorakální okluze	Endoaortální okluze	Fibrilace komor
Účinnost aortální okluze	Vždy	Možnost migrace do oblouku	Bez okluze
Použití při reoperaci	Obtížné	Ideální technika	Použitelná technika
Přístup k mitrální chlopni	Optimální (při aortální regurgitaci)	Optimální	Suboptimální
Kolize v operačním poli	Příležitostně	Není	Není
Riziko poranění vzestupné aorty	Riziko adventiciálního hematomu	Riziko aortální disekce	Není
Riziko poranění	<i>Arteria pulmonalis</i> , ouško levé síně	Není	Není
Riziko nedostatečného odvodušnění	Adekvátní odvodušnění	Adekvátní odvodušnění	Riziko embolizace
Learning curve	Mírná	Zvýšená	Krátká
Cenové náklady	+	+++	Nejsou

4.2.4. Specifické komplikace miniinvazivního přístupu při operaci mitrální chlopně

Miniinvazivní přístup, rozdílná technika kanylace a vedení mimotělního oběhu s sebou nesou i vznik některých specifických komplikací. Během operace z miniinvazivního přístupu je nutno myslet na možný vznik těchto komplikací a snažit se minimalizovat jejich vznik. Problematika vzniku nejzávažnějších komplikací, kterými jsou akutní aortální disekce a cévní mozková příhoda, úzce souvisí s technikou kanylace pro mimotělní oběh, vedením mimotělního oběhu a okluzí vzestupné aorty. Obě komplikace proto byly široce diskutovány v kapitole 4.2.3.

Reexpanzní plicní edém

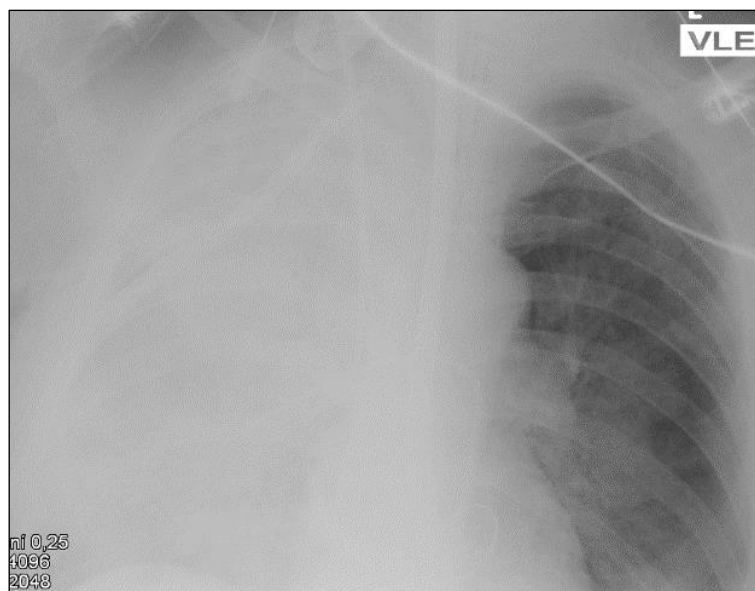
Jednostranný reexpanzní plicní edém je vzácná, ale život ohrožující komplikace, která může vzniknout po reexpanzi kolabované plicní tkáně především u pacientů, kde byla během výkonu použita selektivní plicní ventilace. Četnost se v literatuře liší dle zvolených diagnostických kritérií a v závislosti na způsobu diagnostiky. Diagnostika je založena na RTG plic (Obrázek 9) nebo na klinické manifestaci plicního edému s nutností odsávání velkého množství tekutiny z pravostranných dýchacích cest. Keyl et al. uvádějí 7,9% četnost radiodiagnosticky zřejmého a 1,5% četnost klinicky manifestního reexpanzního plicního edému u pacientů po miniinvazivním výkonu na mitrální chlopni [107]. Yamashiro et al. uvádějí četnost 5 % [199].

Je popisováno několik faktorů, které se podílejí na vzniku jednostranného plicního edému v návaznosti na reexpanzi plicní tkáně. Jako příčina plicního edému se uvádí zvýšená permeabilita plicních kapilár v důsledku poškození alveolo-kapilární membrány a ischemicko-reperfuzního poškození. Dochází k sekvestraci leukocytů v plicní tkáni a produkci chemických mediátorů (neutrofilní elastáza) [199]. Výsledkem je zánětlivá reakce, ke které dochází při rychlé reexpanzi plicní tkáně a následné reperfuzi. Tato reakce může být u kardiologického pacienta podpořena generalizovanou zánětlivou reakcí, která vzniká v návaznosti na použití mimotělního oběhu [106]. Někteří autoři uvádějí vyšší riziko vzniku reexpanzního plicního edému pravé plíce v důsledku změn v plicní tkáni vzniklých excentrickým regurgitačním proudem přes mitrální chlopně, který směřuje do ústí pravostranných plicních žil [178, 195]. Keyl et al. uvádějí nižší riziko vzniku edému u pacientů

s peroperačním podáním dexametazonu (OR 0,28; $p = 0,001$) a vyšší riziko vzniku u pacientů s diabetes mellitus (OR 3,17; $p = 0,04$) nebo při transfuzi plazmy (OR 2,31; $p = 0,045$) [107]. Zásadní jsou preventivní opatření a eliminace rizikových faktorů, které se mohou podílet na vzniku reexpanzního edému. Je doporučováno vyhnout se hyperinflaci plicní tkáně, hyperoxygenaci, zkrátit délku kolapsu plicní tkáně nebo omezit mechanickou traumatizaci plicní tkáně [89].

Léčba reexpanzního plicního edému závisí na jeho stupni. Od konzervativního postupu s restrikcí tekutin a dialýzou až po léčbu těžkého stupně plicního edému. Zde je nutná ventilace s protekcí plicní tkáně. U některých pacientů je nutná selektivní ventilace pravé plíce. U pacientů s nestabilitou oběhu může dojít až k zavedení srdeční podpory (ECMO).

Obrázek 9: RTG obraz pravostranného reexpanzního plicního edému



Konverze na sternotomii

Během operace se mohou vyskytnout komplikace, které se jen obtížně řeší z miniinvazivního přístupu. K vyřešení vzniklých komplikací je nutné provést konverzi na mediální sternotomii. Vollroth et al. z Lipska publikovali studii, ve které se zabývají nejčastějšími příčinami konverze a pooperačním průběhem u této specifické skupiny pacientů po konverzi na sternotomii [190]. Peroperační konverze na sternotomii byla provedena u 1 % pacientů. Nejčastější příčinou konverze bylo významné krvácení (52,9 %). Zdrojem obtížně řešitelného krvácení

bylo nejčastěji poranění ouška levé síně, apexu levé komory a vzestupné aorty. Další častou příčinou konverze byly závažné pleurální adheze (17,6 %) nebo aortální disekce typu A (14,7 %). V závěru autoři konstatují, že konverze je málo častá komplikace miniinvazivního přístupu, je ale spojena s vysokou 30denní letalitou (až 23,5 %) [190]. 30denní letalita pro všechny pacienty byla pouze 0,8 % [53].

Mazine et al. v retrospektivní studii srovnávali dva typy aortální okluze během miniinvazivní operace na mitrální chlopni. Autoři zjistili významně vyšší riziko konverze v souboru, kde byla použita intraaortální okluze vzestupné aorty (7,1 % versus 0 % transtorakální svorka; $p = 0,006$). Nejčastější příčinou byla dysfunkce „endoclampu“ a větší krvácení [133]. Publikované údaje o počtu konverzí v různých studiích shrnuje Tabulka 4.

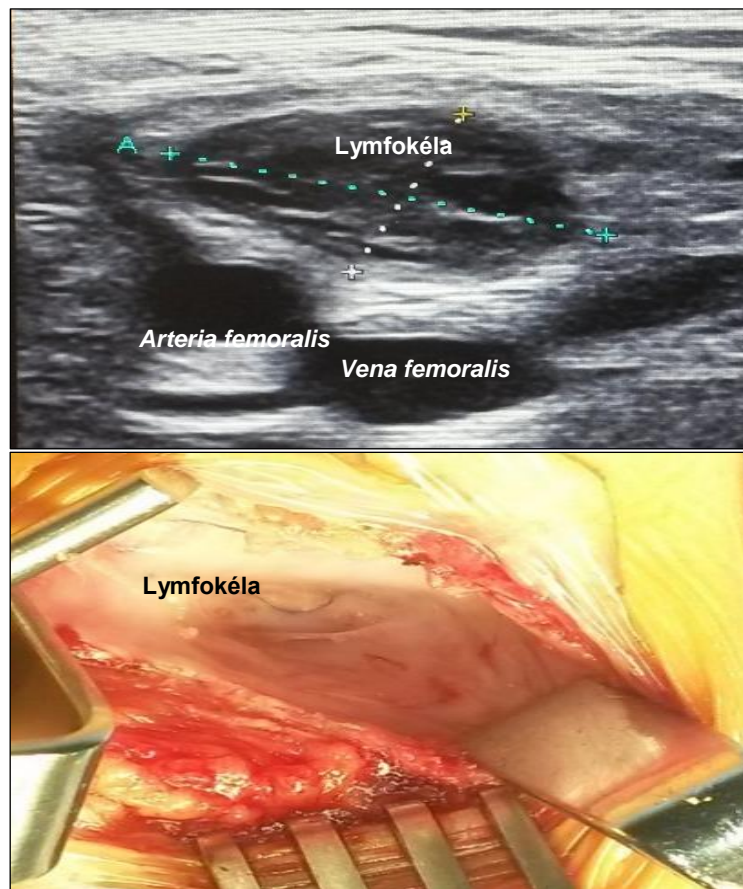
Tabulka 4: Publikované údaje o riziku konverze na sternotomii

Autor	rok	n	konverze
Casselman et al.	2003	306	2,0 %
Aybek et al.	2006	241	2,9 %
Cheng et al.	2011	866	3,7 %
Vollroth et al.	2012	3 125	1,0 %
Mazine et al.	2013	243	4,1 %
Glauber et al.	2015	1 604	2,1 %
Murzi et al.	2017	1 562	2,1 %

Lymfokéla a lymfatická píštěl

Preparace femorálních cév může být spojena se vznikem pooperačních komplikací. Mezi ně obvykle patří iritace femorálního nervu, serom a lymfokéla (Obrázek 10) nebo lymfatická píštěl. Serom v tříse patří mezi nejčastější komplikace miniinvazivního přístupu. Lamelas et al. uvádějí četnost 6,58 % [115]. V metaanalýze, kterou publikovali Cheng et al., byla četnost komplikovaného hojení v tříse 2 % (RR 5,62; $p = 0,02$) [91, 152]. Při poranění lymfatických cév může dojít ke vzniku lymfokély nebo lymfatické píštěle s publikovanou četností 0,9–4,6 % [2, 8, 37]. Léčba obvykle spočívá v punkci lymfokély s kompresí třísla. Při recidivách je nutná revize rány a pečlivá resutura rány s uzávěrem poraněných lymfatických cest.

Obrázek 10: Ultrazvukový obraz lymfokély a peroperační nález chronické lymfokély



Poranění femorální tepny, pseudoaneurysma femorální tepny

Periferní kanylace femorálních cév může být spojena s dalším typem komplikací. Především při kanylaci femorální tepny může dojít k akutní perforaci, ruptuře tepny nebo ke vzniku intimální trhliny s retrográdní disekcí tepny. V pooperačním období může vzniknout v místě kanylace pseudoaneurysma.

Jeanemart et al. v retrospektivní studii zahrnující 978 pacientů sledovali četnost cévních komplikací u miniinvazivních operací s periferní kanylací. Celková četnost všech periferních cévních komplikací byla 1 % (44,4 % peroperačních a 63,6 % vzniklých v pooperačním průběhu). Četnost aortálního poranění byla 0,9 % (aortální disekce 0,8 %, perforace aorty 0,1 %) [100].

Lamelas et al. v retrospektivní studii zahrnující 2 645 pacientů studovali komplikace spojené s periferní kanylací pro mimotělní oběh u různých typů miniinvazivních srdečních operací. Autoři uvádějí velmi nízkou četnost cévních komplikací, která byla 0,07 % (pseudoaneurysma, disekce) [115].

Kowalewski et al. v metaanalýze 17 observačních studií zahrnujících 6 643 pacientů porovnali výsledky různých typů aortální okluze. Autoři dokumentovali nízkou četnost periferních cévních komplikací. Použití endoaortální okluze bylo spojeno s vyšší četností ischemie dolní končetiny (0,47 % versus 0,2 % transtorakální okluze, RR 5,15; $p = 0,12$) [109].

Paréza *nervus phrenicus*

K poranění *nervus phrenicus* může dojít během miniinvazivního přístupu k mitrální chlopni přílišným tahem perikardiálních „retrakčních“ stehů, které se používají k zajištění lepšího přístupu k levé síni. K lézi *nervus phrenicus* může dojít také během incize perikardu. Především při nedostatečné identifikaci průběhu nervu na povrchu perikardu. Potenciálním rizikem je také kryoablace pro fibrilaci síní. Během ablace může dojít k lézi v důsledku blízkosti pravého *nervus phrenicus* a pravostranných plicních žil. Následkem poranění nervu je trvalá nebo přechodná paréza pravé části bránice (Obrázek 11) a zhoršení respiračních parametrů.

Raanani et al. v retrospektivní studii popisují 8% četnost elevace bránice u pacientů operovaných miniinvazivně (8 % versus 0 % sternotomie; $p = 0,008$) [152].

V metaanalýze, kterou publikovali Cheng et al., byla zaznamenána vyšší četnost pooperační parézy *nervus phrenicus* u pacientů operovaných miniinvazivním přístupem (3 % versus 0 % sternotomie, RR 7,61; $p = 0,02$). Je nutné uvést, že pouze limitovaný počet studií uvádí četnost této pooperační komplikace [61, 91].

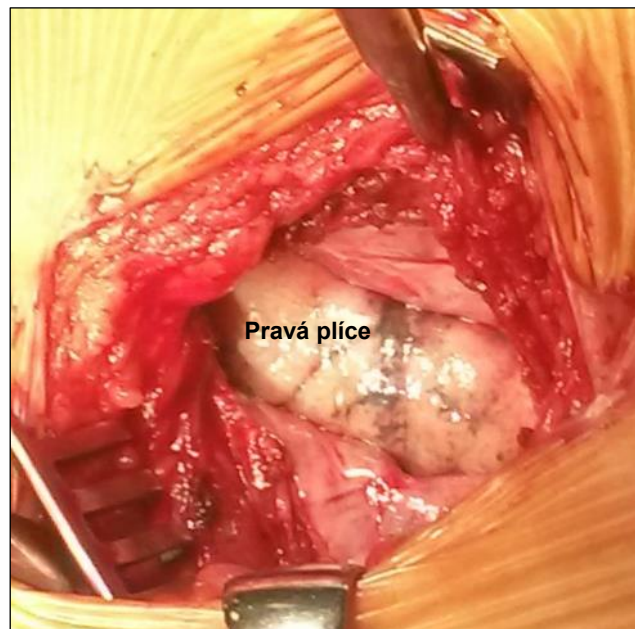
Obrázek 11: RTG obraz pravostranné parézy *nervus phrenicus*



Herniace plicní tkáně

O herniaci plicní tkáně u pacientů po miniinvazivním přístupu hovoříme v případě vyklenutí části plicní tkáně defektem hrudní stěny v místě původní minitorakotomie (krytý podkožím a kůží) (Obrázek 12). Jedná se o ojedinělou komplikaci, která není obvykle v literatuře uváděna. Klinicky se projevuje dobře ohraničeným vyklenutím v podkoží v oblasti původní minitorakotomie, které se zvětšuje při kašli a Valsalvově manévru. Vzniká obvykle na podkladě přílišné peroperační distenze mezižebního prostoru retractorom, nedostatečné sutury jednotlivých vrstev tkání nebo při infekci v ráně. V časném pooperačním období se na vzniku podílí usilovný kašel nebo zvedání těžkých břemen. Vyklenutí může doprovázet bolest v místě defektu. V pokročilém stavu se může projevovat opakovanými infekcemi. Diagnostika je založena na klinickém vyšetření, kdy je obvykle dobře hmatný defekt v mezižebří. Defekt hrudní stěny a herniace plicní tkáně je dobře zobrazitelná na CT hrudníku. Operační řešení spočívá v repozici plicní tkáně do hrudníku, sblížení mezižebního prostou vstřebatelným stehem a v pečlivé sutuře jednotlivých vrstev nad defektem. Při větším defektu je nutná implantace záplaty [6].

Obrázek 12: Peroperační nález herniace plicní tkáně a defektu hrudní stěny



4.2.5. Miniinvazivní přístup při reoperacích na mitrální chlopni

Operace na mitrální chlopni po předchozí srdeční operaci představuje technicky výrazně složitější typ operace oproti „primooperaci“. Během re-sternotomie je vyšší riziko poranění cévních struktur, jako např. *vena brachiocephalica*, vzestupné aorty, pravé srdeční komory nebo koronárních štěpů.

Přístup k mitrální chlopni z pravostranné minitorakotomie má několik praktických výhod. Není nutné provádět re-sternotomii, která může být riziková především u pacientů s vytvořenými srůsty pravé komory ke sternu. U minitorakotomie není nutná rozsáhlá preparace srdečních struktur. U pacientů s průchozími štěpy na koronární tepny se snižuje riziko poranění štěpů. Miniinvazivní přístup je spojen s menšími krevními ztrátami, nižší spotřebou transfuzí, nižší četností ranných komplikací, celkovou morbiditou a délkou pooperační hospitalizace [24, 36, 131].

Kombinace miniinvazivního přístupu a reoperace může měnit strategii vedení mimotělního oběhu a ochrany myokardu. Obvyklým přístupem je kanylace cév v třísele. Zavedení dlouhé žilní kanyly přes dolní dutou žílu, pravou síň až do horní duté žíly. Výhodné je také zavedení žilní kanyly přes jugulární žílu do horní duté žíly. Tzv. bikavální žilní drenáž a VAVD zajišťují optimální žilní drenáž. Biluminální intubace s kolapsem pravé plíce je výhodná u pacientů s adhezemi pravé plíce k hrudní stěně a perikardu. Rozrušení adhezí může představovat významnou komplikaci. Může dojít k poranění pravé plíce, které může vést ke konverzi na „resternotomii“. U pacientů se současným výkonem na trikuspidální chlopni je možné uzavřít horní a dolní dutou žílu pomocí turniketů, naložením cévních svorek nebo endoluminálně zavedenými katétry s balony [29, 36].

Během miniinvazivního přístupu je několik možností uzavěru vzestupné aorty a ochrany myokardu. Casselman et al. publikovali velmi dobré zkušenosti s reoperacemi u 80 pacientů, u kterých používali endoaortální okluzi pomocí „endoclampu“. Výhodou tohoto postupu je pouze limitovaná preparace srdečních struktur. Není nutná preparace vzestupné aorty [36]. K uzavěru vzestupné aorty je možné použít také transtorakálně zavedenou svorku. Zvyšuje se však riziko poranění a krvácení během preparace vzestupné aorty [167]. Další metodou, kterou publikovalo mnoho autorů, je operace s navozenou fibrilací komor. Obvykle je operace a mimotělní oběh veden v systémové hypotermii (26–30 °C). Riziko této metody spočívá v možnosti vzduchové embolizace a vzniku CMP. Losenno et al. publikovali výsledky s reoperacemi na mitrální chlopni. Autoři této studie nezjistili vyšší četnost neurologických

komplikací v porovnání se sternotomií (8 % versus 7 %; $p > 0,99$) [131]. Ke stejným závěrům došli autoři z Michiganské university ve studii porovnávající operace s fibrilací komor a na běžícím srdci bez zástavy (3 % versus 2,6 %, $p = \text{NS}$) [157]. Arcidi et al. během reoperací z minitorakotomie používali fibrilaci komor (77 %) nebo transtorakální okluzi svorkou. Autoři uvádějí četnost CMP 2,4 %. V závěru konstatují, že nebyl zjištěn významný vztah k použité fibrilaci komor [4]. Thompson et al. z anglického Edinburghu publikovali výsledky s reoperacemi prováděnými v normotermii na bijícím srdci u 125 pacientů. Autoři uvádějí pouze 1,6% četnost neurologických komplikací a 30denní letalitu 6,4 %. Autoři uvádějí lepší ochranu myokardu během operace na bijícím srdci a lepší distribuci krve v myokardu během operace v normotermii [186].

Reoperace u pacientů s průchodnými štěpy je spojena s rizikem poranění štěpů a zvláštnostmi ochrany myokardu během operace. Jak již bylo uvedeno, je několik možností jak u této skupiny pacientů postupovat. K ochraně myokardu je možné použít endoaortální okluzi nebo zevní okluzi a kardioplegický roztok. Riziko spočívá v preparaci aorty u zevní okluzi a v riziku nedostatečné ochrany myokardu u pacienta s významným aterosklerotickým postižením koronárních tepen. Při průchodné mamární tepně, použité jako štěp, je nutná její okluzi. To je možné provést před operací endovazálně zavedeným katétrem s balonem. Alternativou je provedení reoperace s použitím fibrilace komor nebo na bijícím srdci. Ghoneim et al. publikovali zkušenosti s reoperacemi na mitrální chlopni u pacientů s průchodnými koronárními štěpy. V této studii provedli reoperace z miniinvazivního přístupu na bijícím srdci. Autoři studie prokázali dobrou ochranu myokardu. Nezjistili významně rozdílné koncentrace v markerech myokardiálního poškození v porovnání s operacemi ze sternotomie. V závěru zdůrazňují přínos a bezpečnost miniinvazivního přístupu u pacientů po předchozí revaskularizaci [71].

Reoperace na mitrální chlopni z miniinvazivního přístupu zajišťuje velmi dobrý přístup k mitrální chlopni, dobrou myokardiální ochranu a snižuje riziko poranění cévních struktur, jak uvádějí v závěru studie autoři z Lipska. Na základě publikovaných studií lze konstatovat, že se jedná o bezpečnou techniku operace u jinak velmi složitých výkonů, s akceptovatelnou četností pooperačních komplikací a dobrou perioperační letalitou (viz Tabulka 5). Jedná se tedy o bezpečnou alternativu re-sternotomie.

Tabulka 5: Přehled výsledků reoperací na mitrální chlopni z minitorakotomie

Autor	rok	n	ochrana myokardu	predikovaná letalita	30denní letalita	CMP
Thompson et al.	2003	125	bijící srdce		6,4 %	1,6 %
Casselman et al.	2007	80	Endoclamp	15,8 %	3,8 %	2,5 %
Seeburger et al.	2009	181	fibrilace komor (77 %) svorka (17 %), bijící srdce (6 %)	18 %	6,6 %	5,2 %
Arcidi et al.	2012	167	svorka (23 %) fibrilace komor (77 %)		3,0 %	2,4 %
Romano et al.	2012	450	fibrilace komor (30 %) bijící srdce (70 %)	8,2 %	7,4 % 6,9 %	2,4 %
Losenno et al.	2016	40	fibrilace komor	15 %	5 %	8 %

5. Cíle práce

Cílem práce bylo provést zhodnocení perioperačních, pooperačních a dlouhodobých výsledků u pacientů s mitrální vadou operovaných z miniinvazivního přístupu.

- Za pomoci prospektivně získaných dat, dat z Národního kardiologického registru (NKR) a dostupné zdravotnické dokumentace vytvořit soubor pacientů, u kterých byla v letech 2012–2018 provedena operace mitrální chlopně z miniinvazivního přístupu.
- U tohoto souboru retrospektivně analyzovat perioperační, pooperační a dlouhodobé výsledky.
- Za pomoci dat z Národního kardiologického registru (NKR) vytvořit soubor pacientů, u kterých byla v letech 2012–2018 provedena operace mitrální chlopně ze sternotomie (event. jako konkomitantní výkon operace trikuspidální chlopně a ablace arytmie).
- Provést porovnání souboru pacientů operovaných z miniinvazivního přístupu a z mediální sternotomie.
- Analyzovat perioperační a pooperační výsledky u pacientů operovaných z miniinvazivního přístupu.
- Na základě získaných výsledků v diskuzi zhodnotit přínos miniinvazivního chirurgického přístupu v léčbě mitrálních vad. Shrnout výhody a nevýhody této metody v porovnání s konvenčním chirurgickým přístupem a nastínit další možnosti rozvoje miniinvazivních přístupů v léčbě mitrálních vad.

6. Materiál a metodika

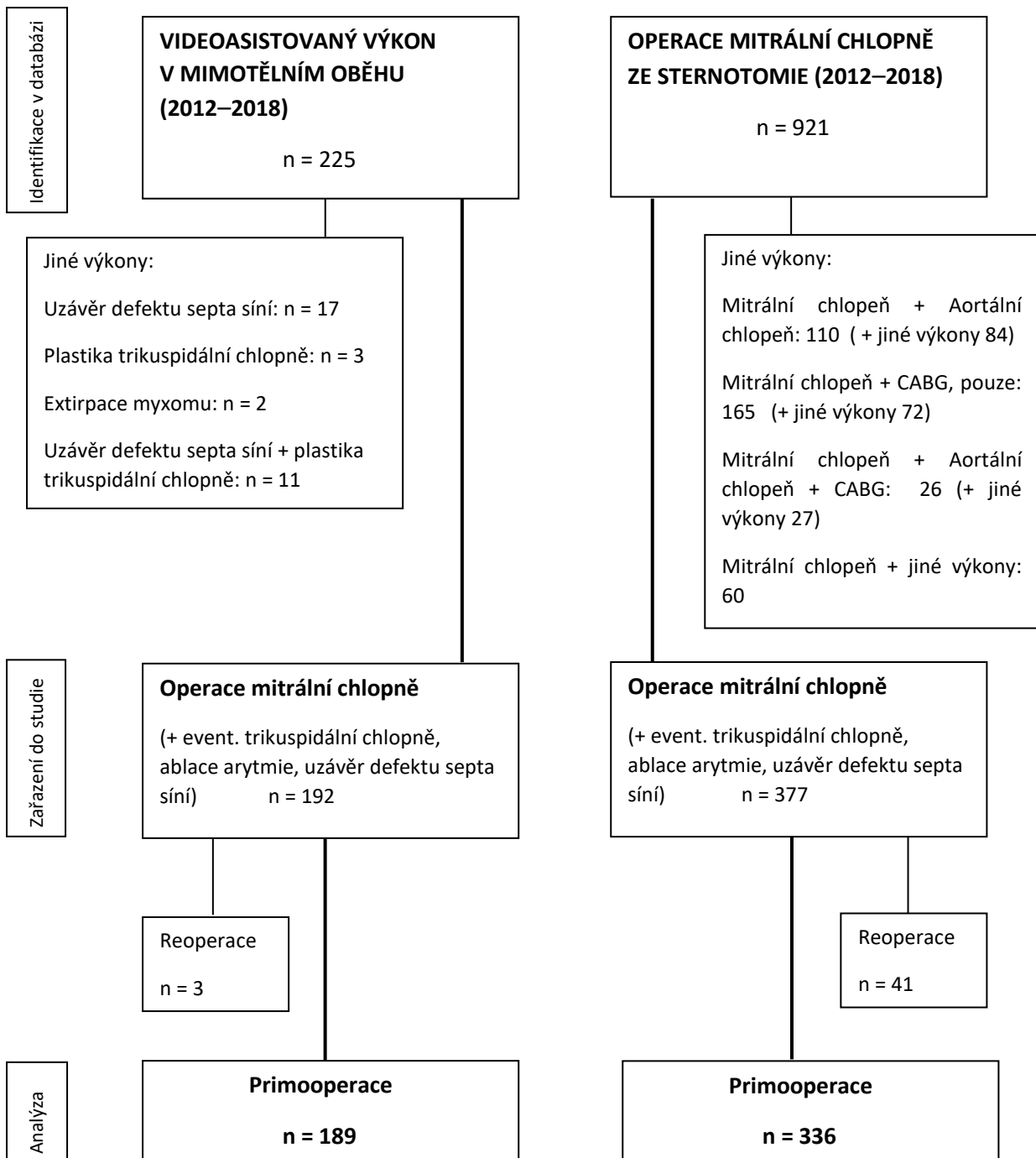
6.1. Soubor pacientů

Program miniinvazivních endoskopicky asistovaných výkonů byl na Kardiologické klinice v Hradci Králové zahájen na začátku roku 2012. Ve sledovaném období 2012–2018 bylo na Kardiologické klinice v Hradci Králové odoperováno celkem 225 pacientů videoasistovaným přístupem. Do studie byli zařazeni pacienti, u kterých byla provedena operace mitrální chlopně, a jako konkomitantní výkon mohl být proveden výkon na trikuspidální chlopni, uzávěr defektu septa síní nebo *foramen ovale* a kryoablace pro srdeční arytmií. U třech pacientů se jednalo o reoperaci s použitím miniinvazivního přístupu. Vzhledem k rozdílnému typu techniky ochrany myokardu s použitím tzv. endoclampu byli z dalšího hodnocení vyloučeni. K analýze byli zařazeni pacienti, kteří podstoupili primóoperaci. Toto se týká také souboru pacientů operovaných ze sternotomie. V databázi bylo identifikováno celkem 377 pacientů, kteří podstoupili izolovaný výkon na mitrální chlopni (nebo se jednalo o kombinaci operace mitrální chlopně s výkonem na trikuspidální chlopni, uzávěrem defektu septa síní nebo *foramen ovale* a kryoablací). Celkem se jednalo o 41 reoperací a 336 primóoperací, které byly zařazeny k další analýze a porovnání mezi oběma chirurgickými přístupy (Obrázek 13).

Anamnestická, perioperační a pooperační data byla od všech pacientů operovaných miniinvazivně prospektivně zaznamenávána a následně retrospektivně analyzována. Data týkající se dlouhodobých výsledků (letalita, reoperace) byla získána z Národního kardiologického registru a Registru zemřelých.

Informace o souboru pacientů operovaných ze sternotomie byly získány z prospektivně ukládaných dat do Národního kardiologického registru a následně retrospektivně analyzovány. Data týkající se dlouhodobých výsledků (letalita, reoperace) byla získána z Národního kardiologického registru a Registru zemřelých.

Obrázek 13: Průběh zařazení pacientů do studie



6.2. Registrace studie, schválení

Tato studie byla schválena nezávislou Etickou komisí Fakultní nemocnice v Hradci Králové pod registračním číslem 201902 S19P. Každý pacient podepsal souhlas s operací. Vzhledem k tomu, že se jednalo o retrospektivní analýzu dat, nebyl vyžadován souhlas s účastí ve studii. Při vyhodnocení získaných výsledků byla zachována anonymita pacientů.

6.3. Operační technika

Videoasistovaný přístup

Poloha pacienta byla na zádech s podložením pod pravou lopatkou (úhel cca 30°) a nalepovacími zevními defibrilačními elektrodami. Anesteziolog provedl standardní kanylaci centrálního žilního katétru a zavedení katétru do „radiální“ tepny. Ventilace byla zajištěna pomocí endotracheální kanyly. Následně anesteziolog ve spolupráci s chirurgem zavedl punkčně jednu žilní kanylu (Fem-FlexII, Edwards Lifesciences Inc., Irvine, CA, USA) mimotělního oběhu do horní duté žíly cestou vnitřní jugulární žíly.

Z malého šikmého řezu v třísle (cca 3 cm) jsme vypreparovali femorální tepnu a žílu. Seldingerovou technikou jsme pod ultrazvukovou kontrolou zavedli dlouhou vícestupňovou žilní kanylu (QuickDraw, Edwards Lifesciences Inc., Irvine, CA, USA) přes pravou síň až do horní duté žíly a arteriální kanylu (Fem-FlexII, Edwards Lifesciences Inc., Irvine, CA, USA) do femorální tepny. Žilní drenáž během mimotělního oběhu byla vedena technikou VAVD (Vacuum Assisted Venous Drainage) s podtlakem -40 až -60 mmHg. Mimotělní oběh byl veden v mírné hypotermii 34 °C s kalkulovaným průtokem 2,4 l·m⁻²·min⁻¹.

Následovalo provedení pravostranné minitorakotomie ve 4. mezižebří (cca 6cm dlouhé). K ochraně a retrakci měkkých tkání jsme použili tzv. soft tissue retraktor (ValveGate Soft Tissue Retractor, Geister, Tuttlingen, Germany). U některých pacientů, především v počátku studie, jsme k částečnému roztažení žeber použili malý kovový retraktor.

V této fázi byl spuštěn mimotělní oběh a provedena deflace obou plic. Port pro endoskop byl zaveden ve 3. nebo 4. mezižebří ve střední axilární čáře. Během studie byl nejprve použit 5 mm endoskop s 30° optikou (Aesculap, Tuttlingen, Germany). V průběhu studie jsme dále použili 10 mm endoskop s 30° optikou s možností 3D zobrazení. Otevření perikardiálního vaku jsme provedli cca 2–3 cm ventrálně od *nervus phrenicus*. Do kořene vzestupné aorty byl zaveden vent k aplikaci plegického roztoku a ventování v průběhu operace. K zástavě srdce byl použit studený krystaloidní roztok – Custodiol (Dr. Franz Köhler Chemie, Bensheim,

Germany). Iničiální dávka byla 2 000 ml, další dávka 1 000 ml po 120 minutách srdeční zástavy. Vzestupná aorta byla uzavřena pomocí transtorakální „Chitwoodovy“ svorky (Geister, Tuttlingen, Germany). U třech pacientů, kteří podstoupili reoperaci, jsme použili k okluzi aorty techniku tzv. endoclampu (IntraClude™ Intra-Aortic Occlusion Device, Edwards Lifesciences, Irvine, CA, USA). Do pravé pleurální dutiny byl v průběhu operace insuflován CO₂ (4–6 l min⁻¹) jako prevence vzduchové embolizace.

K přístupu do levé síně byl použit vertikální (paraseptální) přístup, incize pravé síně byla provedena v obvyklém místě jako u klasického přístupu. K zpřístupnění srdečních dutin byl použit speciální „síňový“ retractor. Vlastní výkon na srdci pak probíhal podle stejných pravidel jako u přístupu z mediální sternotomie. Výkon na srdci probíhal pod přímou zrakovou kontrolou chirurga za videoasistence optické kamery, v některých fázích operace plně endoskopicky.

Na konci operace jsme odvzdušnili srdeční dutiny jako jednu z možných příčin vzduchové embolizace. Ultrazvuková kontrola (TEE) výsledku operace, funkce srdce a odvzdušnění dutin byla standardní součástí operace. Operace byla zakončena suturou perikardu a drenáží pravé pleurální dutiny.

6.4. Sběr dat a statistické zpracování

Data byla analyzována retrospektivně. Statistická analýza využila standardních metod deskriptivní statistiky: kategorické proměnné byly popsány absolutní a relativní četností kategorií. Pro kontinuální proměnné byl využit průměr a standardní odchylka (v tabulkách: 5% a 95% kvantil) nebo medián (1.–3. kvartil; IQR = interquartile range).

K eliminaci rozdílů mezi soubory byla provedena propensity analýza. Na základě propensity skóre bylo provedeno párování pro hodnoty předoperačních proměnných a vybraných operačních dat. Byla použita míra tolerance rozdílu propensity skóre 0,05 a poměr párování nastavený na maximum 1:2. Z databáze pacientů bylo vyřazeno 111 pacientů ze souboru STERNOTOMIE a 31 ze souboru MINITORAKOTOMIE.

Statistická významnost rozdílů kvantitativních proměnných byla testována pomocí následujících testů: párový t-test případně Wilcoxonův test (event. s Bonferroni modifikací), Mann-Whitneyho U test. Statistická významnost rozdílů kvalitativních proměnných byla testována pomocí následujících testů: Fisherův exaktní test, McNemarův test symetrie.

Ke zhodnocení přežívání byla použita Kaplan-Meierova křivka a křivky mezi sebou porovnány pomocí log-rank testu. Pro všechny analýzy byla použita $\alpha = 0,05$ jako hranice pro statistickou významnost. Analýza dat byla provedena na Lékařské fakultě v Hradci Králové (RNDr. Eva Čermáková, Ústav lékařské biofyziky, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové) a v Institutu biostatistiky a analýz Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně (RNDr. Jiří Jarkovský, Ph.D.).

7. Výsledky

1. Srovnání základních souborů – MINITORAKOTOMIE versus STERNOTOMIE

a) Předoperační charakteristika souborů

Od ledna 2012 do prosince 2018 bylo miniinvazivním způsobem odoperováno celkem 189 pacientů, kteří byly zařazeni do analyzovaného souboru (MINITORAKOTOMIE). Ve stejném časovém období bylo z mediální sternotomie odoperováno 336 pacientů, kteří byly zařazeni k analýze (STERNOTOMIE). Základní demografickou a klinickou charakteristiku obou souborů uvádí Tabulka 6.

Pacienti v souboru MINITORAKOTOMIE byli mladší $64,1 \pm 9,1$ versus $65,6 \pm 10,4$ ($p = 0,024$). V tomto souboru bylo méně pacientů s diabetes mellitus 12 % versus 23 % ($p = 0,004$), s ischemickou chorobou srdeční 3 % versus 12 %; ($p < 0,001$) a ischemickou chorobou dolních končetin 1 % versus 4 %; ($p = 0,038$). Pacienti, kteří byly operováni ze sternotomie, měli v průměru vyšší hodnotu EuroScore II ($4,1 \pm 5,2$ versus $2,4 \pm 2,2$; $p < 0,001$). V souboru STERNOTOMIE byla také vyšší četnost akutních operací (0 % versus 5 %; $p < 0,001$). Z hlediska mitrální vady byla v souboru STERNOTOMIE vyšší četnost pacientů s izolovanou mitrální stenózou (8 % versus 1 %; $p < 0,001$) a revmatickou etiologií mitrální vady (4 % versus 1 %; $p = 0,014$).

Tabulka 6: Předoperační charakteristika souborů MINITORAKOTOMIE a STERNOTOMIE

	MINITORAKOTOMIE N = 189	STERNOTOMIE N = 336	p - hodnota
VĚK (rok)	64.1 ± 9.1 (45.4,76.0)	65.6 ± 10.4 (44.8,78.3)	0.024
MUŽ	85 (45 %)	145 (43 %)	0.714
HMOTNOST	80.6 ± 15.1 (59.0,104.6)	82.6 ± 18.7 (56.0,116.0)	0.437
VÝŠKA	1.7 ± 0.1 (1.6,1.9)	1.7 ± 0.1 (1.5,1.9)	0.373
BMI (kg m ⁻²)	27.9 ± 4.4 (22.0,36.0)	29.0 ± 6.1 (20.8,40.3)	0.114
NYHA 1.+ 2. STUPNĚ	126 (67 %)	144 (43 %)	<0.001
NYHA 3. + 4. STUPNĚ	63 (33 %)	180 (54 %)	<0.001
IM	12 (6 %)	35 (10 %)	0.151
PCI	11 (6 %)	27 (8 %)	0.385
KUŘÁK	49 (26 %)	101 (30 %)	0.365
DIABETES MELITUS	23 (12 %)	76 (23 %)	0.004
HYPERTENZE	136 (72 %)	239 (71 %)	0.230
DYSLIPIDÉMIE	95 (50 %)	179 (53 %)	0.525
KREATININ (μmol l ⁻¹)	83.0 ± 18.6 (58.4,118.0)	99.4 ± 59.9 (60.0,166.0)	<0.001
CHOPN	23 (12 %)	48 (14 %)	0.595
ICHDK	1 (1 %)	12 (4 %)	0.038
FIS / FLS	77 (41 %)	148 (44 %)	0.520
CMP / TIA PŘED	16 (8 %)	24 (7 %)	0.609
GIT ONEMOCNĚNÍ	11 (6 %)	23 (7 %)	0.715
ICHS	6 (3 %)	40 (12 %)	<0.001
PLICNÍ HYPERTENZE	21 (11 %)	57 (17 %)	0.075
EJEKČNÍ FRAKCE (%)	58.2 ± 11.3 (35.0,70.0)	57.3 ± 12.0 (35.0,74.3)	0.104
MITRÁLNÍ STENÓZA	2 (1 %)	27 (8 %)	<0.001
MITRÁLNÍ REGURGITACE	187 (99 %)	309 (92 %)	<0.001
MITRÁLNÍ REGURGITACE 1. + 2. STUPNĚ	1 (1 %)	15 (4 %)	0.014
MITRÁLNÍ REGURGITACE 3. + 4. STUPNĚ	188 (99 %)	315 (94 %)	<0.001
KARDIOGENNÍ ŠOK	0 (0 %)	9 (3 %)	0.030
AKUTNÍ OPERACE	0 (0 %)	16 (5 %)	<0.001
EUROSCORE II	2.4 ± 2.2 (0.6,6.9)	4.1 ± 5.2 (0.7,9.6)	<0.001
ETIOLOGIE MITRÁLNÍ VADY:			
ISCHEMICKÁ	11 (6 %)	23 (7 %)	0.715
SEKUNDÁRNÍ	11 (6 %)	13 (4 %)	0.384
REVMATICKÁ	1 (1 %)	14 (4 %)	0.014
DEGENERATIVNÍ	166 (88 %)	281 (84 %)	0.204

PLICNÍ HYPERTENZE – systolický tlak v *arteria pulmonalis* ≥ 55 mmHg; MITRÁLNÍ REGURGITACE – hodnota 1–4

b) Operační a pooperační výsledky

Pooperační výsledky souborů před propensity párováním shrnuje Tabulka 7. Před propensity párováním byl v souboru STERNOTOMIE proveden u více pacientů konkomitantní výkon na trikuspidální chlopni (55 % versus 39 %; $p < 0,001$). V souboru MINITORAKOTOMIE byla delší průměrná délka mimotělního oběhu ($141,2 \pm 32,6$ versus $111,8 \pm 33,8$; $p < 0,001$) a srdeční zástavy ($94,4 \pm 25,4$ versus $85,0 \pm 26,1$; $p < 0,001$). Naopak zde byla kratší průměrná délka pooperační intubace ($12,5 \pm 13,3$ versus $29,6 \pm 88,9$; $p = 0,001$), pobytu na JIP ($49,2 \pm 54,6$ versus $70,3 \pm 129,1$; $p = 0,012$) a pooperační délky hospitalizace ($14,7 \pm 10,4$ versus $15,4 \pm 8,4$; $p = 0,015$). V tomto souboru byla menší průměrná spotřeba krevních derivátů ($2,5 \pm 4,3$ versus $5,3 \pm 7,1$; $p < 0,001$), menší průměrné krevní ztráty ($668,8 \pm 519,7$ versus $872,9 \pm 865,6$; $p < 0,001$), menší četnost podání krevních derivátů (56 % versus 77 %; $p < 0,001$), pooperační revize pro krvácení (4 % versus 12 %; $p = 0,003$) a pooperační dialýzy (2 % versus 6 %; $p = 0,034$). V souboru pacientů operovaných ze sternotomie byla zjištěna vyšší potřeba inotropní podpory (34 % versus 77 %; $p < 0,001$) a vyšší četnost pooperačního syndromu nízkého minutového výdeje (5 % versus 12 %; $p = 0,007$). Celková 30denní letalita byla nižší v souboru MINITORAKOTOMIE (1 % versus 4 %; $p = 0,014$).

Tabulka 7: Peroperační a pooperační výsledky souborů MINITORAKOTOMIE a STERNOTOMIE

	MINITORAKOTOMIE N = 189	STERNOTOMIE N = 336	p - hodnota
VÝKON NA TRIKUSPIDÁLNÍ CHLOPNI	73 (39 %)	186 (55 %)	<0.001
UZÁVĚR DSS / PFO	11 (6 %)	10 (3 %)	0.162
MAZE	83 (44 %)	157 (47 %)	0.584
DÉLKA ECC (min)	141.2 ± 32.6 (95.0,195.2)	111.8 ± 33.8 (67.0,173.5)	<0.001
DÉLKA SRDEČNÍ ZÁSTAVY (min)	94.4 ± 25.4 (58.0,136.0)	85.0 ± 26.1 (48.0,129.5)	<0.001
DÉLKA OPERACE (min)	227.6 ± 44.0 (172.0,298.0)	227.8 ± 62.3 (160.0,322.5)	0.394
KREVNÍ DERIVÁTY PODÁNY	106 (56 %)	259 (77 %)	<0.001
POČET DERIVÁTŮ	2.5 ± 4.3 (0.0,9.6)	5.3 ± 7.1 (0.0,19.3)	<0.001
REVIZE PRO KRVÁCENÍ	8 (4 %)	40 (12 %)	0.003
KREVNÍ ZTRÁTY (ml / 24 hod)	668.8 ± 519.7 (170.0,1 660.0)	872.9 ± 865.6 (250.0,2 200.0)	<0.001
DÉLKA INTUBACE (hod)	12.5 ± 13.3 (3.6,25.6)	29.6 ± 88.9 (5.0,69.3)	0.001
PROLONGOVANÁ VENTILACE	11 (6 %)	55 (16 %)	<0.001
DÉLKA POBYTU NA JIP (hod)	49.2 ± 54.6 (20.2,97.4)	70.3 ± 129.1 (20.5,183.1)	0.012
DIALÝZA POOPERAČNĚ	4 (2 %)	21 (6 %)	0.034
CMP / TIA POOPERAČNĚ	8 (4 %)	12 (4 %)	0.813

PSYCHOSYNDROM	22 (12 %)	30 (9 %)	0.362
RANNÉ INFEKCE	1 (1 %)	8 (2 %)	0.167
MOČOVÁ INFEKCE	5 (3 %)	20 (6 %)	0.133
SEPSE	1 (1 %)	12 (4 %)	0.038
BRONCHOPNEUMONIE	10 (5 %)	33 (10 %)	0.096
GIT KOMPLIKACE	2 (1 %)	9 (3 %)	0.342
FIS / FLS POOPERAČNĚ	74 (39 %)	142 (42 %)	0.518
INOTROPIKA	65 (34 %)	193 (57 %)	<0.001
LCO	9 (5 %)	40 (12 %)	0.007
IABK	2 (1 %)	5 (1 %)	1.000
MECHANICKÁ PODPORA	1 (1 %)	5 (1 %)	0.427
SIRS	12 (6 %)	32 (10 %)	0.252
MOF	2 (1 %)	21 (6 %)	0.004
INFARKT POOPERAČNĚ	6 (3 %)	6 (2 %)	0.349
DĚLKA HOSPITALIZACE (dny)	14.7 ± 10.4 (7.4,26.0)	15.4 ± 8.4 (7.0,30.0)	0.015
PROLONGOVANÁ HOSPITALIZACE	27 (14 %)	70 (22 %)	0.047
30DENNÍ LETALITA	1 (1 %)	15 (4 %)	0.014

PROLONGOVANÁ VENTILACE – ventilace > 24 hod; PROLONGOVANÁ HOSPITALIZACE – pooperační hospitalizace > 20 dnů

Pooperační komplikace v souboru MINITORAKOTOMIE

U dvou pacientů (1,1 %) jsme museli provést konverzi na mediální sternotomii. U jednoho pacienta z důvodu nově vzniklé významné aortální regurgitace. Ta byla způsobena poraněním aortální chlopně mezi pravým a nekoronárním cípem při zakládání stehu do přední části anulu mitrální chlopně. Pacient podstoupil plastiku aortální chlopně pomocí perikardiální záplaty. V dalším sledování nebyla pozorována žádná aortální regurgitace. U dalšího pacienta byla provedena konverze z důvodu rozsáhlých adhezí plicní tkáně k hrudní stěně a perikardu.

Jeden pacient (0,5 %) měl povrchovou rannou infekci v místě pravostranné minitorakotomie. Po nasazení antibiotické terapie a lokální terapie došlo ke zhojení rány. U čtyř pacientů (2,1 %) byla v pooperačním období zjištěna herniace pravé plíce, což vyžadovalo chirurgickou intervenci s resuturou rány. U sedmi (3,7 %) pacientů došlo ke vzniku pooperační lymfokély. U dvou pacientů bylo nutné provést chirurgickou revizi operační rány v třísle a provést resuturu rány. V dalších případech došlo ke zhojení po punkci lymfokély a lokální kompresi.

U osmi pacientů (4,2 %) bylo nutné provést časnou revizi pro pokračující krevní ztráty. Ve všech případech byla revize provedena z pravostranné minitorakotomie. Jednoho pacienta bylo nutné napojit na mimotělní oběh s kanylací femorálních cév. Zdrojem krvácení

byla interkostální tepna u čtyř pacientů, místo po kardioplegické kanyli ve vzestupné aortě u dvou pacientů, u jednoho pacienta v místě sutury levé síně a u jednoho pacienta poranění pravé plíce.

Cévní mozková příhoda byla zjištěna u čtyř pacientů (2,1 %) a akutní renální selhání vyžadující dialýzu u čtyř pacientů (2,1 %). U jednoho pacienta (0,5 %) byla provedena revize rány v třísle z důvodu krvácení po kanylaci femorální tepny.

V naší studii se u dvou pacientů (1,1 %) operovaných miniinvazivním přístupem rozvinuly klinické příznaky „acute lung injury“ s re-expanzním plicním edémem. K překonání respiračního selhání bylo zapotřebí delší doby pooperační ventilace. U dvou pacientů (1,1 %) byly detekovány radiograficky evidentní známky re-expanzního plicního edému bez klinických symptomů.

Ve sledovaném období jsme zaznamenali jedno úmrtí (30denní letalita 0,5 %) v souboru pacientů operovaných z minitorakotomie. V časném pooperačním období došlo k rozvoji známek myokardiální ischemie. Dle koronarografie došlo k okluzi *ramus circumflexus*, která byla úspěšně řešena perkutánní intervencí. Přes zavedenou mechanickou srdeční podporu došlo k rozvoji multiorgánového selhání a úmrtí.

2. Propensity analýza – MINITORAKOTOMIE versus STERNOTOMIE

a) Předoperační charakteristika souborů

Na základě párování, pomocí propensity skóre, bylo vyřazeno celkem 31 pacientů ze souboru MINITORAKOTOMIE a 111 pacientů ze souboru STERNOTOMIE. Propensity skóre bylo vypočítáno pro hodnoty parametrů (věk, diabetes mellitus, ICHDK, koncentrace kreatininu, akutní operace, přítomnost mitrální insuficience, EuroScoreII, výkon na trikuspidální chlopni, stupeň NYHA). Ostatní vybrané parametry se nelišily již v základních souborech.

Soubor MINITORAKOTOMIE-„propensity-párování“ tvoří celkem 158 pacientů. Soubor STERNOTOMIE-„propensity-párování“ tvoří celkem 225 pacientů. Základní demografickou a klinickou charakteristiku obou souborů v propensity analýze uvádí Tabulka 8.

Tabulka 8: Předoperační charakteristika souborů MINITORAKOTOMIE-„propensity-párování“ a STERNOTOMIE-„propensity-párování“

	MINITORAKOTOMIE „propensity-párování“ N = 158	STERNOTOMIE „propensity-párování“ N = 225	p - hodnota
VĚK (rok)	64.8 ± 8.9 (46.0,76.0)	65.4 ± 10.9 (44.2,79.0)	0.161
MUŽ	64 (41 %)	95 (42 %)	0.753
HMOTNOST	80.1 ± 15.3 (59.0,104.2)	83.1 ± 18.6 (56.2,116.8)	0.195
VÝŠKA	1.7 ± 0.1 (1.6,1.9)	1.7 ± 0.1 (1.5,1.9)	0.668
BMI (kg m ⁻²)	28.0 ± 4.5 (22.3,36.3)	29.3 ± 6.2 (20.9,40.5)	0.068
NYHA 1. + 2. STUPNĚ	95 (60 %)	122 (54 %)	0.295
NYHA 3. + 4. STUPNĚ	63 (40 %)	103 (46 %)	0.295
IM	8 (5 %)	20 (9 %)	0.169
PCI	6 (4 %)	16 (7 %)	0.189
KUŘÁK	39 (25 %)	54 (24 %)	0.904
DIABETES MELITUS	22 (14 %)	39 (17 %)	0.398
HYPERTENZE	119 (75 %)	161 (72 %)	0.347
DYSLIPIDÉMIE	83 (53 %)	117 (52 %)	1.000
KREATININ (μmol l ⁻¹)	83.7 ± 19.2 (58.0,118.2)	87.5 ± 21.2 (61.2,128.4)	0.103
CHOPN	20 (13 %)	25 (11 %)	0.747
ICHDK	1 (1 %)	1 (0 %)	1.000
FIS / FLS	71 (45 %)	99 (44 %)	0.917
CMP / TIA PŘED	16 (10 %)	15 (7 %)	0.255
GIT ONEMOCNĚNÍ	11 (7 %)	14 (6 %)	0.835
PLICNÍ HYPERTENZE	21 (13 %)	31 (14 %)	1.000
EJEKČNÍ FRAKCE (%)	58.9 ± 10.4 (35.0,70.0)	58.1 ± 11.0 (35.0,72.4)	0.147
MITRÁLNÍ STENÓZA	2 (1 %)	6 (3 %)	0.479
MITRÁLNÍ REGURGITACE	156 (99 %)	219 (97 %)	0.479
MITRÁLNÍ REGURGITACE 1. + 2. STUPNĚ	1 (1 %)	5 (2 %)	0.407
MITRÁLNÍ REGURGITACE 3. + 4. STUPNĚ	157 (99 %)	217 (96 %)	0.087
KARDIOGENNÍ ŠOK	0 (0 %)	0 (0 %)	1.000
AKUTNÍ OPERACE	0 (0 %)	0 (0 %)	1.000
EUROSCORE II	2.6 ± 2.3 (0.6,7.6)	2.9 ± 2.2 (0.7,6.4)	0.055
ETIOLOGIE MITRÁLNÍ VADY:			
ISCHEMICKÁ	7 (4 %)	11 (5 %)	1.000
SEKUNDÁRNÍ	10 (6 %)	8 (4 %)	0.227
REVMATICKÁ	1 (1 %)	3 (1 %)	0.646
DEGENERATIVNÍ	140 (89 %)	203 (90 %)	0.615

PLICNÍ HYPERTENZE – systolický tlak v *arteria pulmonalis* ≥ 55 mmHg; MITRÁLNÍ REGURGITACE – hodnota 1–4

b) Operační a pooperační výsledky

Porovnání peroperačních a pooperačních výsledků souborů vzniklých „propensity“ analýzou znázorňuje Tabulka 9. Statisticky významně delší čas mimotělního oběhu ($145,6 \pm 31,9$ versus $110,7 \pm 35,9$; $p < 0,001$), delší čas srdeční zástavy ($97,7 \pm 25,4$ versus $84,8 \pm 28,0$; $p < 0,001$) a délky operace ($232,0 \pm 44,5$ versus $226,4 \pm 66,0$; $p = 0,010$) byl u pacientů operovaných z minitorakotomie. Průměrné krevní ztráty za 24 hodin byly menší u pacientů operovaných miniinvazivně ($661,7 \pm 466,8$ versus $832,9 \pm 852,0$; $p = 0,016$). V tomto souboru byla menší průměrná spotřeba krevních derivátů ($2,7 \pm 4,2$ versus $4,6 \pm 6,3$; $p < 0,001$), menší četnost podání krevních derivátů (59 % versus 76 %; $p = 0,001$) a menší četnost revízi pro krvácení (4 % versus 10 %; $p = 0,029$). Pooperační inotropní podpora oběhu byla méně častá u pacientů operovaných miniinvazivně (35 % versus 51 %; $p = 0,003$).

Oba soubory se statisticky významně nelišily v 30denní letalitě (1 % versus 3 %; $p = 0,247$). Letalita byla u obou souborů nižší než predikovaná letalita dle EuroScoreII, která byla v souboru MINITORAKOTOMIE-„propensity-párování“ $2,6 \pm 2,3$ a v souboru STERNOTOMIE-„propensity-párování“ $2,9 \pm 2,2$. V dalších sledovaných peroperačních a pooperačních výsledcích nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly mezi analyzovanými soubory.

Tabulka 9: Peroperační a pooperační výsledky souborů MINITORAKOTOMIE-„propensity-párování“ a STERNOTOMIE-„propensity-párování“

	MINITORAKOTOMIE „propensity-párování“ N = 158	STERNOTOMIE „propensity-párování“ N = 225	p - hodnota
VÝKON NA TRIKUSPIDÁLNÍ CHLOPNI	73 (46 %)	116 (52 %)	0.350
UZÁVĚR DSS / PFO	9 (6 %)	7 (3 %)	0.299
MAZE	74 (47 %)	105 (47 %)	1.000
DÉLKA ECC (min)	145.6 ± 31.9 (100.0,199.0)	110.7 ± 35.9 (65.4,177.0)	<0.001
DÉLKA SRDEČNÍ ZÁSTAVY (min)	97.7 ± 25.4 (59.7,140.0)	84.8 ± 28.0 (48.0,132.6)	<0.001
DÉLKA OPERACE (min)	232.0 ± 44.5 (175.0,312.3)	226.4 ± 66.0 (160.0,330.0)	0.010
KREVNÍ DERIVÁTY PODÁNY	94 (59 %)	170 (76 %)	0.001
POČET DERIVÁTŮ	2.7 ± 4.2 (0.0,10.3)	4.6 ± 6.3 (0.0,16.8)	<0.001
REVIZE PRO KRVÁCENÍ	6 (4 %)	22 (10 %)	0.029
KREVNÍ ZTRÁTY (ml/24 hod)	661.7 ± 466.8 (192.5,1 557.5)	832.9 ± 852.0 (250.0,1 980.0)	0.016
DÉLKA INTUBACE (hod)	13.0 ± 14.2 (3.0,26.5)	20.9 ± 63.2 (5.0,51.0)	0.256
PROLONGOVANÁ VENTILACE	9 (6 %)	30 (13 %)	0.016
DÉLKA POBYTU NA JIP (hod)	50.5 ± 58.4 (20.0,96.2)	63.8 ± 122.1 (19.2,137.4)	0.213

DIALÝZA POOPERAČNĚ	4 (3 %)	6 (3 %)	1.000
CMP / TIA POOPERAČNĚ	8 (5 %)	6 (3 %)	0.272
PSYCHOSYNDROM	19 (12 %)	17 (8 %)	0.157
RANNÉ INFEKCE	1 (1 %)	8 (4 %)	0.087
MOČOVÁ INFEKCE	4 (3 %)	13 (6 %)	0.206
SEPSE	1 (1 %)	6 (3 %)	0.247
BRONCHOPNEUMONIE	9 (6 %)	19 (8 %)	0.426
GIT KOMPLIKACE	2 (1 %)	7 (3 %)	0.317
FIS / FLS POOPERAČNĚ	63 (40 %)	89 (40 %)	1.000
INOTROPIKA	56 (35 %)	115 (51 %)	0.003
LCO	8 (5 %)	21 (9 %)	0.169
IABK	1 (1 %)	3 (1 %)	0.646
MECHANICKÁ PODPORA	1 (1 %)	3 (1 %)	0.646
SIRS	9 (6 %)	20 (9 %)	0.327
MOF	2 (1 %)	7 (3 %)	0.317
INFARKT POOPERAČNĚ	6 (4 %)	4 (2 %)	0.233
DĚLKA HOSPITALIZACE (dny)	15.2 ± 11.1 (8.0,28.0)	15.1 ± 7.4 (7.9,28.0)	0.166
PROLONGOVANÁ HOSPITALIZACE	24 (15 %)	45 (21 %)	0.225
30DENNÍ LETALITA	1 (1 %)	6 (3 %)	0.247

PROLONGOVANÁ VENTILACE – ventilace > 24 hod; PROLONGOVANÁ HOSPITALIZACE – pooperační hospitalizace > 20 dnů

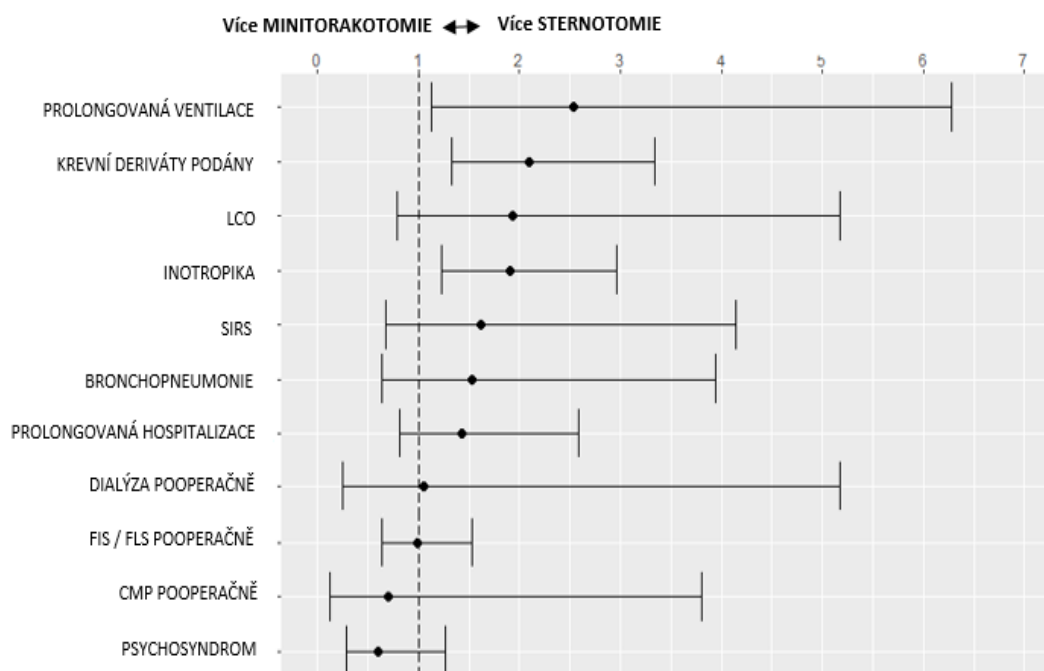
V další analýze byla provedena kalkulace „Odds ratio“ (OR) vývoje pooperačních komplikací dle typu chirurgického přístupu.

U pacientů operovaných ze sternotomie bylo statisticky významně vyšší riziko podání krevních derivátů (2,100; CI: 1,323–3,346; $p = 0,001$), prodloužené pooperační ventilace (2,541; CI: 1,133–6,276; $p = 0,016$), revize pro krvácení (2,739; CI: 1,044–8,463; $p = 0,029$) a podání inotropní podpory oběhu (1,901; CI: 1,228–2,959; $p = 0,003$) (viz Tabulka 10, Obrázek 14). V dalších parametrech se riziko nelišilo mezi oběma soubory.

Tabulka 10: Odds ratio pro vybrané pooperační parametry

	OR	95% Interval spolehlivosti		p - hodnota
IABK	2.118	0.168	20.586	0.646
MECHANICKÁ PODPORA	2.118	0.168	20.586	0.646
KREVNÍ DERIVÁTY PODÁNY	2.100	1.323	3.346	0.001
PROLONGOVANÁ VENTILACE	2.541	1.133	6.276	0.016
INOTROPIKA	1.901	1.228	2.959	0.003
DIALÝZA POOPERAČNĚ	1.055	0.245	5.169	1.000
REVIZE PRO KRVÁCENÍ	2.739	1.044	8.463	0.029
CMP POOPERAČNĚ	0.698	0.128	3.805	0.722
TIA POOPERAČNĚ	0.346	0.031	2.450	0.235
PSYCHOSYNDROM	0.599	0.281	1.264	0.157
RANNÉ INFEKCE	5.788	0.717	46.749	0.099
MOČOVÁ INFEKCE	2.356	0.710	7.380	0.206
SEPSE	4.289	0.513	36.085	0.247
BRONCHOPNEUMONIE	1.525	0.636	3.941	0.426
GIT KOMPLIKACE	2.499	0.467	12.219	0.317
FIS /FLS POOPERAČNĚ	0.987	0.638	1.529	1.000
LCO	1.927	0.793	5.173	0.169
SIRS	1.613	0.679	4.142	0.327
MOF	2.499	0.467	12.219	0.317
PROLONGOVANÁ HOSPITALIZACE	1.432	0.808	2.589	0.225
30DENNÍ LETALITA	4.289	0.513	36.085	0.247

Obrázek 14: Odds ratio pro vybrané pooperační parametry



3. Výsledky follow-up – MINITORAKOTOMIE versus STERNOTOMIE „propensity-párování“

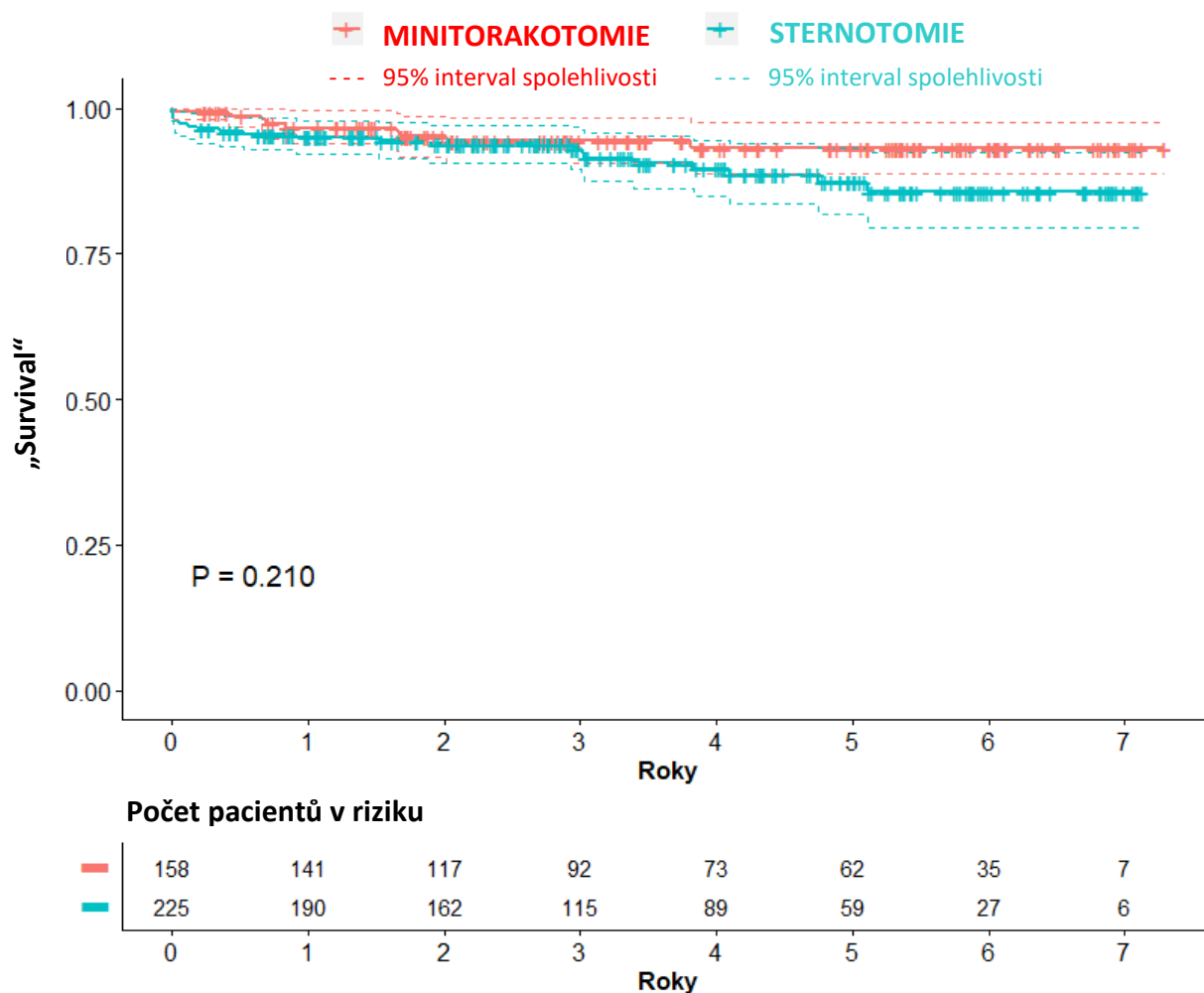
a) Přežívání („Survival“)

Průměrná délka follow-up pro přežívání byla v souboru MINITORAKOTOMIE $1\,401,5 \pm 768,9$ dnů a v souboru STERNOTOMIE $1\,232,1 \pm 751,0$ dnů.

Na základě Kaplan-Meierovy analýzy bylo stanoveno 1roční a 5leté přežívání 96 % a 93 % u pacientů operovaných z minitorakotomie a u pacientů operovaných ze sternotomie 95 %, resp. 86 %. Celkové přežívání se mezi oběma soubory statisticky významně nelišilo ($p = 0,210$) (viz Graf 1). Ze souboru MINITORAKOTOMIE-„propensity-párování“ zemřelo ve sledovaném období celkem 9 pacientů. Kardiální příčina úmrtí byla zjištěna u 3 pacientů. Další příčinou úmrtí byla CMP u 3 pacientů, onkologické onemocnění u 2 pacientů a jiná příčina u jednoho pacienta.

Ze souboru STERNOTOMIE-„propensity-párování“ zemřelo ve sledovaném období celkem 19 pacientů. Kardiální příčina úmrtí byla zjištěna u 11 pacientů. Další příčinou úmrtí bylo onkologické onemocnění u 4 pacientů, CMP u 2 pacientů a jiná příčina u 2 pacientů.

Graf 1: Kaplan-Meierova analýza celkového přežívání („survival“)



b) „Freedom from reoperation“

Graf 2 znázorňuje Kaplan-Meierovu analýzu „freedom from reoperation“ na mitrální chlopi v sledovaném období mezi oběma soubory. Statisticky významný rozdíl nebyl ve sledovaném znaku zjištěn ($p = 0,856$).

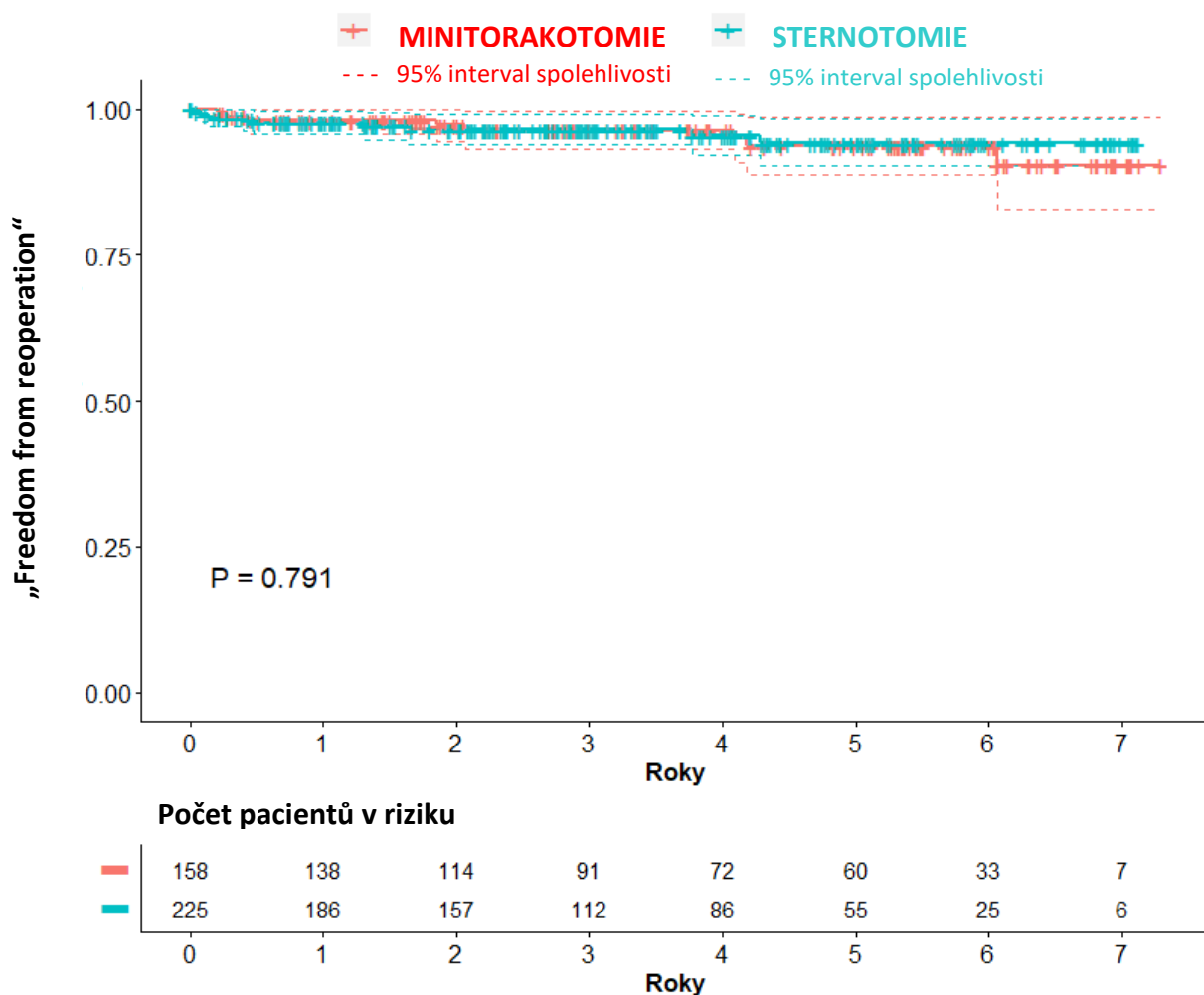
Odhad „freedom from reoperation“ v 1 roce a v 5 letech byl 97 %, resp. 95 % u pacientů operovaných z minitorakotomie a 94 %, resp. 94 % u pacientů operovaných ze sternotomie.

V souboru pacientů operovaných z minitorakotomie podstoupilo reoperaci celkem 6 pacientů. Selhání plastiky mitrální chlopně s významnou mitrální regurgitací bylo příčinou u 4

pacientů. Dva pacienti podstoupili úspěšnou re-plastiku mitrální chlopně, jeden pacienta podstoupil náhradu mitrální chlopně bioprotézou a jeden pacient mechanickou protézou. Dva pacienti byli reoperováni v důsledku infekční endokarditidy na mitrálním prstenci. Pacienti podstoupili náhradu mitrální chlopně biologickou chlopní.

V souboru pacientů operovaných ze sternotomie podstoupilo reoperaci celkem 9 pacientů. Selhání plastiky mitrální chlopně bylo důvodem reoperace u 7 pacientů. U všech pacientů byla proveden náhrada chlopně mechanickou protézou. Infekční endokarditida na mitrálním prstenci byla zjištěna u 2 pacientů (1 pacient podstoupil náhradu mechanickou protézou, jeden pacient re-plastiku chlopně).

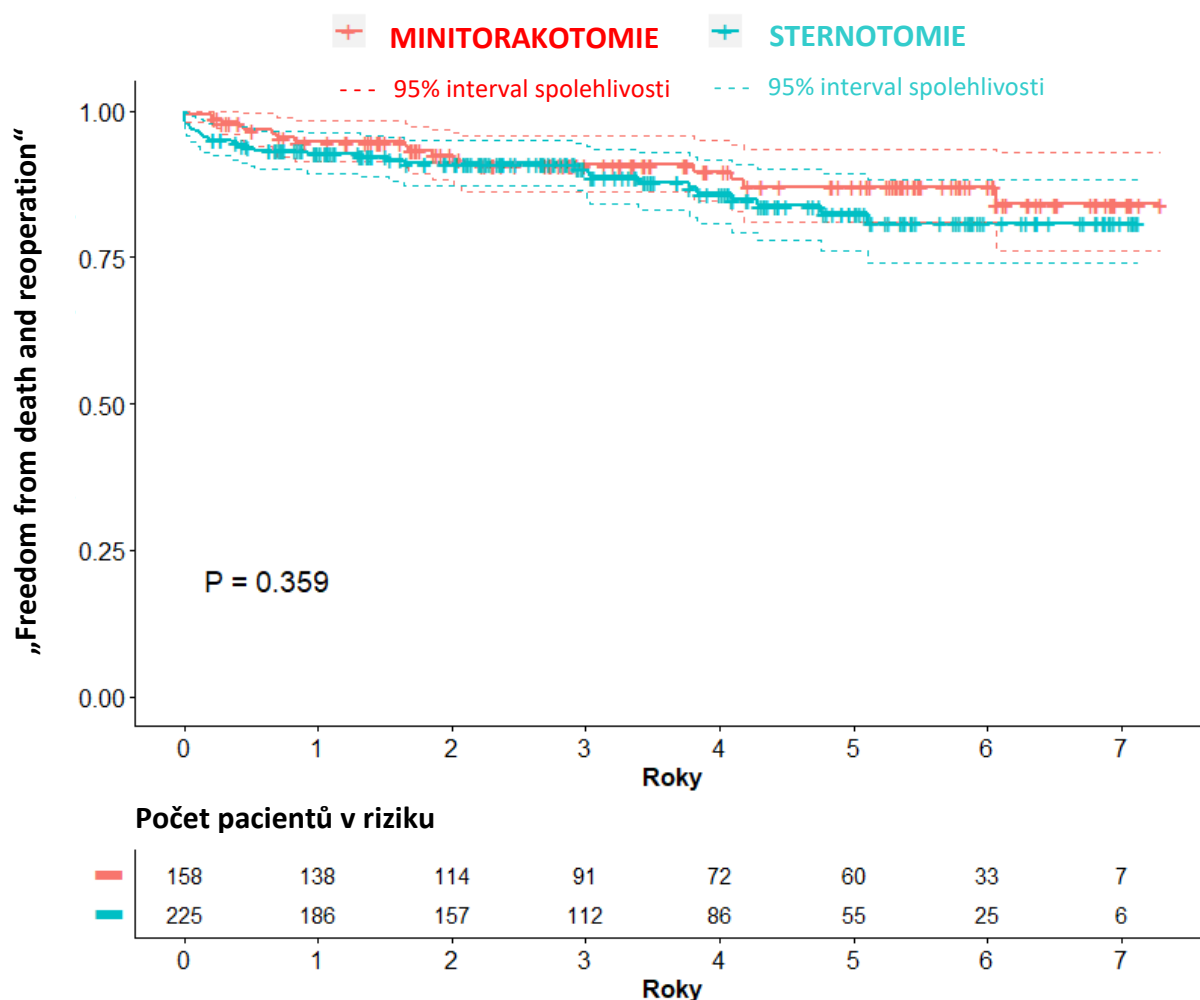
Graf 2: Kaplan-Meierova analýza „freedom from reoperation“



c) „Freedom from death and reoperation“

V kombinovaném end-pointu „freedom from death and reoperation“ se oba soubory na základě Kaplan-Meierovy analýzy statisticky významně nelišily ($p = 0,359$) (viz Graf 3). Odhad „freedom from death and reoperation“ v 1 roce a 5 letech byl u pacientů operovaných z minitorakotomie 94 %, resp. 84 % a u pacientů operovaných ze sternotomie 96 %, resp. 81 %.

Graf 3: Kaplan-Meierova analýza „freedom from death and reoperation“



4. Srovnání výkonů na mitrální chlopni – MINITORAKOTOMIE versus STERNOTOMIE

Porovnání různých typů operačních výkonů u pacientů s mitrální regurgitací shrnuje Tabulka 11. Z analýzy byli vyřazeni pacienti s mitrální stenózou a akutní výkony. V souboru MINITORAKOTOMIE bylo celkem 187 pacientů s mitrální regurgitací a v souboru STERNOTOMIE celkem 293 pacientů s mitrální regurgitací. V souboru MINITORAKOTOMIE byla provedena plastika u 97 % pacientů versus u 77 % pacientů v souboru STERNOTOMIE ($p < 0,001$). Naopak u pacientů operovaných ze sternotomie byla vyšší četnost náhrad chlopně biologickou protézou (Perimount Plus, Edwards Lifesciences, Inc.) (16 % versus 2 %; $p < 0,001$) a mechanickou protézou (Medtronic Open Pivot™ Heart Valve, Medtronic, Inc., USA) (7 % versus 1 %; $p = 0,001$). V souboru pacientů operovaných miniinvazivně byla vyšší četnost implantace anuloplastického prstence (Carpentier-Edwards Physio, Edwards Lifesciences Inc., Irvine, USA) (97 % versus 72 %; $p < 0,001$). Prolaps jednoho nebo obou cípů, který byl příčinou mitrální regurgitace, měl stejnou četnost v obou souborech (37 % versus 38 %; $p = \text{NS}$). U pacientů operovaných miniinvazivně však byla významně častěji použita ke korekci vady technika implantace „neochord“ (83 % versus 53 %; $p < 0,001$).

Tabulka 11: Přehled operačních výkonů u pacientů s mitrální regurgitací

	MINITORAKOTOMIE N = 187	STERNOTOMIE N = 293	p - hodnota
PLASTIKA CHLOPNĚ	181 (97 %)	237 (77 %)	<0.001
NÁHRADA BIOPROTÉZOU	4 (2 %)	49 (16 %)	<0.001
NÁHRADA MECHANICKOU PROTÉZOU	2 (1 %)	23 (7 %)	0.001
IMPLANTACE PRSTENCE	181 (97 %)	231 (72 %)	<0.001
PLASTIKA POUZE PRSTENCEM	119 (64 %)	161 (52 %)	0.015
PROLAPS MITRÁLNÍ CHLOPNĚ	70 (37 %)	117 (38 %)	1.000
- IMPLANTACE NEOCHORD	58 (83 %)	62 (53 %)	<0.001
- RESEKCE CÍPU	8 (11 %)	25 (21 %)	0.113

5. Klinický a ultrazukový follow-up v souboru MINITORAKOTOMIE

Střední délka klinického follow-up byla u pacientů po plastice mitrální chlopně operovaných z minitorakotomie 125 dnů (IQR 103–312) a byla dokončena u 85,5 % přežívajících pacientů. Tabulka 12 uvádí výsledky klinické a ultrazukové kontroly a porovnání s předoperačními a pooperačními daty.

V době klinického sledování došlo ke statisticky významnému zlepšení ve funkční třídě NYHA. Došlo k poklesu stupně NYHA z průměrné předoperační hodnoty $2,2 \pm 0,7$ na průměrnou hodnotu $1,3 \pm 0,6$ ($p < 0,001$).

Echokardiografické vyšetření bylo provedeno u všech pacientů před propuštěním a při klinickém a ultrazukovém sledování. U pacientů po plastice mitrální chlopně byla pooperační hodnota středního gradientu na mitrální chlopni $4,7 \pm 1,7$ mmHg a při ultrazukové kontrole $4,0 \pm 1,7$ ($p < 0,001$). U pacientů, kteří podstoupili plastiku mitrální chlopně, byla průměrná hodnota stupně mitrální regurgitace po operaci $0,4 \pm 0,6$, přičemž 99 % pacientů mělo stupeň mitrální regurgitace ≤ 2 . Pooperačně byl stupeň mitrální regurgitace statisticky významně nižší v porovnání s předoperační hodnotou $3,7 \pm 0,4$ ($p < 0,001$). Průměrný stupeň mitrální regurgitace v době klinického a ultrazukové sledování byl $0,9 \pm 0,9$. V této, relativně krátké, době byl zaznamenán pokles end-diastolického rozměru levé komory ($P < 0,01$). Došlo také k mírnému nárůstu ejekční frakce levé komory. Tento rozdíl však nebyl statisticky významný.

Tabulka 12: Výsledky klinické a ultrazukové kontroly (pouze pacienti po plastice mitrální chlopně)

	Předoperační hodnota		Follow-up	p - hodnota
NYHA	2.2 ± 0.7		1.3 ± 0.6	$p < 0.001^b$
	Předoperační hodnota	Pooperační hodnota	Follow-up	p - hodnota
STUPEŇ MITRÁLNÍ REGURGITACE	3.7 ± 0.4	0.4 ± 0.6	0.9 ± 0.9	$p < 0.001^a$ $p < 0.001^b$
LVEDD (mm)		52.8 ± 6.4	51.0 ± 5.7	$p < 0.01$
STŘEDNÍ GRADIENT NA MITRÁLNÍ CHLOPNI (po plastice) (mmHg)		4.7 ± 1.7	4.0 ± 1.7	$p < 0.001$
EJEKČNÍ FRAKCE (%)	58.7 ± 11.4	56.9 ± 11.9	58.2 ± 9.5	$p < 0.01^a$ $p = NS^c$

^a – P předoperační hodnota – pooperační hodnota; ^b – P předoperační hodnota – follow-up; ^c – P pooperační hodnota – follow-up; LVEDD – left ventricular end diastolic diameter; MITRÁLNÍ REGURGITACE – hodnota 1–4

6. Výsledky miniinvazivního přístupu u pacientů nad 70 let věku – MINITORAKOTOMIE versus STERNOTOMIE

Na základě získaných dat byla také následně provedena subanalýza pro soubor pacientů starších 70 let. Cílem bylo zjistit vliv miniinvazivního přístupu u starších pacientů. V souboru MINITORAKOTOMIE bylo celkem 63 pacientů starších 70 let a v souboru STERNOTOMIE celkem 133 pacientů (viz Tabulka 13). Průměrný věk pacientů byl vyšší u pacientů operovaných ze sternotomie ($74,3 \pm 3,5$ versus $72,8 \pm 2,4$; $p = 0,009$). Pacienti operovaní z mediální sternotomie byli také více symptomatictí dle klasifikace NYHA a měli vyšší hodnotu EuroScoreII. V dalších předoperačních parametrech nebyly zjištěny významné rozdíly. Miniinvazivní přístup byl především spojen s nižší 30denní letalitou (0 % versus 8 %; $p = 0,032$), nižší četností podání krevních derivátů (67 % versus 84 %; $p = 0,008$) a průměrnou spotřebou krevních derivátů ($2,5 \pm 3,3$ versus $5,5 \pm 6,5$; $p < 0,001$). Na základě Kaplan-Meierovy analýzy bylo stanoveno 1roční a 5leté přežívání 96 % a 85 % u pacientů operovaných z minitorakotomie a u pacientů operovaných ze sternotomie 89 %, resp. 79 %. Kumulativní přežívání bylo významně větší v souboru MINITORAKOTOMIE ($p = 0,039$) (viz Graf 4).

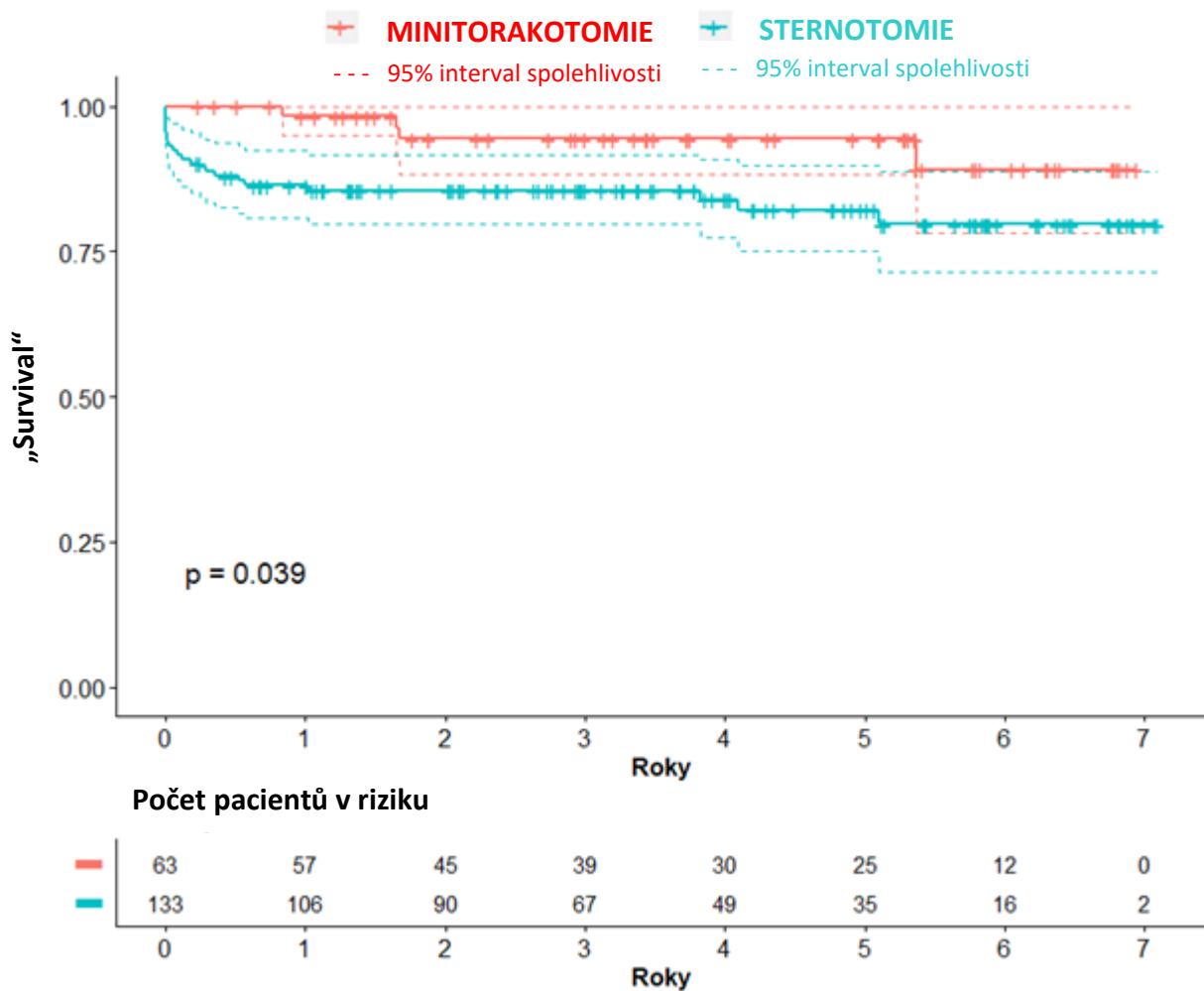
Tabulka 13: Předoperační charakteristika souborů, peroperační a pooperační výsledky v souboru pacientů nad 70 let věku

	MINITORAKOTOMIE N = 63	STERNOTOMIE N = 133	p - hodnota
PŘEDOPERAČNÍ CHARAKTERISTIKA SOUBORŮ:			
VĚK (rok)	72.8 ± 2.4 (70.0,77.0)	74.3 ± 3.5 (70.0,81.0)	0.009
MUŽ	21 (33 %)	36 (27 %)	0.402
BMI (kg m ⁻²)	28.0 ± 4.9 (21.5,36.7)	28.9 ± 5.3 (21.2,39.1)	0.223
NYHA 1. + 2. STUPNĚ	36 (57 %)	52 (39 %)	0.021
NYHA 3. + 4. STUPNĚ	27 (43 %)	80 (60 %)	0.031
KREATININ (μmol l ⁻¹)	85.3 ± 20.0 (57.1,119.8)	95.9 ± 31.4 (61.2,157.4)	0.055
EJEKČNÍ FRAKCE (%)	55.7 ± 12.4 (35.0,70.0)	57.3 ± 11.0 (38.0,74.4)	0.850
MITRÁLNÍ STENÓZA	1 (2 %)	11 (8 %)	0.108
MITRÁLNÍ REGURGITACE	62 (98 %)	122 (92 %)	0.108
MITRÁLNÍ REGURGITACE 1. + 2. STUPĚŇ	0 (0 %)	5 (4 %)	0.178
MITRÁLNÍ REGURGITACE 3. + 4. STUPĚŇ	63 (100 %)	125 (94 %)	0.056
EUROSCORE II	3.8 ± 3.0 (1.1,9.4)	5.3 ± 5.6 (1.6,11.4)	0.002

OPERAČNÍ A POOPERAČNÍ VÝSLEDKY:			
VÝKON NA TRIKUSPIDÁLNÍ CHLOPNI	30 (48 %)	89 (67 %)	0.012
UZÁVĚR DSS / PFO	2 (3 %)	4 (3 %)	1.000
MAZE	36 (57 %)	65 (49 %)	0.289
DÉLKA ECC (min)	139.6 ± 28.2 (91.1,187.3)	109.3 ± 31.5 (70.0,173.8)	<0.001
DÉLKA SRDEČNÍ ZÁSTAVY (min)	94.3 ± 23.6 (58.4,130.0)	82.6 ± 23.1 (50.4,122.0)	<0.001
DÉLKA OPERACE	227.1 ± 38.6 (175.5,294.5)	224.1 ± 66.5 (158.0,317.0)	0.192
KREVNÍ DERIVÁTY PODÁNY	42 (67 %)	112 (84 %)	0.008
POČET DERIVÁTŮ	2.5 ± 3.3 (0.0,7.9)	5.5 ± 6.5 (0.0,19.4)	<0.001
REVIZE PRO KRVÁCENÍ	2 (3 %)	15 (11 %)	0.100
KREVNÍ ZTRÁTY (ml/24 hod)	661.9 ± 428.1 (250.0,1435.0)	960.6 ± 1053.6 (300.0,2470.0)	0.044
DÉLKA INTUBACE (hod)	13.8 ± 9.8 (6.8,25.9)	27.0 ± 81.3 (6.5,47.3)	0.233
PROLONG VENTILATION	5 (8 %)	24 (18 %)	0.084
DÉLKA POBYTU NA JIP (hod)	52.9 ± 33.4 (20.6,117.8)	63.6 ± 86.6 (21.0,172.6)	0.932
DIALÝZA POOPERAČNĚ	1 (2 %)	11 (8 %)	0.108
CMP POOPERAČNĚ	1 (2 %)	3 (2 %)	1.000
RANNÉ INFEKCE	1 (2 %)	1 (1 %)	0.541
BRONCHOPNEUMONIE	2 (3 %)	16 (12 %)	0.062
INOTROPIKA	27 (43 %)	80 (60 %)	0.031
MOF	0 (0 %)	12 (9 %)	0.010
DÉLKA HOSPITALIZACE (dny)	16.8 ± 15.3 (8.0,32.3)	16.4 ± 8.4 (8.0,30.9)	0.101
30DENNÍ LETALITA	0 (0 %)	10 (8 %)	0.032

MITRÁLNÍ REGURGITACE – hodnota 1–4

Graf 4: Kaplan-Meierova analýza celkového přežívání („survival“) v souboru pacientů nad 70 let věku



7. Výsledky miniinvazivního přístupu u pacientů s BMI nad 30 – MINITORAKOTOMIE versus STERNOTOMIE

Zhodnocení miniinvazivního přístupu u obézních pacientů podstupující výkon na mitrální chlopni bylo provedeno v další subanalýze. K této subanalýze byli vybráni „obézní“ pacienti s „body mass indexem“ ≥ 30 . Průměrné hodnoty BMI se mezi oběma soubory statisticky významně nelišily ($33,6 \pm 2,7$ versus $35,1 \pm 4,6$; $p = 0,175$) (viz Tabulka 14). Z předoperačních charakteristik byla zaznamenána u pacientů operovaných ze sternotomie vyšší četnost

diabetes mellitus (37 % versus 15 %; $p = 0,003$) a vyšší hodnota EuroScore II ($4,1 \pm 4,7$ versus $2,4 \pm 1,6$; $p < 0,001$). U pacientů operovaných ze sternotomie byla vyšší průměrná koncentrace kreatininu ($102,3 \pm 56,1$ versus $86,4 \pm 18,6$; $p = 0,058$) a peroperačně byl častěji proveden konkomitantní výkon na trikuspidální chlopni (68 % versus 44 %; $p = 0,003$). Délka mimotělního oběhu byla delší u miniinvazivního výkonu ($148,2 \pm 33,4$ versus $113,0 \pm 31,5$; $p < 0,001$), průměrná délka operace se však významně nelišila ($p = 0,107$). Miniinvazivní přístup byl spojen s nižší četností podání krevních derivátů (55 % versus 75 %; $p = 0,009$) a nižší průměrnou spotřebou krevních derivátů ($2,7 \pm 3,8$ versus $4,8 \pm 6,9$; $p < 0,026$). Odhad přežívání („survival“) na základě Kaplan-Meierovy analýzy stanovil 1roční a 5leté přežívání na 94 % a 90 % u pacientů operovaných z minitorakotomie a u pacientů operovaných ze sternotomie na 89 %, resp. 81 %. Kumulativní přežívání se mezi oběma soubory statisticky významně nelišilo ($p = 0,136$) (viz Graf 5).

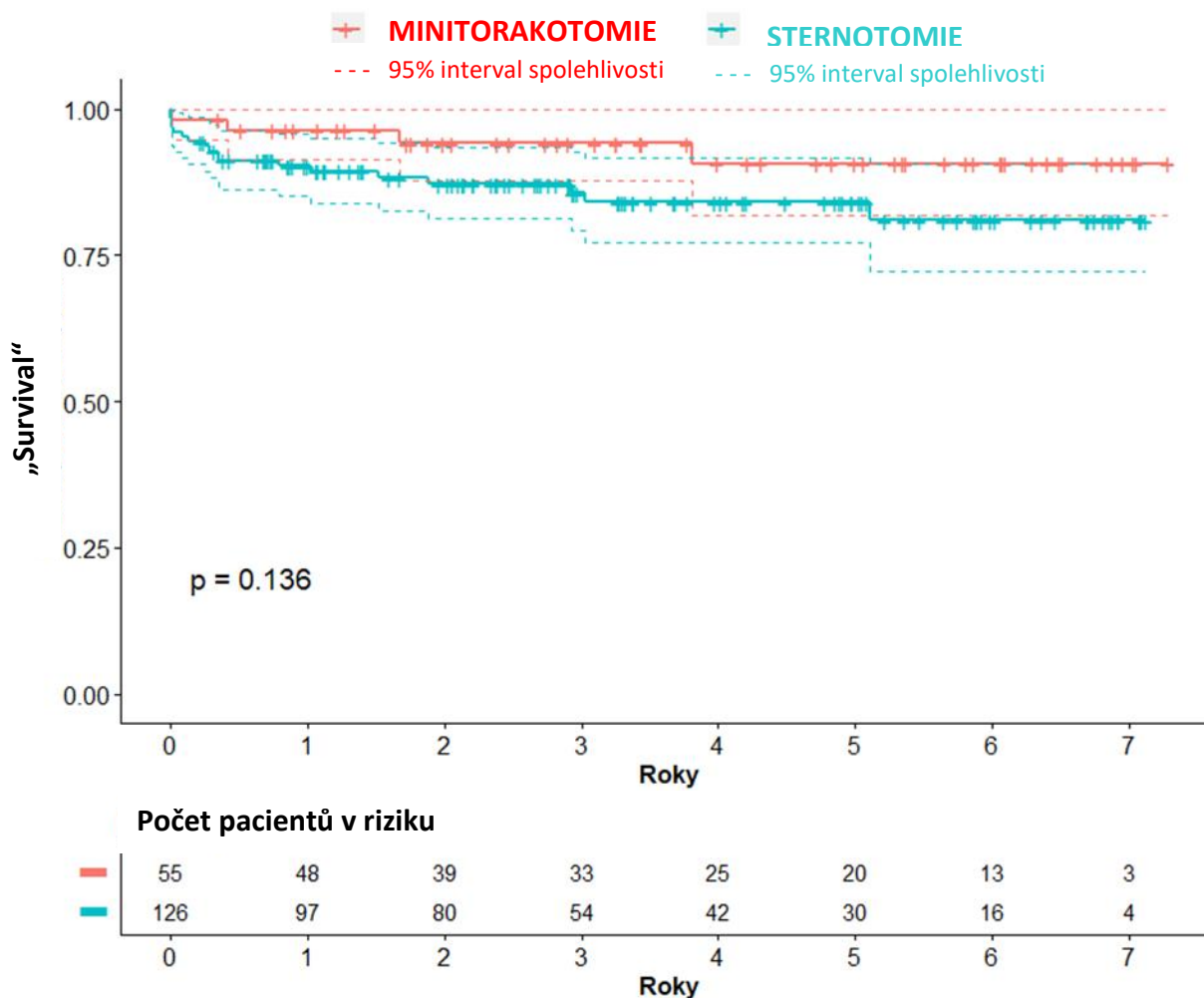
Tabulka 14: Předoperační charakteristika souborů, peroperační a pooperační výsledky v souboru pacientů s BMI nad 30

	MINITORAKOTOMIE N = 55	STERNOTOMIE N = 126	p - hodnota
PŘEDOPERAČNÍ CHARAKTERISTIKA SOUBORŮ:			
VĚK (rok)	64.3 ± 9.2 (44.4,76.3)	66.1 ± 8.9 (48.0,77.0)	0.199
MUŽ	23 (42 %)	52 (41 %)	1.000
BMI (kg m ⁻²)	33.6 ± 2.7 (30.4,38.6)	35.1 ± 4.6 (30.1,46.2)	0.175
DIABETES MELITUS	8 (15 %)	46 (37 %)	0.003
NYHA 1. + 2. STUPNĚ	25 (45 %)	51 (40 %)	0.624
NYHA 3. + 4. STUPNĚ	30 (55 %)	71 (56 %)	0.871
KREATININ (μmol l ⁻¹)	86.4 ± 18.6 (58.1,117.6)	102.3 ± 56.1 (67.0,163.0)	0.058
EJEKČNÍ FRAKCE (%)	55.2 ± 11.2 (35.0,67.2)	55.7 ± 11.4 (33.5,70.0)	0.870
MITRÁLNÍ STENÓZA	1 (2 %)	7 (6 %)	0.438
MITRÁLNÍ REGURGITACE	54 (98 %)	119 (94 %)	0.438
MITRÁLNÍ REGURGITACE 1. + 2. STUPEŇ	1 (2 %)	5 (4 %)	0.669
MITRÁLNÍ REGURGITACE 3. + 4. STUPEŇ	54 (98 %)	120 (95 %)	0.677
EUROSCORE II	2.4 ± 1.6 (0.7,5.0)	4.1 ± 4.7 (1.0,8.5)	<0.001
OPERAČNÍ A POOPERAČNÍ VÝSLEDKY:			
VÝKON NA TRIKUSPIDÁLNÍ CHLOPNI	24 (44 %)	86 (68 %)	0.003
UZÁVĚR DSS / PFO	2 (4 %)	4 (3 %)	1.000
MAZE	27 (49 %)	76 (60 %)	0.192
DÉLKA ECC (min)	148.2 ± 33.4 (107.7,194.9)	113.0 ± 31.5 (67.8,173.8)	<0.001
DÉLKA SRDEČNÍ ZÁSTAVY (min)	96.9 ± 25.9 (60.8,133.0)	85.9 ± 23.9 (50.0,128.3)	0.012

DÉLKA OPERACE	239.6 ± 49.9 (185.0,351.0)	232.1 ± 69.1 (171.3,330.0)	0.107
KREVNÍ DERIVÁTY PODÁNY	30 (55 %)	94 (75 %)	0.009
POČET DERIVÁTŮ	2.7 ± 3.8 (0.0,12.3)	4.8 ± 6.9 (0.0,17.0)	0.026
REVIZE PRO KRVÁCENÍ	3 (5 %)	11 (9 %)	0.557
KREVNÍ ZTRÁTY (ml/24 hod)	698.2 ± 474.3 (235.0,1815.0)	818.5 ± 722.1 (262.5,1937.5)	0.287
DÉLKA INTUBACE (hod)	14.3 ± 19.3 (3.0,35.5)	32.5 ± 99.5 (4.6,108.7)	0.081
DÉLKA POBYTU NA JIP (hod)	50.6 ± 45.1 (21.0,110.3)	68.4 ± 81.9 (19.3,182.3)	0.077
DIALÝZA POOPERAČNĚ	2 (4 %)	10 (8 %)	0.351
CMP POOPERAČNĚ	2 (4 %)	2 (2 %)	0.586
RANNÉ INFEKCE	1 (2 %)	2 (2 %)	1.000
INOTROPIKA	16 (29 %)	82 (65 %)	<0.001
DÉLKA HOSPITALIZACE (dny)	16.2 ± 10.7 (7.7,29.2)	16.5 ± 8.4 (8.0,28.0)	0.405
30DENNÍ LETALITA	1 (2 %)	5 (4 %)	0.669

MITRÁLNÍ REGURGITACE – hodnota 1–4

Graf 5: Kaplan-Meierova analýza celkového přežívání („survival“) v souboru pacientů s hodnotou BMI nad 30



8. Finanční náklady dle chirurgického přístupu – MINITORAKOTOMIE versus STERNOTOMIE „propensity-párování“

Ekonomické náklady na léčbu z rozdílných chirurgických přístupů, MINITORAKOTOMIE versus STERNOTOMIE, shrnuje Tabulka 15. Do analýzy byly zařazeni pacienti na základě propensity analýzy. Soubory se nelišily v četnosti přídatných výkonů, jako byl výkon na trikuspidální chlopni a ablace fibrilace síní. Při porovnání celkových nákladů na hospitalizaci nebyl mezi oběma soubory zjištěn statisticky významný rozdíl (295 706 ± 172 698 Kč versus 318 314 ± 248 421 Kč; $p = 0,481$). Nicméně v souboru pacientů operovaných miniinvazivně byly zjištěny významně nižší náklady za krevní deriváty (medián: 5 265 Kč (IQR; 0–9 842) versus 7 923 Kč (2 728–13 643); $p < 0,001$). Naopak u pacientů operovaných miniinvazivně byly zjištěny významně vyšší finanční náklady za operační sál (134 111 ± 39 153 Kč versus 119 462 ± 48 006 Kč; $p < 0,001$) a za celkový materiál (medián: 94 320 Kč (IQR; 70 321–117 102) versus 79 162 Kč (55 536–96 972); $p < 0,001$). Na celkovém vyrovnání finančních nákladů mezi oběma chirurgickými přístupy se podílely významně menší náklady na léčbu mimo operační sály (JIP a standardní oddělení) (medián: 126 352 Kč (IQR; 99 832–163 309) versus 147 648 Kč (115 291–207 624); $p < 0,004$).

Tabulka 15: Přehled vybraných ekonomických ukazatelů souborů MINITORAKOTOMIE-„propensity-párování“ a STERNOTOMIE-„propensity-párování“

	MINITORAKOTOMIE „propensity-párování“ N = 158	STERNOTOMIE „propensity-párování“ N = 225	p - hodnota
CELKOVÉ NÁKLADY (Kč)	295 706 ± 172 698	318 314 ± 248 421	0.481
NÁKLADY ZA KREVŇÍ DERIVÁTY (Kč)	5 265 (0–9 842)	7 923 (2 728–13 643)	<0.001
NÁKLADY ZA Haemocomplettan + Ocplex (Kč)	4 080 ± 11 886	9 880 ± 24 727	0.066
NÁKLADY ZA MATERIÁL (Kč)	94 320 (70 321–117 102)	79 162 (55 536–96 972)	<0.001
NÁKLADY NA OPERAČNÍM SÁLE (Kč)	134 111 ± 39 153	119 462 ± 48 006	<0.001
- ZA MATERIÁL (Kč)	91 401 ± 33 501	76 797 ± 42 192	<0.001
NÁKLADY MIMO OPERAČNÍ SÁL (Kč)	126 352 (99 832–163 309)	147 648 (115 291–207 624)	0.004

8. Diskuze

Počátkem éry méně invazivní chirurgie je datum 12. září 1985, kdy Eric Mühe (Bíblingen, Německo) provedl první laparoskopickou cholecystektomii [155]. Ta se v následujících letech stala „zlatým“ standardem při cholecystektomii. Narůstající zájem o laparoskopické operace ve všeobecné chirurgii tak podnítil kardiochirurgy ve vývoji méně invazivních metod v léčbě srdečních onemocnění. Tento vývoj byl také podpořen technickým zdokonalením systému mimotělního oběhu, vývojem nových typů kanyl mimotělního oběhu, vývojem nového instrumentária, zobrazovací techniky a zdokonalením transesofageální echokardiografie. Vzniká miniinvazivní kardiochirurgie. Miniinvazivní kardiochirurgie („minimally invasive cardiac surgery“) byla následně americkou kardiochirurgickou společností The Society of Thoracic Surgeons definována jako jakákoliv procedura, která nevyžaduje provedení kompletní sternotomie a použití mimotělního oběhu [170]. V případě výkonů na mitrální chlopni je stále nutnou podmínkou úspěšného provedení operace použití mimotělní oběhu. Z tohoto důvodu se jako „minimally invasive mitral valve surgery“ označují výkony bez použití kompletní mediální sternotomie. V kontextu této definice zcela specifickou skupinu miniinvazivních srdečních operací představují videoasistované operace na mitrální chlopni. Poprvé byla operace tohoto typu provedena prof. Carpentierem v roce 1996. Operace byla určena k výkonům na mitrální chlopni. Postupem času se začala využívat pro další typy výkonů. Především k léčbě patologií pravé a levé srdeční síně, mezisíňového septa a léčbě vad atrioventrikulárních chlopní. Důvodem pro zavedení těchto metod do klinické praxe byla snaha o snížení závažných peroperačních a pooperačních komplikací, které se mohou vyskytnout při klasicky vedené srdeční operaci ze sternotomie. Především je to snížení rizika dehiscence sternu a mediastinitidy, které jsou závažnou komplikací kardiochirurgických výkonů s vysokou morbiditou a zvýšenými ekonomickými náklady na léčbu [168]. Další důvody představují ranné infekční komplikace, zmenšení pooperační bolestivosti, zkrácení pooperační hospitalizace, rychlejší návrat pacientů do běžných denních činností a zlepšení kosmetického efektu.

Cílem této práce bylo porovnat peroperační a pooperační výsledky, jakož i střednědobé výsledky miniinvazivního přístupu v chirurgické léčbě mitrálních vad a výkony provedené z mediální sternotomie. Zatím nedostatečně zodpovězená je stále otázka přínosu

miniinvasivního přístupu v každodenní klinické praxi. V České republice se jedná o studii, která nebyla doposud publikována. Hodnotí nejen klinická data, ale prezentuje také ekonomické náklady na chirurgickou léčbu mitrálních vad s použitím rozdílných chirurgických přístupů.

V roce 2010 byly publikovány výsledky metaanalýzy The International Society of Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery (ISMICS) [61, 91]. Cílem této práce bylo zhodnotit zkušenosti a výsledky operací mitrální chlopně z miniinvasivního přístupu a porovnat je s klasicky prováděnými operacemi ze sternotomie. Důležitým výsledkem této metaanalýzy bylo především zjištění statisticky srovnatelné 30denní perioperační letality u obou operačních technik (1,2 % versus 1,5 %; $p = 0,85$). V závěru autoři konstatují, že je miniinvasivní přístup při výkonu na mitrální chlopni alternativou sternotomie, s doporučením třídy IIb dle klasifikace American Heart Association/American College of Cardiology. Nutno ale uvést, že v řadě sledovaných parametrů byl miniinvasivní přístup spojen s horšími výsledky než sternotomie (např. četnost CMP, aortální disekce). Zkušenosti z poslední doby však tyto výsledky nepodporují. Především je nutné zdůraznit, že se jedná o metaanalýzu, která byla především založena na retrospektivních analýzách (bez propensity párování) a dále zahrnuje studie s odlišným typem operační techniky a vedení mimotělního oběhu. Byly sem zahrnuty studie s použitím transtorakální okluze, tak i „endoclampu“. Způsob okluze aorty se v dalších letech ukázal jako jeden z možných rizikových faktorů vzniku CMP a disekce aorty. Potřeba nového a přesného zhodnocení dvou chirurgických metod, jako je minitorakotomie a sternotomie, při operacích na mitrální chlopni nás vedla k realizaci této studie.

Pokud se týká porovnání časných výsledků u pacientů operovaných z minitorakotomie a sternotomie, byla na základě propensity analýzy zjištěna nízká 30denní letalita v obou souborech, která se statisticky významně nelišila (1 % versus 3 %; $p = 0,247$). Výsledky v obou souborech tak odpovídají hodnotám, která jsou publikovány v literatuře. Seeburrger et al. z Lipska uvádí 30denní letalitu 2,4 % u miniinvasivního přístupu [166]. Sündermann et al. v metaanalýze zahrnující 3 prospektivně randomizované studie a 42 retrospektivních nerandomizovaných studií uvádí statisticky nevýznamný rozdíl v 30denní letalitě mezi oběma přístupy (1,4 % versus 1,7 %; $p = \text{NS}$) [180]. Metaanalýza, kterou publikovali Cheng et al. (zahrnovala 2 randomizované a 33 nerandomizovaných studií), uvádí statisticky nevýznamné rozdíly v časné pooperační letalitě (1,2 % versus 1,5 %; $p = 0,85$). Také subanalýza z hlediska

použité techniky okluze vzestupné aorty nezaznamenala rozdílnou letalitu mezi miniinvazivním a standardním přístupem [91].

Diskutabilním problémem je vznik peroperační cévní mozkové příhody a akutní aortální disekce. V literatuře je ve spojitosti s miniinvazivním přístupem dáván vznik těchto dvou komplikací do souvislosti s rozdílnou technikou vedení mimotělního oběhu, kanylace pro mimotělní oběh a okluzí vzestupné aorty. V naší studii jsme nezjistili statisticky významný rozdíl v četnosti CMP + TIA mezi oběma chirurgickými přístupy (3 % versus 2 %; $p = 0,722$). Akutní aortální disekce nebyla zaznamenána ani v jednom souboru. Sündermann et al. v již citované metaanalýze, ve shodě s naší studií, nezjistili rozdíl v četnosti CMP mezi oběma přístupy (1,7 % versus 1,6 %; $p = \text{NS}$). Autoři studie provedli subanalýzu dle typu okluze vzestupné aorty. Při použití transtorakální svorky byla zjištěna nižší četnost CMP u pacientů operovaných miniinvazivně (RR 0,39; $p < 0,001$). Ve studiích, kde byla použita endoaortální okluze, byla četnost CMP vyšší v neprospěch miniinvazivního přístupu (1,89; $p > 0,2$). Četnost akutní aortální disekce byla v této metaanalýze velmi nízká, a mezi oběma přístupy nebyl zjištěn významný rozdíl [180]. Cheng et al. naopak uvádějí statisticky významný rozdíl v četnosti CMP mezi oběma soubory. Vyšší četnost byla u pacientů operovaných miniinvazivním přístupem (2,1 % versus 1,2 %; $p < 0,0001$). Také v této publikaci bylo zjištěno vyšší riziko CMP u pacientů (RR 1,72), kde byla použita „endoaortální“ okluze. Ve studiích s použitou transtorakální okluzí bylo riziko CMP naopak nižší (RR 0,80). Riziko akutní aortální disekce bylo v této metaanalýze vyšší v souboru operovaných miniinvazivně (0,2 % versus 0 %; $p = 0,04$, RR = 6,04; $p = 0,04$) [91]. Výsledky těchto metaanalýz jsou podpořeny výsledky recentních studií. V těchto retrospektivních studiích s propensity párováním nebyl zjištěn rozdíl v četnosti CMP mezi oběma soubory [78, 79, 138]. Nízká četnost CMP u miniinvazivního přístupu je dávana do souvislosti s vývojem techniky vedení mimotělního oběhu a okluzí aorty. Přispívá k tomu bezpečná technika kanylace pro mimotělní oběh pod ultrazvukovou kontrolou, kontrola tlaků v systému MO, na většině pracovišť je častěji používána technika transtorakální okluze vzestupné aorty, ale také detailní předoperační vyšetření pomocí angioCT.

Z hlediska dalších sledovaných parametrů jsme v naší studii zjistili statisticky významně nižší četnost pooperační revize pro krvácení u miniinvazivního přístupu (4 % versus 10 %; $p = 0,029$; OR: 2,739; $p = 0,029$) a menší průměrné množství krevních ztrát za 24 hodin

(661,7 ± 466,8 ml versus 832,9 ± 852,0 ml; $p = 0,016$). Tomu odpovídala i významně nižší četnost podání krevních derivátů u miniinvazivního přístupu (59 % versus 76 %; $p = 0,001$; OR: 2,100; $p = 0,001$) a menší průměrná spotřeba krevních derivátů (2,7 ± 4,2 versus 4,6 ± 6,3; $p < 0,001$). Výsledky týkající se pooperační revize a spotřeby krevních derivátů jsou ve většině publikovaných studií obdobné [79, 179, 180]. Tyto výsledky se tak významně podílejí na kompenzaci vyšších finančních nákladů na operaci a operační materiál a vyrovnávají celkové finanční náklady.

Z hlediska délky pooperační intubace, jako jednoho parametru ovlivňujícího pooperační průběh, byla tendence ke kratší průměrné délce pooperační intubace u pacientů operovaných z minitorakotomie (13,0 ± 14,2 hod versus 20,9 ± 63,2 hod; $p = 0,256$). Především byla zjištěna nižší četnost prolongované pooperační intubace (> 24 hod) u miniinvazivního přístupu (6 % versus 13 %; $p = 0,016$; OR: 2,541; $p = 0,016$). K těmto výsledkům dospěli také autoři některých studií a metaanalýz [78, 91, 180]. Svensson et al. uvádějí 18% četnost extubace na operačním sále u miniinvazivního přístupu versus 5,7% u sternotomie ($p < 0,0001$) [183].

V dalších sledovaných pooperačních parametrech, jako je četnost ranné infekce ($p = 0,087$), močové infekce ($p = 0,206$), bronchopneumonie ($p = 0,426$), závažných gastrointestinálních komplikací ($p = 0,317$), fibrilace nebo flutteru síní ($p = 1,0$), pooperační dialýzy ($p = 1,0$), pooperačního psychosyndromu ($p = 0,157$), infarktu myokardu ($p = 0,233$) nebo prolongované hospitalizace ($p = 0,225$), nebyly zjištěny významné rozdíly.

Předmětem diskuze v literatuře je rozdílná délka mimotělního oběhu a srdeční zástavy mezi oběma přístupy [27, 91, 179, 180, 182]. Lze konstatovat, že většina studií uvádí delší časy těchto parametrů u miniinvazivního přístupu. K tomuto faktu jsme dospěli také v naší studii, byl zjištěn významně delší průměrný čas mimotělního oběhu (145,6 ± 31,9 minut versus 110,7 ± 35,9 minut; $p < 0,001$) a srdeční zástavy (97,7 ± 25,4 minut versus 84,8 ± 28,0 minut; $p < 0,001$) v souboru pacientů operovaných z minitorakotomie. Tomu také odpovídala delší průměrná délka operace (232,0 ± 44,5 minut versus 226,4 ± 66,0; $p = 0,010$). Jak bylo uvedeno výše, tyto delší průměrné časy nebyly ve výsledku spojeny s komplikovanějším pooperačním průběhem nebo vyšší četností pooperačních komplikací u miniinvazivního přístupu.

Na tomto místě je nutné se zmínit o specifických pooperačních komplikacích, které jsou spojeny s použitím miniinvazivního chirurgického přístupu. Obávanou komplikací je peroperační konverze na sternotomii. Její četnost je však nízká a v literatuře pohybuje mezi 1 a 4 % [76, 91, 133, 190]. Ke srovnatelnému výsledku jsme dospěli v naší studii, kdy jsme museli provést konverzi u dvou pacientů (1,1 %). Specifickou komplikací je také vznik pooperační herniace plíce do mezižebního prostoru. Výskyt této komplikace je v literatuře málo diskutován. V našem souboru byla herniace zjištěna u čtyř pacientů a následně vedla ke změně strategie uzávěru operační rány. Na vzniku se nepochybně podílela přílišná distenze mezižebří kovovým retraktorem. V dalším období byl používán výhradně tzv. soft tissue retraktor. Kanylace cév v tříse může být spojena s poraněním lymfatických cest a vznikem pooperační lymfokély. Četnost se v literatuře pohybuje mezi 1 a 7 % [2, 8, 37, 91, 115, 152]. Tato komplikace se vyskytla v naší studii u sedmi (3,7 %) pacientů. V literatuře je diskutováno několik chirurgických technik, které vedou k nižšímu výskytu lymfokély. Uváděna je technika šikmého řezu nad inguinálním ligamentem nebo v poslední době používaná technika perkutánního zavedení kanyl mimotělního oběhu [151, 185]. Život ohrožující komplikací představuje tzv. acute lung injury s jednostranným re-expanzním plicním edémem. V našem souboru se u dvou pacientů (1,1 %) operovaných miniinvazivním přístupem rozvinuly klinické příznaky „acute lung injury“ s re-expanzním plicním edémem. Re-expanzní plicní edém je především dáván do souvislosti s jednostrannou selektivní plicní ventilací. V našem souboru jsme preferovali provedení miniinvazivního přístupu metodou videoasistence bez použití selektivní plicní ventilace. Za zásadní také pokládáme preventivní opatření a snahu o eliminaci dalších rizikových faktorů, jako je hyperinflace plicní tkáně, hyperoxygenace, zkrácená délka kolapsu plicní tkáně nebo minimální mechanická traumatizace plicní tkáně.

Z hlediska efektivity operačního zákroku se v literatuře často uvádějí střednědobé a dlouhodobé výsledky operace. Především se jedná o přežívání („survival“) a interval bez nutnosti reoperace na mitrální chlopni. V naší studii jsme na základě Kaplan-Meierovy analýzy nezjistili významný rozdíl ve střednědobém přežívání mezi oběma soubory ($p = 0,210$). Jednoroční a 5leté přežívání bylo 96 % a 93 % u pacientů operovaných z minitorakotomie a u pacientů operovaných ze sternotomie 95 %, resp. 86 %. Výsledky odpovídají údajům publikovaným v literatuře. Jiní autoři uvádějí srovnatelné střednědobé přežívání při porovnání obou chirurgických přístupů [78, 79, 116, 183]. Srovnání

dlouhodobých výsledků uvádějí Mkalaluh et al., kdy 10leté přežívání bylo 84 % u miniinvazivního přístupu a 70 % u sternotomie ($p = 0,004$) [138]. Goldstone et al. uvádějí 9leté přežívání 99 % versus 95 % ($p = 0,8$) u pacientů s degenerativní etiologií mitrální vady [78]. Velmi dobré krátkodobé a dlouhodobé výsledky miniinvazivního přístupu, které jsou srovnatelné s mediální sternotomií, svědčí pro bezpečnost miniinvazivního přístupu.

Další faktory, jako jsou pooperační morbidita, trvanlivost výkonu na mitrální chlopni a kvalita života, je nutné vzít v potaz při porovnání těchto dvou chirurgických přístupů. Diskutovanou otázkou je kvalita provedeného výkonu na mitrální chlopni při použití miniinvazivního výkonu. To se týká především zachovných výkonů na mitrální chlopni. V této studii byla data u pacientů operovaných ze sternotomie získána retrospektivně a nebylo možné získat dlouhodobá data ultrazvukových kontrol. Na základě Kaplan-Meierovy analýzy jsme však provedli odhad a srovnání přežití bez reoperace na mitrální chlopni (tzv. freedom from mitral valve reoperation). Srovnání střednědobých výsledků přežívání bez reoperace na mitrální chlopni nezjistilo významný rozdíl ($p = 0,856$). V 5 letech 95 % pacientů operovaných z minitorakotomie a 94 % pacientů operovaných ze sternotomie nemuselo podstoupit reoperaci. Tyto velmi dobré výsledky podporují také výsledky uváděné v literatuře. Grant et al. z University of Manchester publikovali výsledky retrospektivní studie. Kaplan-Meierova analýza uvádí 86,1% (minitorakotomie) versus 84,1% (sternotomie) přežívání bez nutnosti reoperace v 8 letech ($p = 0,40$) [79]. Lange et al. z Mnichova uvádějí v retrospektivní studii 5leté výsledky. Pacientů, kteří nemuseli být reoperováni bylo 93,5 % u miniinvazivního přístupu a 97,9 % u pacientů operovaných ze sternotomie ($p = 0,16$). Oba přístupy se také nelišily ve střednědobých výsledcích provedené plastiky mitrální chlopně. Po 5 letech mělo 92,3 % versus 97,9 % ($p = 0,19$) pacientů mitrální regurgitaci menší než 2. stupně [116]. Srovnatelné střednědobé výsledky zachovných výkonů na mitrální chlopni publikovali Svensson et al. z Cleveland Clinic v retrospektivní studii s propensity analýzou. Pacientů s mitrální regurgitací 3. a 4. stupně bylo 5 let po operaci 5 % v miniinvazivním souboru a 7 % v souboru pacientů operovaných ze sternotomie ($p > 0,7$) [183]. Kvalitou plastiky mitrální chlopně u pacientů operovaných z minitorakotomie a sternotomie se detailně zabývá práce, kterou publikovali Raanani et al. Ve 4letém sledování mělo na základě echokardiografického vyšetření mitrální regurgitaci ≤ 2 . stupně v souboru minitorakotomie 82 % pacientů a v souboru sternotomie 91 % pacientů ($p = 0,9$) [152]. K obdobným výsledkům dospěli Yoo

et al. v retrospektivní studii. Bez mitrální regurgitace > 2. stupně bylo po 5 letech 86,1 % versus 85,3 % pacientů ($p = 0,19$). Použití minitorakotomie bylo spojeno se shodným rizikem vzniku významné regurgitace (HR 0,81; $p = 0,67$) [201].

Zajímavým zjištěním naší studie byla vyšší četnost záchového výkonu u pacientů s izolovanou mitrální regurgitací v souboru pacientů operovaných z minitorakotomie (97 % versus 77 %; $p < 0,001$). Oba chirurgické přístupy se také lišily z hlediska typu plastiky chlopně u pacientů s prolapsem cípu mitrální chlopně. U miniinvazivního přístupu byly častěji použity „neochordy“ (83 % versus 53 %; $p < 0,001$). Publikované výsledky studie, kterou provedli Goldstone et al., podporují naše výsledky častějšího použití implantace „neochord“ z miniinvazivního přístupu u degenerativních vad [78]. Na základě vlastních zkušeností a publikovaných výsledků jsme přesvědčeni, že miniinvazivní chirurgický přístup při operaci mitrální regurgitace nezvyšuje riziko peroperačního selhání plastiky chlopně. Riziko selhání se také nezvyšuje v dlouhodobém průběhu. Seeburger et al. vyvracejí obavy z použití miniinvazivního přístupu u komplexních vad na podkladě prolapsu jednoho nebo více cípů mitrální chlopně. V publikaci prezentují výsledky u pacientů s prolapsem zadního cípu (PML), předního cípu (AML) a obou cípů (BL) mitrální chlopně. Na základě Kaplan-Meierovy analýzy bylo 5leté přežívání bez reoperace 96,1 % (PML), 92,4 % (AML) a 95,9 % (BL) [165]. Nasso et al. v prospektivní randomizované studii srovnávají miniinvazivní a klasický přístup u pacientů s Barlowovou nemocí mitrální chlopně. Autoři nezjistili rozdíl ve funkčních výsledcích plastik mitrální chlopně a ve střednědobých výsledcích mezi oběma soubory [144].

Pouze zcela výjimečně jsou publikovány ekonomické náklady na chirurgickou léčbu mitrálních vad dle chirurgického přístupu. V naší studii jsme provedli porovnání vybraných finančních ukazatelů mezi miniinvazivním přístupem a mediální sternotomií. Jednalo se o soubory získané propensity párováním. Průměrné náklady na celkovou hospitalizaci se mezi oběma soubory statisticky významně nelišily (295 706 ± 172 698 Kč versus 318 314 ± 248 421 Kč; $p = 0,481$). Významně vyšší finanční náklady na operačním sále ($p < 0,001$) a za celkový materiál ($p < 0,001$) u miniinvazivního přístupu byly vyváženy významně nižší náklady za krevní deriváty ($p < 0,001$) a náklady na léčbu mimo operační sály ($p < 0,004$).

Hawkins et al. z University of Virginia (USA) provedli srovnání využití ekonomických zdrojů u pacientů operovaných miniinvazivně a ze sternotomie. Ve shodě s našimi výsledky uvádějí

autoři této studie srovnatelné průměrné celkové náklady na hospitalizaci pro oba chirurgické přístupy (49 703 \$ versus 54 970 \$; $p = 0,235$). Miniinvazivní přístup byl spojen s významně menšími náklady za krevní deriváty a naopak s významně vyššími náklady za operační sál. V lineární regresní analýze nebyl miniinvazivní přístup zjištěn jako významný faktor pro zvýšené ekonomické náklady [56, 85]. Atluri et al. v propensity analýze zjistili srovnatelné celkové hospitalizační finanční náklady pro oba chirurgické přístupy, a to i přes to, že u pacientů operovaných miniinvazivně byl použit finančně nákladný „endoclip“. Vyšší operační náklady byly kompenzovány nižšími náklady na pooperační péči a krevní deriváty [7]. Také Sündermann et al. v metaanalýze porovnávající oba chirurgické přístupy uvádějí srovnatelné celkové finanční náklady [180]. Autoři těchto studií se shodují v konstatování, že je miniinvazivní přístup srovnatelný s mediální sternotomií ve využití finančních zdrojů a finanční rentabilitě [7, 85, 56, 162, 180].

Někteří autoři publikovali srovnávací analýzy miniinvazivního přístupu a mediální sternotomie u specifických skupin pacientů. Cílem bylo odpovědět na otázku, zdali je miniinvazivní přístup bezpečnou, nebo dokonce lepší alternativou mediální sternotomie u pacientů s již přítomným rizikovým faktorem (např. vysoký věk, obezita, plicní onemocnění). [163]. V naší studii jsme provedli subanalýzu pro pacienty s věkem nad 70 let a dále pro pacienty s body mass indexem nad 30 kg m⁻². U pacientů s věkem nad 70 let jsme v naší studii zjistili nižší 30denní letalitu (0 % versus 8 %; $p = 0,032$) u pacientů operovaných miniinvazivně. U tohoto přístupu byla také zjištěna nižší četnost podání krevních derivátů (67 % versus 84 %; $p = 0,008$) a průměrná spotřeba krevních derivátů ($2,5 \pm 3,3$ versus $5,5 \pm 6,5$; $p < 0,001$). Na základě Kaplan-Meierovy analýzy bylo stanoveno 1roční a 5leté přežívání 96 % a 85 % u pacientů operovaných z minitorakotomie a u pacientů operovaných ze sternotomie 89 %, resp. 79 %. Celkové přežívání bylo významně větší v souboru pacientů operovaných z minitorakotomie ($p = 0,039$). Holzhey et al. shodně provedli srovnávací analýzu miniinvazivního přístupu a mediální sternotomie u pacientů starších 70 let. Pooperační 30denní letalita (7,7 % versus 6,3 %; $p = 0,82$) a kombinované kardiovaskulární a cerebrovaskulární pooperační komplikace (11,2 % versus 12,6 %; $p = 0,86$) se mezi oběma přístupy statisticky významně nelišily. Autoři této studie konstatují, že je miniinvazivní přístup pro pacienty vyšších věkových skupin bezpečnou alternativou mediální sternotomie [88]. Lamelas et al. v obdobné studii u pacientů nad 75 let zjistili nižší morbiditu a letalitu

(1,7 % versus 9,5 %; $P = 0,01$) u miniinvazivního přístupu [114]. Moscareli et al. publikovali metaanalýzu, jejímž cílem bylo porovnat miniinvazivní přístup a mediální sternotomii při výkonu na mitrální nebo aortální chlopni u „starších“ pacientů. Autoři nezjistili statisticky významný rozdíl v časné letalitě (4,8 % versus 2,6 %; $p = 0,86$). Autoři v závěru uvádějí nízkou letalitu u starších pacientů operovaných z miniinvazivního přístupu a nízké riziko pooperačních komplikací. Miniinvazivní přístup pro pacienty vyšších věkových skupin představuje bezpečný přístup. [140].

V další subanalýze jsme provedli porovnání miniinvazivního a standardního přístupu při operacích na mitrální chlopni u obézních pacientů ($BMI \geq 30 \text{ kg m}^{-2}$). Jedná se o skupinu pacientů, kde je obecně vyšší riziko ranných komplikací, dehiscence sternotomie a dalších pooperačních komplikací. Miniinvazivní přístup byl v této studii spojen s nižší četností podání krevních derivátů (55 % versus 75 %; $p = 0,009$) a nižší průměrnou spotřebou krevních derivátů ($2,7 \pm 3,8$ versus $4,8 \pm 6,9$; $p < 0,026$). Naopak byl spojen s delší dobou mimotělního oběhu ($148,2 \pm 33,4$ min versus $113,0 \pm 31,5$ min; $p < 0,001$). V dalších parametrech jsme významný rozdíl nezjistili. Porovnání miniinvazivního výkonu a mediální sternotomie u obézních pacientů (BMI nad 30 kg m^{-2}) podstupujících chlopní operaci (mitrální nebo aortální) provedli Santana et al. Méně pooperačních komplikací bylo zaznamenáno u pacientů operovaných z miniinvazivního přístupu (23,5 % versus 51,0 %; $p = 0,034$). Především se jednalo o nižší četnost akutního renálního selhání ($p = 0,041$), kratší intubaci ($p = 0,049$), nižší četnost reintubace ($p = 0,032$) nebo nižší letalitu ($p = 0,041$) [164].

Důležitým hlediskem při posuzování invazivity chirurgického přístupu je hodnocení bolestivosti v pooperačním období a kvality života po operaci. Walther et al. ve své práci srovnávají pooperační bolestivost a kvalitu života u pacientů po miniinvazivním přístupu (minitorakotomie) a po sternotomii. Autoři v závěru konstatují menší pooperační bolestivost od 3. pooperačního dne u miniinvazivního přístupu. Kvalita života po operaci byla u obou přístupů srovnatelná [192]. Ke shodným závěrům došli také Yamada et al., kteří popisují významně menší potřebu analgetické terapie a lepší kvalitu života v pooperačním období u miniinvazivního přístupu [198]. Glower et al. uvádějí v průměru o 5 týdnů rychlejší návrat pacientů k „normální“ fyzické aktivitě u pacientů operovaných z minitorakotomie [77]. Autoři těchto studií se shodují na menší bolestivosti miniinvazivního přístupu, kterou dávají do souvislosti s menším operačním traumatem, zachovanou stabilitou hrudní kosti nebo menší

traumatizací okolních tkání. Zároveň upozorňují na nutnost adekvátně vedené analgetické terapie. To se týká především prvních 24–48 hodin po operaci. K optimalizaci analgetické terapie a snížení dávek systémově podávaných analgetik někteří autoři doporučují tzv. lokální analgetickou terapii, např. pomocí zavedeného „interkostálního“ nebo „paravertebrálního“ katétru nebo pomocí „regionální blokády“ [30, 45, 64].

V posledních letech se při operacích na mitrální chlopni stále častěji setkáváme s další miniinvazivní technikou. Jedná se o roboticky asistované výkony na mitrální chlopni. Z hlediska přístupu se jistě jedná o nejméně invazivní chirurgickou metodu. Nicméně tento přístup je z hlediska technologického a technického provedení nejsložitější. Publikované výsledky prokazují velmi nízké riziko časně letality do 1 % a nízké riziko vzniku závažných pooperačních komplikací, jako je CMP (0,5–1,5 %) nebo revize pro krvácení (2–3,5 %). Většina publikací shodně uvádí delší čas mimotělního oběhu a srdeční zástavy v porovnání se sternotomií a videoasistovaným přístupem [28, 75, 85, 108, 145, 149]. Publikované výsledky jednoznačně prokazují efektivitu tohoto přístupu z hlediska vlastního výkonu na mitrální chlopni. Úspěšná plastika na mitrální chlopni byla provedena ve více než 95 % případů a také střednědobé výsledky trvanlivosti plastik jsou srovnatelné s jinými chirurgickými přístupy [75, 85, 108, 145, 149]. Diskutabilním problémem robotického přístupu jsou vysoké ekonomické náklady. Ty jsou dány především vysokými náklady na pořízení robotického systému a vyššími pooperačními náklady. Publikované práce se však shodují na nižších finančních nákladech v pooperačním období [26, 136, 141]. Přínos robotického systému je spatřován především ve velmi dobrém kosmetickém efektu, nízkém riziku pooperační letality, nízké pooperační morbiditě, vysoké úspěšnosti zachovného výkonu na chlopni, krátké hospitalizaci a rychlejším návratu pacientů k běžné fyzické aktivitě. Zároveň ale upozorňují na nutnost selektivního výběru pacientů a provádění těchto výkonů ve specializovaných centrech robotické kardiochirurgie.

9. Závěr

Miniinvazivní chirurgický přístup při operacích na mitrální chlopni s sebou nese zcela odlišný přístup v chirurgické technice, kanylaci pro mimotělní oběh nebo způsobu vedení mimotělního oběhu. Metoda operování z minitorakotomie má také některá specifická rizika a komplikace. V této retrospektivní analýze pacientů operovaných videoasistovaným způsobem z minitorakotomie a mediální sternotomie v letech 2012–2018 jsme pomocí propensity párování provedli srovnání miniinvazivní metody s osvědčeným chirurgickým přístupem mediální sternotomií.

Na základě výsledků naší studie a zkušeností s miniinvazivním přístupem při operacích mitrální chlopně lze závěry formulovat do několika následujících bodů:

- Důležitým zjištěním studie je potvrzení bezpečnosti miniinvazivní techniky jak z hlediska krátkodobých výsledků, tak výsledků střednědobých. Bezpečnost metody je zachována také u pacientů vyššího věku. Miniinvazivní přístup nepředstavuje riziko ve vlastním výkonu na mitrální chlopni a umožňuje efektivní provedení záchového výkonu i u složitých rekonstrukcí s dobrými střednědobými výsledky.
- Miniinvazivní přístup z minitorakotomie je spojen s menším rizikem pooperační revize pro krvácení, menšími krevními ztrátami, menší četností podání krevních derivátů a průměrnou spotřebou krevních derivátů a menší četností prolongované plicní ventilace. Zcela nepochybný je výrazně lepší kosmetický efekt. Celkové ekonomické náklady miniinvazivního přístupu jsou srovnatelné s mediální sternotomií.
- Videoasistovaný přístup z minitorakotomie je oproti mediální sternotomii spojen s delším časem mimotělního oběhu a srdeční zástavy. Tyto výsledky však nejsou spojeny s komplikovanějším pooperačním průběhem nebo vyšší četností pooperačních komplikací u miniinvazivního přístupu. Riziko pooperační konverze na sternotomii nebo četnost dalších specifických komplikací (lymfokéla, plicní herniace, re-expanzní plicní edém, paréza *nervus phrenicus*) miniinvazivního přístupu je nízká.

- Na základě vlastních zkušeností jsme přesvědčeni, že základním předpokladem úspěšného provedení výkonu na mitrální chlopni z miniinvazivního přístupu je velmi úzká spolupráce celého kardiologického týmu, včetně anesteziologa a perfuzionisty. Je nezbytné, aby celý tým znal specifika, rizika a limity této metody. Pouze tak lze pro konkrétního pacienta zvolit optimální způsob léčby a provést i vysoce náročný rekonstrukční výkon na mitrální chlopni.
- Použití miniinvazivního chirurgického přístupu by mělo být zváženo u všech pacientů, kteří splňují indikační kritéria k chirurgické léčbě mitrální vady a zároveň nemají kontraindikace k miniinvazivnímu přístupu.
- Výsledky miniinvazivních perkutánních intervencí na mitrální chlopni by v budoucnu měly být především srovnávány s velmi dobrými výsledky miniinvazivního chirurgického přístupu.

10. Literatura

1. Ailawadi G, Agnihotri AK, Mehall JR, et al. Minimally Invasive Mitral Valve Surgery I: Patient Selection, Evaluation, and Planning. *Innovations (Phila)*. 2016; 11(4): 243–250.
2. Aklog L, Adams DH, Couper GS, et al. Techniques and results of direct-access minimally invasive mitral valve surgery: a paradigm for the future. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1998; 116(5): 705–715.
3. Anderson RH, Kanani M. Mitral valve repair: critical analysis of the anatomy discussed. *Multimed Man Cardiothorac Surg*. 2007; 2007(102): mmcts.2006.002147
4. Arcidi JM Jr, Rodriguez E, Elbeery JR, et al. Fifteen-year experience with minimally invasive approach for reoperations involving the mitral valve. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012; 143(5): 1062–1068.
5. Aris A. Francisco Romero, the first heart surgeon. *Ann Thorac Surg*. 1997; 64(3): 870–871.
6. Athanassiadi K, Bagaev E, Simon A, et al. Lung herniation: a rare complication in minimally invasive cardiothoracic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008; 33(5): 774–776.
7. Atluri P, Stetson RL, Hung G, et al. Minimally invasive mitral valve surgery is associated with equivalent cost and shorter hospital stay when compared with traditional sternotomy. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016; 151(2): 385–388.
8. Aybek T, Dogan S, Risteski PS, et al. Two hundred forty minimally invasive mitral operations through right minithoracotomy. *Ann Thorac Surg*. 2006; 81(5): 1618–1624.
9. Bailey CP, O’Neill TJ, Glover RP, et al. Surgical repair of mitral insufficiency. *Dis Chest*. 1951; 19(2): 125–137.
10. Bailey CP. Surgical treatment of mitral stenosis (mitral commissurotomy). *Dis Chest*. 1949; 15(4): 377–397.
11. Bedeir K, Reardon M, Ramchandani M, et al. Elevated Stroke Risk Associated With Femoral Artery Cannulation During Mitral Valve Surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2015; 27(2): 97–103.
12. Bigelow WG, Bigelow WG, Callaghan JC, et al. General hypothermia for experimental intracardiac surgery; the use of electrophrenic respirations, an artificial pacemaker for

- cardiac standstill and radio-frequency rewarming in general hypothermia. *Ann Surg.* 1950; 132(3): 531–539.
13. Bigelow WG, Lindsay WK, Harrison RC, et al. Oxygen transport and utilization in dogs at low body temperatures. *Am J Physiol.* 1950; 160(1): 125–137.
 14. Binet JP, Carpentier A, Langlois J, et al. Implantation of heterogenic valves in the treatment of aortic cardiopathies. *C R Acad Sci Hebd Seances Acad Sci D.* 1965; 261(25): 5733–5734.
 15. Blatchford JW. Ludwig Rehn: the first successful cardiorrhaphy. *Ann Thorac Surg.* 1985; 39(5): 492–495.
 16. Braathen B, Jeppsson A, Scherstén H, et al. One single dose of histidine-tryptophan-ketoglutarate solution gives equally good myocardial protection in elective mitral valve surgery as repetitive cold blood cardioplegia: a prospective randomized study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011; 141(4): 995–1001.
 17. Braunberger E, Deloche A, Berrebi A, et al. Very long-term results (more than 20 years) of valve repair with carpentier's techniques in nonrheumatic mitral valve insufficiency. *Circulation.* 2001; 104(12 Suppl 1): I8–11.
 18. Braunwald E. Nina Starr Braunwald: some reflections on the first woman heart surgeon. *Ann Thorac Surg.* 2001; 71(2 Suppl): S6–7.
 19. Braunwald NS, Cooper T, Morrow AG. Complete replacement of the mitral valve. Successful clinical application of a flexible polyurethane prosthesis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1960; 40: 1–11.
 20. Braunwald NS. It will work: the first successful mitral valve replacement. *Ann Thorac Surg.* 1989; 48(3 Suppl): S1–3.
 21. Bretschneider HJ, Hübner G, Knoll D, et al. Myocardial resistance and tolerance to ischemia: physiological and biochemical basis. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 1975; 16(3): 241–260.
 22. Bretschneider HJ. Myocardial protection. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1980; 28(5): 295–302.
 23. Brock RC. The surgery and pathological anatomy of the mitral valve. *Br Heart J.* 1952; 14(4): 489–513.

24. Burfeind WR, Glower DD, Davis RD, et al. Mitral surgery after prior cardiac operation: port-access versus sternotomy or thoracotomy. *Ann Thorac Surg.* 2002; 74(4): S1323–S1325.
25. Byrne JG, Karavas AN, Adams DH, et al. Partial upper re-sternotomy for AV replacement or re-replacement after previous cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg,* 2000; 18(13): 282–286.
26. Canale LS, Colafranceschi AS. Is robotic mitral valve surgery more expensive than its conventional counterpart? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2015; 20(6): 844–847.
27. Cao C, Gupta S, Chandrakumar D, et al. A meta-analysis of minimally invasive versus conventional mitral valve repair for patients with degenerative mitral disease. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013; 2(6): 693–703.
28. Cao C, Wolfenden H, Liou K, et al. A meta-analysis of robotic vs. conventional mitral valve surgery. *Ann Cardiothorac Surg.* 2015; 4(4): 305–314.
29. Capestro F, Matteucci S, Rescigno G, et al. A simplified technique for caval occlusion in reoperative small thoracotomies. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011; 142(2): 460–462.
30. Carmona P, Llagunes J, Casanova I, et al. Continuous paravertebral analgesia versus intravenous analgesia in minimally invasive cardiac surgery by mini-thoracotomy. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2012; 59(9): 476–482.
31. Carpentier A, Loulmet D, Aupècle B, et al. Computer assisted open heart surgery. First case operated on with success. *C R Acad Sci III.* 1998; 321(5): 437–442.
32. Carpentier A, Loulmet D, Carpentier A, et al. Open heart operation under videosurgery and minithoracotomy. First case (mitral valvuloplasty) operated with success. *C R Acad Sci III.* 1996; 319(3): 219–223.
33. Carpentier A, Nashef A, Carpentier S, et al. Techniques for prevention of calcification of valvular bioprostheses. *Circulation.* 1984; 70(3 Pt 2): 1165–168.
34. Carpentier A. Cardiac valve surgery--the "French correction". *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1983; 86(3): 323–337.
35. Cartwright RS, Paliche WE, Ford WB, et al. Combined replacement of aortic and mitral valves. *JAMA.* 1962; 180: 6–10.
36. Casselman FP, La Meir M, Jeanmart H, et al. Endoscopic mitral and tricuspid valve surgery after previous cardiac surgery. *Circulation.* 2007; 116(11 Suppl): I270–275.

37. Casselman FP, Van Slycke S, Wellens F, et al. Mitral valve surgery can now routinely be performed endoscopically. *Circulation*. 2003; 108 (Suppl 1): II48–54.
38. Cetinkaya A, Bramlage P, Schönburg M, et al. Atresia of the inferior vena cava in a patient undergoing mitral and tricuspid valve surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019; 28(2): 324–326.
39. Cohn LH, Adams DH, Couper GS, et al. Minimally invasive cardiac valve surgery improves patient satisfaction while reducing costs of cardiac valve replacement and repair. *Ann Surg*. 1997; 226(4): 421-6; discussion 427–428.
40. Cohn LH. History of cardiac surgery. In: *Cardiac surgery in the adult*. Third edition. New York: Mc Graw Hill Medical, 2008, s. 3–28. 1704 stran ISBN 978-0-07-149012-2
41. Cohn LH. Minimally invasive aortic valve surgery: technical considerations and results with the parasternal approach. *J Card Surg*, 1998; 13(4): 302–305.
42. Cohn LH. The First Successful Surgical Treatment of Mitral Stenosis: The 70th Anniversary of Elliot Cutler’s Mitral Commissurotomy. *Ann Thorac Surg*. 1993; 56(5): 1187–1190.
43. Cooley DA, Frazier OH. The past 50 years of cardiovascular surgery. *Circulation*. 2000; 102(20 Suppl 4): IV87–93.
44. Cosgrove DM 3rd, Sabik JF, Navia JL. Minimally invasive valve operations. *Ann Thorac Surg*. 1998; 65(6): 1535–1538; discussion 1538–1539.
45. Costa F, Nenna A, Barbato R, et al. Serratus anterior plane block for right minithoracotomy revision after mitral valve repair. *Minerva Anesthesiol*. 2017; 83(12): 1333–1334.
46. Crawford, FA. Horace Smithy: pioneer heart surgeon. *Ann Thorac Surg*. 2010; 89(6): 2067–2071.
47. Cutler EC, Levine SA. Cardiotomy and valvulotomy for mitral stenosis: experimental observations and clinical notes concerning an operated case with recovery. *Boston Med Surg J*. 1923; 188: 1023–1027.
48. Čerbák R. Několik poznámek k historii kardiologie. *Kardiol Rev Int Med*. 2013; 15(3): 168–171.
49. D'Agostino RS, Jacobs JP, Badhwar V, et al. The Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database: 2019 Update on Outcomes and Quality. *Ann Thorac Surg*. 2019; 107(1): 24–32.

50. Dalton HC. Report of a Case of Stab-Wound of the Pericardium, Terminating in Recovery after Resection of a Rib and Suture of the Pericardium. *Ann Surg.* 1895; 21(2): 147–152.
51. Dalton ML, Connally SR, Sealy WC. Julian's reintroduction of Milton's operation. *Ann Thorac Surg.* 1992; 53(3): 532–533.
52. Dalton ML, Connally SR. Median sternotomy. *Surg Gynecol Obstet.* 1993; 176(6): 615–624.
53. Davierwala PM, Seeburger J, Pfanmueller B, et al. Minimally invasive mitral valve surgery: "The Leipzig experience". *Ann Cardiothorac Surg.* 2013; 2(6): 744–750.
54. De Palo M, Guida P, Mastro F, et al. Myocardial protection during minimally invasive cardiac surgery through right mini-thoracotomy. *Perfusion.* 2017; 32(3): 245–252.
55. Dominik J, Žáček P. Historie chirurgie srdečních chlopní. In: Chirurgie srdečních chlopní (... nejen pro kardiochirurgy). Praha: Grada Publishing, a.s., 2008, s. 14–19. 368 stran ISBN 978-80-247-2712-7
56. Downs EA, Johnston LE, LaPar DJ, et al. Minimally Invasive Mitral Valve Surgery Provides Excellent Outcomes Without Increased Cost: A Multi-Institutional Analysis. *Ann Thorac Surg.* 2016; 102(1): 14–21.
57. Dubost C. Presentation d'un nouvel instrument dilatateur pour commissurotomie mitrale. *Presse Med.* 1954; 62: 253.
58. Dziadzko V, Clavel MA, Dziadzko M, et al. Outcome and undertreatment of mitral regurgitation: a community cohort study. *Lancet.* 2018; 391(10124): 960–969.
59. Edelman JJ, Seco M, Dunne B, et al. Custodiol for myocardial protection and preservation: a systematic review. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013; 2(6): 717–728.
60. Enriquez-Sarano M, Tajik AJ. Natural history of mitral regurgitation due to flail leaflets. *Eur Heart J.* 1997; 18(5): 705–707.
61. Falk V, Cheng DC, Martin J, et al. Minimally invasive versus open mitral valve surgery: a consensus statement of the international society of minimally invasive coronary surgery (ISMICS) 2010. *Innovations (Phila).* 2011; 6(2): 66–76.
62. Falk V, Walther T, Autschbach R, et al. Robot-assisted minimally invasive solo mitral valve operation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998; 115(2): 470–471.
63. Fedak PW. Open hearts. The origins of direct-vision intracardiac surgery. *Tex Heart Inst J.* 1998; 25(2): 100–111.

64. Fernandes A, Gaio Lima C, Paulo N, et al. Analgesia Management for Mitral Valve Repair Via Minithoracotomy - A Case Report. *Rev Port Cir Cardiorac Vasc.* 2017; 24(3-4): 197.
65. Gammie JS, Chikwe J, Badhwar V, et al. Isolated Mitral Valve Surgery: The Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database Analysis. *Ann Thorac Surg.* 2018; 106(3): 716-727.
66. Gammie JS, Zhao Y, Peterson ED, et al. J. Maxwell Chamberlain Memorial Paper for adult cardiac surgery. Less-invasive mitral valve operations: trends and outcomes from the Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database. *Ann Thorac Surg.* 2010; 90(5): 1401-1408, 1410.e1; discussion 1408-1410.
67. Gandalovicova J. Chronická mitrální regurgitace – kdy sledovat, kdy léčit, kdy operovat?. *Interní Med.* 2001; 3(11): 531-533.
68. Gardner MA, Hossack KF, Smith IR. Long-Term Results Following Repair for Degenerative Mitral Regurgitation - Analysis of Factors Influencing Durability. *Heart Lung Circ.* 2018. [Epub ahead of print]
69. Gatti G, Rauber E, Forti G, et al. Safe cross-clamp time using Custodiol®-histidine-tryptophan-ketoglutarate cardioplegia in the adult. *Perfusion.* 2019. [Epub ahead of print]
70. Gebhard MM, Preusse CJ, Schnabel PA, et al. Different effects of cardioplegic solution HTK during single or intermittent administration. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1984; 32(5): 271-276.
71. Ghoneim A, Bouhout I, Mazine A, et al. Beating Heart Minimally Invasive Mitral Valve Surgery in Patients With Patent Coronary Bypass Grafts. *Can J Cardiol.* 2016; 32(8): 987.e1-6.
72. Gibbon HJ. Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn Med.* 1954; 37(3): 171-185.
73. Gibbon HJ. Maintenance of life during experimental occlusion of the pulmonary artery followed by survival. *Surg Gynecol Obstet.* 1939; 69: 602-614.
74. Gillinov AM, Cosgrove DM. Minimally invasive mitral valve surgery: mini-sternotomy with extended transeptal approach. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 1999; 11(3): 206-211.

75. Gillinov AM, Mihaljevic T, Javadikasgari H, et al. Early results of robotically assisted mitral valve surgery: Analysis of the first 1000 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018; 155(1): 82–91.
76. Glauber M, Miceli A, Canarutto D, et al. Early and long-term outcomes of minimally invasive mitral valve surgery through right minithoracotomy: a 10-year experience in 1604 patients. *J Cardiothorac Surg.* 2015; 10: 181.
77. Glower DD, Landolfo KP, Clements F, et al. Mitral valve operation via Port Access versus median sternotomy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1998; 14(Suppl 1): S143–147.
78. Goldstone AB, Atluri P, Szeto WY, et al. Minimally invasive approach provides at least equivalent results for surgical correction of mitral regurgitation: a propensity-matched comparison. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013; 145(3): 748–756.
79. Grant SW, Hickey GL, Modi P, et al. Propensity-matched analysis of minimally invasive approach versus sternotomy for mitral valve surgery. *Heart.* 2019; 105(10): 783–789.
80. Greelish JP, Cohn LH, Leacche M, et al. Minimally invasive mitral valve repair suggests earlier operations for mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003; 126(2): 365–371.
81. Grossi EA, Galloway AC, LaPietra A , et al. Minimally invasive mitral valve surgery a 6-year-experience in 714 patients. *Ann Thorac Surg.* 2002; 74(3): 660–663.
82. Grossi EA, Loulmet DF, Schwartz CF, et al. Evolution of operative techniques and perfusion strategies for minimally invasive mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 143(4 Suppl): S68–70.
83. Guru V, Omura J, Alghamdi AA, et al. Is blood superior to crystalloid cardioplegia? A meta-analysis of randomized clinical trials. *Circulation.* 2006; 114(1 Suppl): I331–338.
84. Harken DE, Ellis LB, Ware PF, et al. The surgical treatment of mitral stenosis, I: valvuloplasty. *N Engl J Med.* 1948; 239(22): 801–809.
85. Hawkins RB, Mehaffey JH, Mullen MG, et al. A propensity matched analysis of robotic, minimally invasive, and conventional mitral valve surgery. *Heart.* 2018; 104(23): 1970–1975.
86. Heimbecker RO, Baird RJ, Lajos TZ, et al. Homograft replacement of the human mitral valve. A preliminary report. *Can Med Assoc J.* 1962; 86: 805–809.
87. Hill JD. John H. Gibbon, Jr. Part I. The development of the first successful heart-lung machine. *Ann Thorac Surg.* 1982; 34(3): 337–341.

88. Holzhey DM, Shi W, Borger MA, et al. Minimally invasive versus sternotomy approach for mitral valve surgery in patients greater than 70 years old: a propensity-matched comparison. *Ann Thorac Surg.* 2011; 91(2): 401–405.
89. Hsu LC, Ting CK, Lin SP, et al. Successful Management of Unilateral Re-Expansion Pulmonary Edema following One-Lung Ventilation for Robot-Assisted Mitral Valve Repair: A Case Report. *Resuscitation & Intensive Care Med.* 2016; 1: 142–146.
90. Hummel BW, Buss RW, DiGiorgi PL, et al. Myocardial Protection and Financial Considerations of Custodiol Cardioplegia in Minimally Invasive and Open Valve Surgery. *Innovations (Phila).* 2016; 11(6): 420–424.
91. Cheng DC, Martin J, Lal A, et al. Minimally invasive versus conventional open mitral valve surgery: a meta-analysis and systematic review. *Innovations (Phila).* 2011; 6(2): 84–103.
92. Chitwood WR Jr, Elbeery JR, Chapman WH, et al. Video-assisted minimally invasive mitral valve surgery: the "micro-mitral" operation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1997; 113(2): 413–414.
93. Chitwood WR Jr, Elbeery JR, Moran JF. Minimally invasive mitral valve repair using transthoracic aortic occlusion. *Ann Thorac Surg.* 1997; 63(5): 1477–1479.
94. Chitwood WR Jr, Nifong LW, Elbeery JE, et al. Robotic mitral valve repair: trapezoidal resection and prosthetic annuloplasty with the da vinci surgical system. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2000; 120(6): 1171–1172.
95. Chu FV, Nifong LW, Chitwood WR Jr. Minimally Invasive Mitral Valve Surgery. In: Goldstein DJ, Oz MC. *Minimally invasive cardiac surgery, second edition.* Totowa: Humana Press Inc., 2004, strana 255–272. 479 stran ISBN: 1-58829-170-7 E-ISBN: 1-59259-416-6
96. lung B, Baron G, Tornos P, et al. Valvular heart disease in the community: a European experience. *Curr Probl Cardiol.* 2007; 32(11): 609–661.
97. lung B, Gohlke-Bärwolf C, Tornos P, et al. Recommendations on the management of the asymptomatic patient with valvular heart disease. *Eur Heart J.* 2002; 23(16): 1253–1566.
98. lung B, Vahanian A. Epidemiology of acquired valvular heart disease. *Can J Cardiol.* 2014; 30(9): 962–970.

99. Ius F, Mazzaro E, Tursi V, et al. Clinical results of minimally invasive mitral valve surgery: endoaortic clamp versus external aortic clamp techniques. *Innovations (Phila)*. 2009; 4(6): 311–318.
100. Jeanmart H, Casselman FP, De Grieck Y, et al. Avoiding vascular complications during minimally invasive, totally endoscopic intracardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007; 133(4): 1066–1070.
101. Jones EC, Devereux RB, Roman MJ, et al. Prevalence and correlates of mitral regurgitation in a population-based sample (the Strong Heart Study). *Am J Cardiol*. 2001; 87(3): 298–304.
102. Julian OC, Dye WS, Grove WJ, et al. Hypothermia in open heart surgery. *AMA Arch Surg*. 1956; 73(3): 493–502.
103. Julian OC, Lopez-Belio M, Dye WS, et al. The median sternal incision in intracardiac surgery with extracorporeal circulation: a general evaluation of its use in heart surgery. *Surgery*. 1957; 42(4): 753–761.
104. Kaneko Y, Kohno T, Ohtsuka T, et al. Video-assisted observation in mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1996; 111(1): 279–280.
105. Kay JH, Zubiato T, Mendez MA, et al. Mitral valve repair for significant mitral insufficiency. *Am Heart J*. 1978; 96(2): 253–262.
106. Keyl C, Siepe M. Unilateral lung injury after minimally invasive cardiac surgery: more questions than answers. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2016; 49(2): 505–506.
107. Keyl C, Staier K, Pingpoh C, et al. Unilateral pulmonary oedema after minimally invasive cardiac surgery via right anterolateral minithoracotomy. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015; 47(6): 1097–1102.
108. Kim HJ, Kim JB, Jung SH, et al. Clinical outcomes of robotic mitral valve repair: a single-center experience in Korea. *Ann Cardiothorac Surg*. 2017; 6(1): 9–16.
109. Kowalewski M, Malvindi PG, Suwalski P, et al. Clinical Safety and Effectiveness of Endoaortic as Compared to Transthoracic Clamp for Small Thoracotomy Mitral Valve Surgery: Meta-Analysis of Observational Studies. *Ann Thorac Surg*. 2017; 103(2): 676–686.
110. Kozák J. Aniho papyrus: nejkrásnější egyptská kniha mrtvých. Praha: Volvox Globator, 2006. 163 s. ISBN 80-7207-622-1.

111. Kresh JY, Nastala C, Bianchi PC, et al. The relative buffering power of cardioplegic solutions. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1987; 93(2): 309–311.
112. Kuroda M, Tokue A, Miyoshi S, et al. Echo rounds: anomalous insertion of the inferior vena cava into the right atrium. *Anesth Analg.* 2011; 112(6): 1296–1299.
113. Labriola C, Greco F, Braccio M, et al. Percutaneous Coronary Sinus Catheterization With the ProPlege Catheter Under Transesophageal Echocardiography and Pressure Guidance. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2015; 29(3): 598–604.
114. Lamelas J, Sarria A, Santana O, et al. Outcomes of minimally invasive valve surgery versus median sternotomy in patients age 75 years or greater. *Ann Thorac Surg.* 2011; 91(1): 79–84.
115. Lamelas J, Williams RF, Mawad M, et al. Complications Associated With Femoral Cannulation During Minimally Invasive Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg.* 2017; 103(6): 1927–1932.
116. Lange R, Voss B, Kehl V, et al. Right Minithoracotomy Versus Full Sternotomy for Mitral Valve Repair: A Propensity Matched Comparison. *Ann Thorac Surg.* 2017; 103(2): 573–579.
117. Lazam S, Vanoverschelde JL, Tribouilloy C, et al. Twenty-Year Outcome After Mitral Repair Versus Replacement for Severe Degenerative Mitral Regurgitation: Analysis of a Large, Prospective, Multicenter, International Registry. *Circulation.* 2017; 135(5): 410–422.
118. Lebon JS, Couture P, Colizza M, et al. Myocardial Protection in Minimally Invasive Mitral Valve Surgery: Retrograde Cardioplegia Alone Using Endovascular Coronary Sinus Catheter Compared With Combined Antegrade and Retrograde Cardioplegia. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2018. [Epub ahead of print]
119. Lee S, Chang BC, Lim SH, et al. Clinical results of minimally invasive open-heart surgery in patients with mitral valve disease: comparison of parasternal and low-sternal approach. *Yonsei Med J.* 2006; 47(2): 230–236.
120. Leitz KH, Ziemer G. The History of Cardiac Surgery. In: Ziemer G, Haverich A. Cardiac surgery. Operations on the Heart and Great Vessels in Adults and Children, Berlin Heidelberg: Springer, 2017, strana 3–31. 1158 stran ISBN 978-3-662-52670-5 ISBN 978-3-662-52672-9 (eBook)

121. Leonard JR, Henry M, Rahouma M, et al. Systematic preoperative CT scan is associated with reduced risk of stroke in minimally invasive mitral valve surgery: A meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2019; 278: 300–306.
122. Lewis FJ, Taufic M. Closure of atrial septal defects with aid of hypothermia: experimental accomplishments and the report of one successful case. *Surgery.* 1953; 33(1): 52–59.
123. Lillehei CW, Cohen M, Warden HE, et al. The direct-vision intracardiac correction of congenital anomalies by controlled cross circulation; results in thirty-two patients with ventricular septal defects, tetralogy of Fallot, and atrioventricularis communis defects. *Surgery.* 1955; 38(1): 11–29.
124. Lillehei CW, Cohen M, Warden HE, et al. The result of direct vision closure of ventricular septal defects in eight patients by means of controlled cross circulation. *Surg Gynecol Obstet.* 1955; 101(4): 446–466.
125. Lillehei CW, Gott VL, DeWall RA, et al. The surgical treatment of stenotic or regurgitant lesions of the mitral and aortic valves by direct vision utilizing a pump oxygenator. *J Thorac Surg.* 1958; 35(2): 154–191.
126. Lillehei CW, Gott VL, DeWall RA, et al. Surgical correction of pure mitral insufficiency by annuloplasty under direct vision. *J Lancet.* 1957; 77(11): 446–449.
127. Lillehei CW. Controlled cross circulation for direct-vision intracardiac surgery: correction of ventricular septal defects, atrioventricularis communis, and tetralogy of Fallot. *Postgrad Med.* 1955; 17(5): 388–396.
128. Lindner G, Zapletal B, Schwarz C, et al. Acute hyponatremia after cardioplegia by histidine-tryptophane-ketoglutarate--a retrospective study. *J Cardiothorac Surg.* 2012; 7: 52.
129. Ling LH, Enriquez-Sarano M, Seward JB, et al. Clinical outcome of mitral regurgitation due to flail leaflet. *N Engl J Med.* 1996; 335(19): 1417–1423.
130. Liu J, Feng Z, Zhao J, et al. The myocardial protection of HTK cardioplegic solution on the long-term ischemic period in pediatric heart surgery. *ASAIO J.* 2008; 54(5): 470–473.
131. Losenno KL, Jones PM, Valdis M, et al. Higher-risk mitral valve operations after previous sternotomy: endoscopic, minimally invasive approach improves patient outcomes. *Can J Surg.* 2016; 59(6): 399–406.

132. Loulmet DF, Carpentier A, Cho PW, et al. Less invasive techniques for mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998; 115: 772–779.
133. Mazine A, Pellerin M, Lebon JS, et al. Minimally invasive mitral valve surgery: influence of aortic clamping technique on early outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2013; 96(6): 2116–2122.
134. McClure RS, Cohn LH, Wiegerinck E, et al. Early and late outcomes in minimally invasive mitral valve repair: an eleven-year experience in 707 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009; 137(1): 70–75.
135. McGoon DC. Repair of mitral insufficiency due to ruptured chordae tendineae. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1960; 39: 357–362.
136. Mihaljevic T, Koprivanac M, Kelava M, et al. Value of robotically assisted surgery for mitral valve disease. *JAMA Surg.* 2014; 149(7): 679–686.
137. Milton H. Mediastinal surgery. *Lancet.* 1897; 149: 872–875.
138. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Dib B, et al. Early and long-term results of minimally invasive mitral valve surgery through a right mini-thoracotomy approach: a retrospective propensity-score matched analysis. *PeerJ.* 2018; 6: e4810.
139. Mohr FW, Falk V, Diegeler A, et al. Minimally invasive port access mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998; 115(3): 567–576.
140. Moscarelli M, Emmanuel S, Athanasiou T, et al. The role of minimal access valve surgery in the elderly. A meta-analysis of observational studies. *Int J Surg.* 2016; 33(Pt A): 164–171.
141. Moss E, Halkos ME. Cost effectiveness of robotic mitral valve surgery. *Ann Cardiothorac Surg.* 2017; 6(1): 33–37.
142. Murzi M, Cerillo AG, Gasbarri T, et al. Antegrade and retrograde perfusion in minimally invasive mitral valve surgery with transthoracic aortic clamping: a single-institution experience with 1632 patients over 12 years. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2017; 24(3): 363–368.
143. Nair RU, Sharpe DA. Limited lower sternotomy for minimally invasive mitral valve replacement. *Ann Thorac Surg.* 1998; 65(1): 273–274.
144. Nasso G, Bonifazi R, Romano V, et al. Three-year results of repaired Barlow mitral valves via right minithoracotomy versus median sternotomy in a randomized trial. *Cardiology.* 2014; 128(2): 97–105.

145. Navarra E, Mastrobuoni S, De Kerchove L, et al. Robotic mitral valve repair: a European single-centre experience. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2017; 25(1): 62–67.
146. Navia JL, Cosgrove DM 3rd. Minimally invasive mitral valve operations. *Ann Thorac Surg*. 1996; 62(5): 1542–1544.
147. Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, et al. Burden of valvular heart diseases: a population-based study. *Lancet*. 2006; 368(9540): 1005–1011.
148. Pantin EJ, Naftalovich R, Denny J. Echocardiographic Identification of an Interrupted Inferior Vena Cava with Dilated Azygos Vein During Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Anesth Analg*. 2016; 122(2): 358–360.
149. Pettinari M, Navarra E, Noirhomme P, et al. The state of robotic cardiac surgery in Europe. *Ann Cardiothorac Surg*. 2017; 6(1): 1–8.
150. Pompili MF, Stevens JH, Burdon TA, et al. Port-access mitral valve replacement in dogs. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1996; 112(5): 1268–1274.
151. Pozzi M, Henaine R, Grinberg D, et al. Total percutaneous femoral vessels cannulation for minimally invasive mitral valve surgery. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013; 2(6): 739–743.
152. Raanani E, Spiegelstein D, Sternik L, et al. Quality of mitral valve repair: median sternotomy versus port-access approach. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010; 140(1): 86–90.
153. Reed GE, Tice DA, Claus RH. Asymmetric, exaggerated mitral annuloplasty: repair of mitral insufficiency with hemodynamic predictability. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1965; 49: 752–761.
154. Rehn L. Ueber penetrirende Herzwunden und Herznaht. *Arch Klin Chir*. 1897; 55: 315–329.
155. Reynolds W Jr. The first laparoscopic cholecystectomy. *JSLs*. 2001; 5(1): 89–94.
156. Rival PM, Moore THM, McAleenan A, et al. Transthoracic clamp versus endoaortic balloon occlusion in minimally invasive mitral valve surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2019. [Epub ahead of print]
157. Romano MA, Haft JW, Pagani FD, et al. Beating heart surgery via right thoracotomy for reoperative mitral valve surgery: a safe and effective operative alternative. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012; 144(2): 334–339.

158. Rosen SE, Borer JS, Hochreiter C, et al. Natural history of the asymptomatic/minimally symptomatic patient with severe mitral regurgitation secondary to mitral valve prolapse and normal right and left ventricular performance. *Am J Cardiol.* 1994; 74(4): 374–380.
159. Rosu C, Bouchard D, Pellerin M, et al. Preoperative vascular imaging for predicting intraoperative modification of peripheral arterial cannulation during minimally invasive mitral valve surgery. *Innovations (Phila).* 2015; 10(1): 39–43.
160. Ruengsakulrach P, Buxton BF. Anatomic and hemodynamic considerations influencing the efficiency of retrograde cardioplegia. *Ann Thorac Surg.* 2001; 71(4): 1389–1395.
161. Sabharwal N, Dev H, Smail H, et al. Nina Braunwald: A Female Pioneer in Cardiac Surgery. *Tex Heart Inst J.* 2017; 44(2): 96–100.
162. Santana O, Larrauri-Reyes M, Zamora C, et al. Is a minimally invasive approach for mitral valve surgery more cost-effective than median sternotomy? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2016; 22(1): 97–100.
163. Santana O, Reyna J, Benjo AM, et al. Outcomes of minimally invasive valve surgery in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012; 42(4): 648–652.
164. Santana O, Reyna J, Grana R, et al. Outcomes of minimally invasive valve surgery versus standard sternotomy in obese patients undergoing isolated valve surgery. *Ann Thorac Surg.* 2011; 91(2): 406–410.
165. Seeburger J, Borger MA, Doll N, et al. Comparison of outcomes of minimally invasive mitral valve surgery for posterior, anterior and bileaflet prolapse. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2009; 36(3): 532–538.
166. Seeburger J, Borger MA, Falk V, et al. Minimal invasive mitral valve repair for mitral regurgitation: results of 1339 consecutive patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008; 34(4): 760–765.
167. Seeburger J, Borger MA, Falk V, et al. Minimally invasive mitral valve surgery after previous sternotomy: experience in 181 patients. *Ann Thorac Surg.* 2009; 87(3): 709–714.
168. Sharif M, Wong CHM, Harky A. Sternal Wound Infections, Risk Factors and Management - How Far Are We? A Literature Review. *Heart Lung Circ.* 2019; 28(6): 835–843.

169. Shumacker HBJr. When did cardiac surgery begin?. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1989; 30(2): 246–249.
170. Schmitto JD, Mokashi SA, Cohn LH. Minimally-invasive valve surgery. *J Am Coll Cardiol*. 2010; 56(6): 455–462.
171. Schwartz DS, Ribakove GH, Grossi EA, et al. Minimally invasive mitral valve replacement: port access technique, feasibility, and myocardial functional preservation. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1997; 113(6): 1022–1031.
172. Singh JP, Evans JC, Levy D, et al. Prevalence and clinical determinants of mitral, tricuspid, and aortic regurgitation (the Framingham Heart Study). *Am J Cardiol*. 1999; 83(6): 897–902.
173. Smithy H, Boone JA, Stallworth JM. Surgical treatment of constrictive valvular disease of heart. *Surg Gynecol Obstet*. 1950; 90(2): 175–192.
174. Söreide K, Söreide JA, Axel H, Cappelen, MD (1858-1919): first suture of a myocardial laceration from a cardiac stab wound. *J Trauma*. 2006; 60(3): 653–654.
175. Souttar HS. The surgical treatment of mitral stenosis. *Br Med J*. 1925; 2(3379): 603–606.
176. Starr A, Edwards ML. Mitral replacement: clinical experience with a ball valve prosthesis. *Ann Surg*. 1961; 154(4): 726–740.
177. Starr A. Total mitral replacement: fixation and thrombosis. *Surg Forum*. 1960; 11: 258–260.
178. Sugiyama Y, Shimizu F, Shimizu S, et al. Severe Re-expansion Pulmonary Edema Induced by One-Lung Ventilation. *Respir Care*. 2015; 60(8): e134–140.
179. Sündermann SH, Czerny M, Falk V. Open vs. Minimally Invasive Mitral Valve Surgery: Surgical Technique, Indications and Results. *Cardiovasc Eng Technol*. 2015; 6(2): 160–166.
180. Sündermann SH, Sromicki J, Rodriguez Cetina Biefer H, et al. Mitral valve surgery: right lateral minithoracotomy or sternotomy? A systematic review and meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014; 148(5): 1989–1995.e4.
181. Suri RM, Schaff HV, Enriquez-Sarano M. Mitral valve repair in asymptomatic patients with severe mitral regurgitation: pushing past the tipping point. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2014; 26(2): 95–101.

182. Suri RM, Schaff HV, Meyer SR, et al. Thoracoscopic versus open mitral valve repair: a propensity score analysis of early outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2009; 88(4): 1185–1190.
183. Svensson LG, Atik FA, Cosgrove DM, et al. Minimally invasive versus conventional mitral valve surgery: a propensity-matched comparison. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010; 139(4): 926–932.
184. Svensson LG. Minimal-access "J" or "j" sternotomy for valvular, aortic, and coronary operations or reoperations. *Ann Thorac Surg.* 1997; 64(5): 1501–1503.
185. Swinnen J, Chao A, Tiwari A, et al. Vertical or transverse incisions for access to the femoral artery: a randomized control study. *Ann Vasc Surg.* 2010; 24(3): 336–341.
186. Thompson MJ, Behranwala A, Campanella C, et al. Immediate and long-term results of mitral prosthetic replacement using a right thoracotomy beating heart technique. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003; 24(1): 47–51; discussion 51.
187. Van Praet KM, Stamm C, Sündermann SH, et al. Minimally Invasive Surgical Mitral Valve Repair: State of the Art Review. *Interv Cardiol.* 2018; 13(1): 14–19.
188. Vassileva CM, Boley T, Markwell S, et al. Meta-analysis of short-term and long-term survival following repair versus replacement for ischemic mitral regurgitation. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011; 39(3): 295–303.
189. Vergnat M, Finet G, Rioufol G, et al. Percutaneous femoral artery access with Prostar device for innovative mitral and aortic interventions. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011; 39(4): 600–602.
190. Vollroth M, Seeburger J, Garbade J, et al. Minimally invasive mitral valve surgery is a very safe procedure with very low rates of conversion to full sternotomy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012; 42(1): e13–15; discussion e16.
191. Walcot N, Hohenberger W, Lakew F, et al. Totally endoscopic set-up for mitral valve repair. *Multimed Man Cardiothorac Surg.* 2015; 2015. pii: mmv016.
192. Walther T, Lehmann S, Falk V, et al. Midterm results after stentless MV replacement. *Circulation.* 2003; 108 (Suppl II): 85–89.
193. Wang D, Wang Q, Yang X, et al. Mitral valve replacement through a minimal right vertical infra-axillary thoracotomy versus standard median sternotomy. *Ann Thorac Surg.* 2009; 87(3): 704–708.
194. Wang X, Zhang B, Zhang J, et al. Repair or replacement for severe ischemic mitral regurgitation: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2018; 97(31): e11546.

195. Warraich HJ, Bhatti UA, Shahul S, et al. Unilateral pulmonary edema secondary to mitral valve perforation. *Circulation*. 2011; 124(18): 1994–1995.
196. Weisse AB. Cardiac Surgery: a century of progress. *Tex Heart Inst J*. 2011; 38(5): 486–490.
197. Wooler GH, Nixon PG, Grimshaw VA, et al. Experiences with the repair of the mitral valve in mitral competence. *Thorax*. 1962; 17: 49–57.
198. Yamada T, Ochiai R, Takeda J, et al. Comparison of early postoperative quality of life in minimally invasive versus conventional valve surgery. *J Anesth*. 2003; 17(3): 171–176.
199. Yamashiro S, Arakaki R, Kise Y, et al. Prevention of Pulmonary Edema after Minimally Invasive Cardiac Surgery with Mini-Thoracotomy Using Neutrophil Elastase Inhibitor. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2018; 24(1): 32–39.
200. Yang Q, Zhang RZ, Yim AP, et al. Histidine-tryptophan-ketoglutarate solution maximally preserves endothelium-derived hyperpolarizing factor-mediated function during heart preservation: comparison with University of Wisconsin solution. *J Heart Lung Transplant*. 2004; 23(3): 352–359.
201. Yoo JS, Kim JB, Jung SH, et al. Echocardiographic assessment of mitral durability in the late period following mitral valve repair: minithoracotomy versus conventional sternotomy. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014; 147(5): 1547–1552.
202. Youssef SJ, Millan JA, Youssef GM, et al. The role of computed tomography angiography in patients undergoing evaluation for minimally invasive cardiac surgery: an early program experience. *Innovations (Phila)*. 2015; 10(1): 33–38.

11. Souhrny a klíčová slova

11.1. Stručný český souhrn

Úvod

Operace mitrální chlopně z mediální sternotomie jsou mnoho let standardním typem operace, která zlepšuje dlouhodobé přežívání a je spojena s nízkou morbiditou a letalitou.

V posledních letech se v chirurgické léčbě mitrálních vad stále více využívají miniinvazivní chirurgické přístupy.

Cíl

Cílem této retrospektivní studie bylo zjistit, zda minimálně invazivní přístup v chirurgické léčbě mitrální chlopně vede k lepším pooperačním výsledkům a dlouhodobým výsledkům. Pomocí propensity analýzy provést porovnání krátkodobých a dlouhodobých výsledků operací mitrální chlopně provedených ze sternotomie a minimálně invazivním přístupem.

Metodika

Jednalo se o retrospektivní analýzu, která byla provedena celkem u 189 (36 %) pacientů operovaných z miniinvazivního přístupu a 336 (64 %) pacientů operovaných ze sternotomie, kteří podstoupili operaci mitrální chlopně, s konkomitantní operací trikuspidální chlopně a fibrilace nebo bez ní, v letech 2012–2018. K eliminaci rozdílů v relevantních předoperačních rizikových faktorech mezi kohortami byla provedena propensity analýza a následně analýza dat.

Výsledky

Na základě propensity analýzy nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v 30denní letalitě mezi oběma soubory (1 % versus 3 %; $p = 0,247$). Menší četnost podání krevních derivátů (59 % versus 76 %; $p = 0,001$) a menší četnost pooperační revize pro krvácení (4 % versus 10 %; $p = 0,029$) byla zjištěna u pacientů operovaných miniinvazivně. U pacientů operovaných z minitorakotomie byl zjištěn statisticky významně delší čas mimotělního oběhu ($145,6 \pm 31,9$ versus $110,7 \pm 35,9$; $p < 0,001$), delší čas srdeční zástavy ($97,7 \pm 25,4$ versus $84,8 \pm 28,0$; $p < 0,001$) a délky operace ($232,0 \pm 44,5$ versus $226,4 \pm 66,0$; $p = 0,010$). Soubory se významně nelišily v četnosti cévní mozkové příhody ($p = 0,272$), ranných infekcí ($p = 0,087$), infarktu myokardu ($p = 0,233$) a v celkových finančních nákladech ($p = 0,481$). Na základě Kaplan-Meierovy analýzy se 5leté přežívání (93 % versus 86 %; $p = 0,210$)

a „freedom from reoperation“ (95 % versus 94 %; $p = 0,856$) mezi oběma soubory statisticky významně nelišilo.

Závěr

Minimálně invazivní přístup v chirurgické léčbě mitrálních vad představuje bezpečný a reprodukovatelný přístup s vynikajícími krátkodobými výsledky a srovnatelnými střednědobými výsledky ve srovnání se standardní mediální sternotomií. Kromě lepšího kosmetického efektu je spojen s dobrým dlouhodobým efektem výkonu na mitrální chlopni. U pacientů podstupujících operaci mitrální chlopně by měl být miniinvazivní přístup proveden u všech pacientů, kteří nemají jasné kontraindikace.

Klíčová slova: miniinvazivní operace, minitorakotomie, mitrální vada, endoskopický přístup

11.2. Stručný anglický souhrn

A brief English research summary

Title: Minimally invasive approach in surgical therapy of mitral valve disease.

Introduction

Conventional mitral valve surgery through median sternotomy improves long-term survival with acceptable morbidity and mortality. Less invasive approaches to mitral valve surgery are now increasingly used in mitral valve surgery.

Aim

The aim of our study was to examine if the minimally invasive mitral valve surgery is superior to the conventional approach through median sternotomy based on retrospective propensity-matched analysis. We sought to compare short-term and midterm outcomes between sternotomy and minimally invasive approaches for mitral valve surgery.

Methods

A retrospective analysis was made of 525 patients, 189 (36 %) in minithoracotomy group and 336 (64 %) in median sternotomy group who underwent mitral valve operation, with or without concomitant tricuspid and atrial fibrillation surgery between 2012 and 2018. A propensity score-matched analysis was generated for the elimination of the differences in relevant preoperative risk factors between cohorts.

Results

30-day mortality was similar for propensity-matched patients: 1 % for those undergoing minimally invasive surgery and 3 % for those undergoing conventional surgery ($p = 0.247$). Incidence of stroke ($p = 0.272$), surgical site infections ($p = 0.087$) and myocardial infarction ($p = 0.233$) were also similar. There was no statistically significant difference in total hospital cost ($p = 0.481$). However, fewer patients received transfusions (59 % versus 76 %; $p = 0.001$) and underwent reoperation for bleeding (4 % versus 10 %; $p = 0.029$) after minimally invasive surgery. Cardiopulmonary bypass (145.6 ± 31.9 versus 110.7 ± 35.9 ; $p < 0.001$), and cross-clamp (97.7 ± 25.4 versus 84.8 ± 28.0 ; $p < 0.001$) times were significantly longer in minimally invasive group. There were no significant differences in five year survival (93 %

versus 86 %; $p = 0.210$) and freedom from mitral valve reoperation (95 % versus 94 %; $p = 0.856$) between groups.

Conclusions

Minimally invasive approach is a feasible, safe and reproducible approach with excellent short-term outcomes and comparable midterm outcomes and efficacy to conventional sternotomy for patients undergoing mitral valve surgery. In addition to improved cosmetics, minimally invasive approach provides equally durable results as the standard sternotomy approach. A minimally invasive approach should be considered for all patients who require mitral valve intervention.

Keywords: minimally invasive, minithoracotomy, mitral valve, endoscopic surgery