

**UNIVERZITA KARLOVA**  
**Lékařská fakulta v Hradci Králové**

**Vliv miniinvazivního přístupu na respirační funkce  
u pacientů po náhradě aortální chlopně**

**Ján Gofus**

**Autoreferát disertační práce**  
**Doktorský studijní program: chirurgie**

**Hradec Králové**  
**2020**

Disertační práce byla vypracována v rámci prezenčního studia doktorského studijního programu chirurgie na Katedře chirurgie Lékařské fakulty v Hradci Králové.

Autor: MUDr. Ján Gofus, Kardiochirurgická klinika Fakultní nemocnice a Lékařské fakulty v Hradci Králové, Univerzity Karlovy

Školitel: doc. MUDr. Marek Pojar, Ph.D., Kardiochirurgická klinika Fakultní nemocnice a Lékařské fakulty v Hradci Králové, Univerzity Karlovy

Oponenti: doc. MUDr. Vilém Rohn, CSc., Klinika kardiovaskulární chirurgie 2. LF UK a FN Motol

doc. MUDr. Petr Šantavý, Ph.D. Kardiochirurgická klinika Fakultní nemocnice Olomouc

Obhajoba se bude konat před Komisí pro obhajoby OR chirurgie dne 23.2.2021 v Aesculap Akademii, Chirurgická klinika, Bedrnův pavilon, budova č.21 areálu Fakultní nemocnice Hradec Králové od 13:00 hod.

Tato práce vznikla za podpory programu Progres Q40/04.

S disertační prací je možno se seznámit na studijním oddělení děkanátu Lékařské fakulty v Hradci Králové, Univerzity Karlovy, Šimkova 870, 500 03 Hradec Králové (tel. 495 816 134).

.....

*doc. MUDr. RNDr. Milan Kaška, Ph.D.*

Předseda komise pro obhajoby disertačních prací

v doktorském studijním programu chirurgie

Garant studijního programu

## Obsah

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Souhrn .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Summary.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>3</b> | <b>Úvod do problematiky .....</b>   | <b>7</b>  |
| 3.1      | Možnosti miniinvazivních přístupů v aortální chirurgii .....                              | 8         |
| 3.2      | Funkční vyšetření plic v kontextu miniinvazivní aortální chirurgie.....                   | 10        |
| 3.3      | Jednominutový sedací test .....   | 10        |
| 3.4      | Hodnocení kvality života.....   | 11        |
| <b>4</b> | <b>Cíle disertační práce .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>5</b> | <b>Materiál a metodika.....</b>   | <b>13</b> |
| 5.1      | Soubor.....   | 13        |
| 5.2      | Metodika vyšetření pacientů.....  | 13        |
| 5.3      | Chirurgická technika.....   | 15        |
| 5.3.1    | Mediánní sternotomie .....  | 15        |
| 5.3.2    | Parciální horní sternotomie dle Svenssona.....  | 16        |
| 5.4      | Statistická analýza .....   | 17        |
| <b>6</b> | <b>Výsledky .....</b>   | <b>18</b> |
| 6.1      | Předoperační charakteristika souboru.....   | 18        |
| 6.2      | Perioperační výsledky.....  | 19        |
| 6.3      | Funkční vyšetření plic .....  | 21        |
| 6.4      | Jednominutový sedací test .....   | 27        |
| 6.5      | Kvalita života.....   | 29        |
| <b>7</b> | <b>Diskuse .....</b>  | <b>31</b> |
| 7.1      | Standardní perioperační charakteristiky v kontextu miniinvazivní aortální chirurgie<br>31 |           |
| 7.2      | Dynamika respiračních funkcí po miniinvazivní náhradě aortální chlopně .....              | 33        |
| 7.3      | Jednominutový sedací test v kardiochirurgii .....   | 34        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 7.4       | Kvalita života v kontextu miniinvazivní aortální chirurgie..... | 34        |
| 7.5       | Limitace studie .....   | 35        |
| <b>8</b>  | <b>Závěry.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>9</b>  | <b>Použitá literatura .....</b>                                 | <b>37</b> |
| <b>10</b> | <b>Publikační a přednášková aktivita autora.....</b>            | <b>45</b> |

## 1 Souhrn

Parciální horní sternotomie je nejrozšířenějším miniinvazivním chirurgickým přístupem pro náhradu aortální chlopně. Zachování celistvosti dolní poloviny hrudního koše by mělo vést, kromě jiných benefitů, k méně výraznému zhoršení plicních funkcí pooperačně. Cílem této práce bylo formou prospektivní randomizované studie porovnat horní parciální sternotomii se standardním přístupem (mediánní sternotomií) a vyhodnotit změny plicních funkcí v perioperačním období. Do studie jsme pilotně implementovali i nový test tolerance zátěže, jednodominutový sedací test, a hodnocení kvality života.

Do studie byli zařazeni pacienti, starší 65 let, indikovaní k izolované náhradě aortální chlopně bioprotézou, u kterých byly technicky schůdné oba operační přístupy a podepsali informovaný souhlas. Vylučovacími kritérii byly reoperace a konkomitantní kardiochirurgický výkon. Pacienti byli v poměru 1:1 randomizováni do souboru horní parciální sternotomie a mediánní sternotomie. Předoperačně, sedmý pooperační den a po třech měsících od operace podstoupili funkční vyšetření plic a jednodominutový sedací test. Před operací a tři měsíce po ní byla hodnocena kvalita života pomocí dotazníku Short Form-36.

Od května 2017 do září 2019 bylo do studie zařazeno celkem 40 pacientů, z toho dvacet bylo operováno miniinvazivně a dvacet standardním přístupem. Hospitalizační letalita byla 0 %. Miniinvazivní soubor měl statisticky významně delší čas operace a nižší pooperační krevní ztráty. Z plicních funkcí byl nejzásadnějším nálezem významně větší časný pooperační pokles v parametru FEV1, MEF50%, VC a FVC v miniinvazivním souboru, který ale měl předoperačně významně vyšší hodnoty. Jednodominutový sedací test vykazoval po sedmi dnech významné snížení počtu opakování, po třech měsících hodnoty stoupli významně nad předoperační úroveň. Mezi soubory navzájem nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. V miniinvazivním souboru bylo pozorováno významně větší zlepšení kvality života pooperačně v kategoriích fyzické aktivity a všeobecného zdraví.

Horní parciální sternotomie je přístupem, který nabízí redukci perioperační morbiditě při porovnatelné letalitě za cenu větší technické náročnosti výkonu. Miniinvazivní přístup ale nebyl spojen s lepšími plicními funkcemi v časném pooperačním období. Časná pooperační kvalita života je lepší po tomto přístupu. Jednodominutový sedací test byl v naší studii pilotně aplikován v kardiochirurgických podmínkách bez zásadních komplikací pro pacienta. Vyhodnocuje perioperační změny tolerance zátěže pacienta, oba soubory však měli porovnatelné výsledky.

## 2 Summary

Upper hemisternotomy is the most common minimally invasive surgical approach to aortic valve replacement worldwide. Apart from other benefits, preserving the lower half of thoracic cage could lead to lower postoperative drop of pulmonary function. Our aim was to perform a prospective randomized trial comparing upper hemisternotomy with standard (median) sternotomy in terms of perioperative pulmonary function changes. We also added a novel exercise tolerance test, one-minute sit-to-stand test, and a quality of life evaluation to the study.

We included patients indicated for isolated aortic valve replacement with bioprosthesis who were older than 65 years, signed an informed consent, and in which both surgical approaches were technically feasible. Exclusion criteria were re-do surgery and concomitant cardiac surgery. Patients were randomized to minimally invasive and standard group in 1:1 ratio. On the day of admission, on the 7<sup>th</sup> postoperative day and 3 months postoperatively, patients underwent pulmonary function testing and one-minute sit-to-stand test. They filled Short Form-36 quality of life questionnaire preoperatively and 3 months after it.

Between May 2017 and September 2019, 40 patients were included to the study, one half operated through upper hemisternotomy and the other half through median sternotomy. There was zero in-hospital mortality. Minimally invasive group had significantly longer operation time and lower blood loss postoperatively. Regarding pulmonary function, we recorded a significantly more pronounced early postoperative drop of FEV1, MEF50%, VC and FVC in minimally invasive group. However, this group had significantly better outcomes in the preoperative period. One-minute sit-to-stand test showed a significant drop on 7<sup>th</sup> postoperative day and a significant rise after 3 months (beyond preoperative values). There was no difference between the groups. Quality of life improved significantly more in the minimally invasive group, particularly in categories of physical functioning and general health.

Upper hemisternotomy offers reduction of perioperative morbidity while preserving comparable mortality at the cost of higher technical demand. It is not associated with better postoperative pulmonary function. Early postoperative quality of life is better in this approach. One-minute sit-to-stand test was applied in cardiac surgery settings for the first time and without significant complications. It evaluates perioperative changes of exercise tolerance. However, both groups had comparable outcomes.

### 3 Úvod do problematiky

Náhrada aortální chlopně je zlatým standardem v terapii významného postižení aortální chlopně. V době minimalizace invazivity a rozšíření transkatetrových léčebných modalit jsou miniinvazivní chirurgické přístupy vhodným kompromisem mezi standardní chirurgickou náhradou a transkatetrovou implantací aortální chlopně.

Chirurgický přístup k srdci přes sternotomii (jinak nazývaná i střední, kompletní, mediální nebo mediální sternotomie; full sternotomy, FS) je považován za zlatý standard nejen v aortální chirurgii, ale v kardiochirurgii vůbec. Kožní řez má za normálních okolností 16-24 cm, začíná pod *fossa jugularis* a pokračuje v mediální linii směrem kaudálně až na úroveň *processus xiphoides*. Po oddělení měkkých tkání se pomocí pily v podélném směru v mediální rovině rozřízne i *sternum* a chirurg má následně dokonalý přístup k perikardiální dutině a srdci, který mu umožňuje provést bez většího omezení prakticky jakoukoliv srdeční operaci. Velká ranná plocha a kompletní rozdělení hrudní kosti s sebou přináší řadu možných pooperačních komplikací. Systémová zánětlivá odpověď a koagulační porucha, která se po kardiochirurgických výkonech často objevuje, může po sternotomii vést k významným krevním ztrátám. Pooperační bolestivost, nestabilita hrudního koše, obtížnější rehabilitace a zejména u rizikových skupin pacientů i poruchy hojení operační rány (pacienti s obezitou, diabetes mellitus nebo chronickou obstrukční chorobou plic) představují další komplikace spojené s mediální sternotomií [1, 2].

Miniinvazivní přístupy v aortální chirurgii zahrnují celé spektrum různých transsternálních nebo transtorakálních přístupů, jejichž společným jmenovatelem je absence kompletní mediální sternotomie. Tyto přístupy si kladou za cíl kromě kosmetického benefitu snížit pooperační bolestivost, urychlit rehabilitaci, zlepšit plicní funkce v pooperačním období, snížit riziko krvácení a poruchy hojení operačních ran a, v neposlední řadě, ulehčit případnou reoperaci díky menší míře adhezí.

Za posledních 20 let byly publikovány desítky prací zaměřené na porovnání miniinvazivních přístupů s mediální sternotomií. Dle dostupných dat je volba miniinvazivního přístupu pro náhradu aortální chlopně spojena s kratší dobou umělé plicní ventilace (ventilation time, VT), s kratší dobou pobytu na jednotce intenzivní péče (JIP) a nižšími krevními ztrátami pooperačně [3-5]. Nevýhodou je vyšší technická náročnost samotného chirurgického výkonu, která vede především k prodloužení času srdeční zástavy, mimotělního oběhu a operace jako

takové. U starších, fragilních a polymorbidních pacientů to vede k oprávněné obavě, že, navzdory menší operační ráně, jejich organismus nebude schopný zvládnout operační zátěž dlouhého výkonu [6-8]. Dalším možným problémem je náročnější zvládnutí krvácení z chirurgických zdrojů nebo zvládnutí jiných peroperačních komplikací, které v některých případech může vést ke konverzi na kompletní mediální sternotomii [9].

Ve většině původních prací, meta-analýz, či přehledů je ale konstatováno, že miniinvazivní přístupy v aortální chirurgii nabízí „non-inferiorní“ až „superiorní“ výsledky oproti standardnímu přístupu, i když za cenu větší technické náročnosti pro chirurga [10].

### 3.1 Možnosti miniinvazivních přístupů v aortální chirurgii

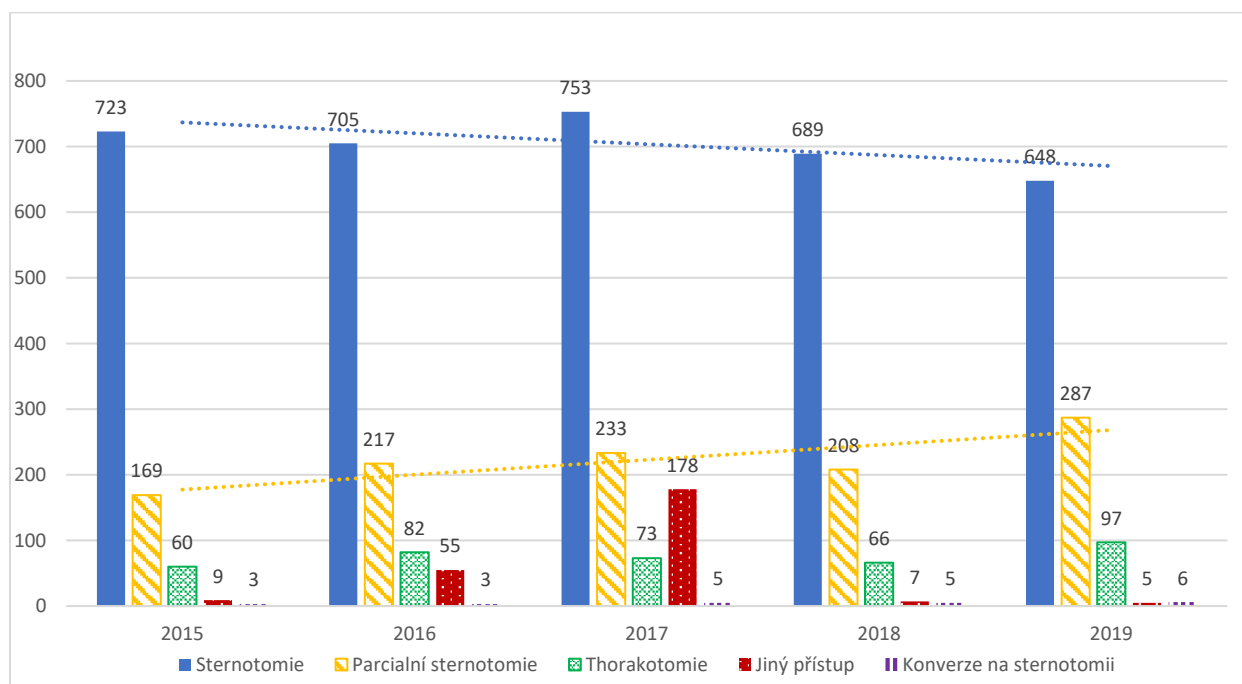
Nejrozšířenějším chirurgickým přístupem pro náhradu aortální chlopně je v současnosti **horní parciální sternotomie tvaru písmena „J“** (upper hemi-sternotomy, UHS), navržená Svenssonem v roce 1997 [11]. Kostní řez je veden od *fossa jugularis* do úrovně třetího nebo čtvrtého mezižebří a následně doplněn horizontálním řezem k odpovídajícímu pravostrannému mezižebernímu prostoru. Kromě toho existuje ještě několik dalších transsternálních přístupů: **incize tvaru obráceného písmene „T“** [12], **incize tvaru písmene „V“** [13], **písmene „I“** [14], **obráceného písmene „Z“** [15] nebo **dolní parciální sternotomie** [16]. Bridgewater a kol. prezentoval přístup **transverzální sternotomie**, která ale byla spojena s neakceptabilně vyšší morbiditou a letalitou [17]. Na některých pracovištích se využívá i varianta **kompletní sternotomie v kombinaci s limitovanou kožní incizí** [18]. Kromě estetického faktoru se však všechny ostatní potenciální benefity miniinvazivního přístupu v tomto případě ztrácí a výsledky jsou totožné s FS [19-21].

Dle americké kardiochirurgické databáze (The Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database) byl ve Spojených státech pro náhradu aortální chlopně v letech 2011-2013 ve 12 % zvolen tento přístup [22]. V recentních datech (za rok 2018) prezentovaných německým kardiochirurgickým registrem (Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery) jsou chirurgická data prezentována spolu s TAVI (transcatheter aortic valve implantation, transkatetrová implantace aortální chlopně). Nicméně, při analýze pouze chirurgických náhrad aortální chlopně bylo až 34,8 % operací provedeno cestou parciální sternotomie [23]. V rámci komplexnosti této práce jsme provedli obdobnou analýzu českých dat z Národního registru kardiovaskulárních operací a intervencí za léta 2015-



2019 (viz Graf 1). V grafu je jasně vyjádřen trend ke snížení počtu operací z mediánní sternotomie (modrá linie) a k navýšení počtu miniinvazivních operací (žlutá linie). V roce 2019 bylo až 27,6 % chirurgických náhrad aortální chlopně provedeno cestou UHS.

**Graf 1: Chirurgické přístupy pro izolovanou náhradu aortální chlopně v České republice za léta 2015-2019**



Zdroj: Národní registr kardiovaskulárních operací a intervencí, Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR

Kromě transsternálních přístupů existuje i několik alternativních možností pro chirurgickou náhradu aortální chlopně. **Parasternální incize** dle Cosgroovea a Sabika (1996) byla prvním miniinvazivním přístupem v aortální chirurgii [24]. Rok na to Benetti a kol. představili **krátkou pravostrannou torakotomii** třetím mezižebřím, která je po UHS druhým nejoblíbenějším miniinvazivním přístupem pro náhradu aortální chlopně [25]. Kromě toho byly ale vyvinuty i další přístupy: videotorakoskopicky asistovaná **infraaxilární pravostranná torakotomie** [26], **pravostranná laterální torakotomie** [27], nebo i **totální endoskopická náhrada aortální chlopně** [28] s možností využití robotické technologie [29].

### **3.2 Funkční vyšetření plic v kontextu miniinvazivní aortální chirurgie**

Deteriorace plicních funkcí v časném pooperačním období byla v kardiochirurgii popsána již koncem 70. let minulého století, kdy byl pozorován pokles plicních objemů a difúze [30]. V následujícím období bylo funkční vyšetření plic (pulmonary function testing, PFT) používáno k hodnocení výsledků koronární chirurgie spolu s chlopenní chirurgií [31, 32]. Bauer a kol. v roce 2001 poprvé porovnal kompletní sternotomii s parciální dolní sternotomií u chirurgické revaskularizace myokardu se závěrem, že miniinvazivní přístup nepředstavuje pro pacienta žádný benefit stran plicních funkcí oproti standardnímu přístupu [33]. Rok na to Bonacchi a kol. porovnávali UHS s FS u náhrady aortální chlopně stran plicních funkcí, s naopak slibným výsledkem v prospěch miniinvazivity [34]. UHS vykazovala menší pokles parametrů restrikce v pooperačním období, nebyl však rozdíl v obstrukčních parametrech. Calderon a kol. (2009) na větším souboru naopak nepotvrdil žádný signifikantní rozdíl v plicních funkcích mezi souborem UHS a FS [35]. Recentní data v této problematice nabízí Stoliński a kol. (2016), kteří porovnávali RAT s FS u náhrady aortální chlopně, s výsledkem jednoznačně upřednostňujícím miniinvazivní přístup [36].

### **3.3 Jednominutový sedací test**

Jednominutový sedací test (One-minute Sit-to-Stand test, STST) je moderní test zaměřený na hodnocení tolerance zátěže u pacienta [37]. Je to rychlý a praktický test schopný objektivně zhodnotit pacientovu fyzickou výkonnost. Dle recentních analýz má porovnatelnou výpovědní hodnotu jako „tradiční“ šestiminutový test chůze (Six-minute walk test, 6MWT) [38, 39]. V současné době se s oblibou využívá k hodnocení efektu dechové rehabilitace na toleranci zátěže a aktivity běžného života u pacientů s chronickou obstrukční chorobou plic (CHOPN) nebo intersticiálním plicním postižením [40, 41]. V kardiochirurgii dle našich znalostí jeho použití ještě nikdy nebylo dokumentováno.

Fyziologické hodnoty pro populaci starší 65 let jsou dle dostupných dat různé a pohybují se mezi 20-35 opakováními [42-45].

### **3.4 Hodnocení kvality života**

Kromě objektivních ukazatelů morbidity a letality má v hodnocení výsledku kardiochirurgického výkonu význam i subjektivní pacientovo hodnocení jeho vlastní kvality života. Definice kvality života není ustálená, zahrnuje však aspekty fyzické, mentální a sociální, jedná se o míru nebo schopnost pacienta zvládat aktivity běžného života, včetně sociálních interakcí [46]. Je to subjektivní náhled pacienta na jeho stav a v medicínské praxi se k jejímu vyhodnocení využívají strukturované dotazníky. Rozlišujeme dvě skupiny těchto dotazníků, a sice, všeobecné dotazníky a specifické dotazníky dle nemoci, na kterou se zaměřují. V kardiochirurgii a v odborné literatuře je vůbec nejrozšířenějším a nejoblíbenějším dotazníkem všeobecný dotazník Short Form-36 (SF-36), který byl použit i v této práci (jeho oficiální český překlad) [47, 48].

## 4 Cíle disertační práce

Cílem této práce bylo porovnat operační přístup horní parciální sternotomie se standardní mediální sternotomií pro izolovanou náhradu aortální chlopně formou prospektivní randomizované studie. Kromě standardních perioperačních charakteristik jsme se zaměřili na hodnocení plicních funkcí v perioperačním období. Naše hypotéza spočívala v tom, že zachování celistvosti dolní poloviny hrudního koše u UHS může vést k méně výraznému zhoršení plicních funkcí v časném pooperačním období oproti standardní FS. Data k této problematice jsou nedostačující a nanejvýš rozporuplná, jak bylo ukázáno výše. Současně jsme si dali za cíl provést pilotní využití jednodominutového sedacího testu v kardiouchirurgii, otestovat jeho bezpečnost a schopnost vyhodnotit toleranci zátěže pacienta v perioperačním období. Posledním cílem bylo vyhodnotit změny kvality života po náhradě aortální chlopně u obou přístupů a porovnat je.

### Hlavní cíle disertační práce:

1. Porovnat standardní perioperační výsledky náhrady aortální chlopně cestou UHS a FS
2. Porovnat perioperační dynamiku a změny plicních funkcí u pacientů operovaných cestou UHS nebo FS
3. Prakticky implementovat jednodominutový sedací test v kardiouchirurgii, zhodnotit jeho bezpečnost a výpovědní hodnotu, porovnat oba soubory
4. Vyhodnotit změny kvality života po náhradě aortální chlopně cestou UHS a FS

## 5 Materiál a metodika

### 5.1 Soubor

Do prospektivní randomizované studie byli v letech 2017-2019 zařazeni pacienti indikovaní k plánované izolované náhradě aortální chlopně bioprotézou, kteří byli starší než 65 let. Kritéria pro zařazení do studie byla: technická schůdnost obou chirurgických přístupů, podepsaný informovaný souhlas. Vylučovací kritéria zahrnovala jiný konkomitantní kardiochirurgický výkon nebo případ reoperace. Studie byla schválená lokální etickou komisí a všichni pacienti podepsali informovaný souhlas. Pacienti byli náhodně rozděleni do 2 souborů (UHS versus FS) v poměru 1:1 pomocí generátoru náhodných čísel.

### 5.2 Metodika vyšetření pacientů

V den přijetí do nemocnice (D<sub>0</sub>) pacient podepsal informovaný souhlas, bylo mu provedené kompletní PFT, STST a byl s ním vyplněn dotazník SF-36 (Obrázek 15). V následující den proběhla samotná operace, a to buď miniinvazivním nebo standardním přístupem dle randomizace. Nezávisle od operačního přístupu probíhal samotný výkon na chlopni u obou souborů stejně (viz kapitola 5.3). Pacient byl po operaci převezen na JIP, kde byl při stabilní hemodynamice, stavu vědomí, uspokojivé spontánní ventilaci a při akceptabilních krevních ztrátách extubován. Po vysazení vazoaktivní podpory byl pacient přeložen na standardní oddělení. Sedmý pooperační den (D<sub>7</sub>) proběhlo kontrolní PFT a STST a pacient byl dle stavu propuštěn domů. Po třech měsících (D<sub>90</sub>) od operace proběhla ambulantní kontrola na našem pracovišti. Kromě standardního klinického vyšetření a echokardiografické kontroly pacient podstoupil znovu PFT, STST a vyplnil dotazník SF-36. Všechna vyšetření plicních funkcí byla provedena na jednom přístroji a hodnocena jedním zkušeným specialistou (doc. MUDr. Vladimír Koblížek, Ph.D.). Všechny jednominutové sedací testy byly provedeny dvěma členy naší pracovní skupiny (MUDr. Ján Gofus, MUDr. Martin Voborník, Ph.D.).

**Komplexní vyšetření plicních funkcí** zahrnuje tři podjednotky, a to spiometrii, bodypletysmografii a hodnocení difuzní kapacity plic. Vyšetření má být prováděno za přesně stanovených podmínek na základě doporučení American Thoracic Society / European

Respiratory Society [49-54]. Pomocí PFT lze vyhodnotit 4 skupiny parametrů, a to parametry obstrukce, restrikce, plicní hyperinflace a difuzní kapacity plic.

K obstrukčním parametrům se řadí usilovně vydechnutý objem za první sekundu po předchozím maximálním nádechu (forced expiratory volume in the first second, FEV1), Tiffeneau-Pinelli index - poměr FEV1 k usilovné vitální kapacitě (forced expiratory volume in the first second divided by forced vital capacity, FEV1/FVC), poměr FEV1 k vitální kapacitě (forced expiratory volume in the first second divided by vital capacity, FEV1/VC), maximální výdechový průtok v 50 % výdechové kapacity (maximal expiratory flow at 50 % of vital capacity, MEF50%) a odpor dýchacích cest (airway resistance, Raw).

Za restrikční parametry jsou považovány: vitální kapacita (vital capacity, VC), usilovná vitální kapacita (forced vital capacity, FVC), které se od sebe odlišují v tom, že VC je měřená při klidném maximálním nádechu a výdechu, zatímco FVC při usilovném výdechu. Dle doporučení je pro další hodnocení vhodnější VC, u které se předchází okluzi malých dýchacích cest [49]. Do této skupiny patří i celková plicní kapacita (total lung capacity, TLC).

Parametry plicní hyperinflace jsou dva: reziduální objem (residual volume, RV) a poměr reziduálního objemu k celkové plicní kapacitě (residual volume divided by total lung capacity, RV/TLC).

Difuzní kapacitu plic popisuje transfer faktor plic pro oxid uhelnatý (transfer factor of the lung for carbon monoxide, TL<sub>CO</sub>), a hodnota adjustovaná dle objemu alveolů - transfer koeficient plic pro oxid uhelnatý (transfer coefficient of the lung for carbon monoxide, K<sub>CO</sub>).

**Jednominutový sedací test** musí být proveden za přesně stanovených podmínek s cílem udržení reproducibility. Pacient sedí na 46 cm vysoké židli s nohama na zemi. Ruce má položené na bocích jako prevenci „podvádění“ při vstávání. Je instruován k provedení co největšího počtu opakování za jednu minutu ve smyslu úplného postavení se a sednutí si zpátky na židli. Test začíná po třísekundovém odpočtu. Vyšetřující verbálně informuje pacienta o počtu jeho opakování po každých pěti. Pacient je taky upozorněn 15 vteřin před koncem testu o blížícím se konci testu. V případě jakéhokoliv dyskomfortu je test okamžitě předčasně ukončen [55].

**Hodnocení kvality života pomocí dotazníku SF-36** se zaměřuje na hodnocení 8 parametrů, ze kterých jsou 4 fyzické a 4 mentální: fyzická aktivita (physical functioning, PF), omezení fyzické aktivity (physical role functioning, PRF), tělesná bolest (bodily pain, BP), vitalita (vitality, V), celkové vnímání zdraví (general health, GH), sociální fungování (social role functioning, SRF), omezení způsobené emočními problémy (emotional role functioning, ERF), celkové psychické zdraví (mental health, MH).

Dotazník vyplňuje pacient sám, eventuálně s pomocí zdravotnického pracovníka. Pacient odpovídá na 36 otázek formou testu (označí vždy jednu správnou odpověď), vyplnění trvá do 15 minut. Vyhodnocení probíhá s pomocí veřejně dostupného kalkulátoru, kde jsou doplněny odpovědi a následně je automaticky přiřazen odpovídající počet bodů do každé kategorie. Nejlepší výsledek je hodnota 100 bodů v dané kategorii, nejhorší nula. Za ideálních okolností pacient vyplňuje dotazník alespoň dvakrát - jednou před medicínskou intervencí a pak s časovým odstupem od intervence, s cílem vyhodnotit dynamiku výsledků [46].

## 5.3 Chirurgická technika

### 5.3.1 Mediánní sternotomie

Za normálních okolností není předoperačně nutné provádět žádné zobrazovací vyšetření k vyhodnocení schůdnosti přístupu FS. Anestetická příprava zahrnuje zajištění dýchacích cest, elektrokardiografickou monitoraci, invazivní měření arteriálního tlaku, periferní i centrální žilní vstup, močový katetr a měření tělesné teploty v konečníku nebo močovém měchýři.

Kožní řez má 16-24 cm, začíná pod *fossa jugularis* a pokračuje v mediánní linii směrem kaudálně až na úroveň *processus xiphoideus*. Pomocí pily se v mediánní rovině rozřízne *sternum* a chirurg má následně dokonalý přístup k perikardiální dutině a srdci. Kanyly pro mimotělní oběh se zavádějí do ascendentní aorty (arteriální kanyla) a do ouška pravé síně (žilní kanyla). Odsávání levé komory během výkonu na chlopni je zajištěno pomocí „ventovací“ kanyly cestou pravé horní plicní žíly.

Po naložení aortální svorky je aplikována kardioplegie do aortálního kořene nebo přímo do koronárních tepen (při aortální regurgitaci). Aortotomie je následovaná expozicí chlopně a její excízi. Důležitá je důsledná dekalifikace anulu chlopně a výplach komory jako prevence embolizace kalcifikací. Následně jsou naloženy matracovité podložkované stehy do komisur a

změří se velikost implantované protézy. Do anulu se zespoda naloží matracovité podložkované stehy po celém obvodu - cílem je supraanulární implantace bioprotézy. U všech pacientů byla implantována chlopeň LivaNova© Crown PRT (London, UK). Stehy jsou převlečeny přes našívací prstenec protézy „*par distance*“ a ta je následně sesunuta do vlastního aortálního anulu pacienta. Aortotomie se zašívá ve dvou vrstvách. V této fázi je důležité odzdušnění srdečních dutin pomocí plnění srdce, polohování pacienta a hlubokého nádechu plic. Uvolní se svorka z ascendentní aorty a našije se epimyokardiální elektroda. Po období reperfuze se ukončuje mimotělní oběh, extrahují se jeho kanyly, důsledně se zkontrolují eventuální zdroje krvácení. Operační drény a epimyokardiální elektrody jsou vyvedeny většinou přes epigastrium. Cerkláž sternu probíhá standardním způsobem pomocí horizontálních jednotlivých nebo „osmičkových“ kliček. Operace končí suturou měkkých tkání po vrstvách.

### 5.3.2 Parciální horní sternotomie dle Svenssona

Technická schůdnost přístupu UHS se hodnotí na základě standardního RTG snímku hrudníku. Pozice aortální chlopně na RTG je možné určit ze vzdálenosti od vrcholu oblouku získané z aortografie. Pro neschůdnost svědčí vzdálenost aortálního stínu od jugulární jamky víc než 2 cm a nízká pozice aortální chlopně nízko oproti zvolenému mezižebří (3. nebo 4.). Někdy je vidět i samotná kalcifikovaná aortální chlopeň, kterou možno posoudit ve vztahu k příslušnému mezižebří. I když na našem pracovišti je preferován názor, že RTG vyšetření je dostačující pro zhodnocení technické schůdnosti, někteří autoři doporučují provádět vždy před miniinvazivním přístupem CT vyšetření hrudníku, ideálně i s 3D rekonstrukcí [56, 57].

Anestetická příprava je stejná jako u FS s jedinou výjimkou - na pacienta se musí nalepit externí defibrilační elektrody, protože přímá defibrilace srdce v případě komorových dysrytmií není možná z tohoto přístupu.

Kožní řez je veden vertikálně od *fossa jugularis* asi do úrovně třetího mezižebří, délka řezu je standardně 6-10 cm (Obrázek 9). Po otevření hrudníku ve tvaru písmene „J“ do úrovně třetího nebo čtvrtého mezižebří se disekují tkáně předního mediastina a je provedena perikardiotomie v potřebném rozsahu. Pomocí silných retrakčních stehů jsou okraje perikardu vytaženy k okrajům rány, což zlepšuje expozici ascendentní aorty a chlopně samotné. Arteriální kanyla je zavedena standardním přístupem do distální ascendentní aorty. Preferovaným místem žilní kanylace je horní dutá žíla, kterou se zavádí multi-etážová žilní kanyla Optiflow©



(Livanova, UK) až do dolní duté žíly. Po zahájení mimotělního oběhu je většinou možné i bezproblémové zavedení ventu přes pravou horní plicní žílu.

Samotná náhrada aortální chlopně probíhá způsobem totožným jako u plné sternotomie. Implantaci epimyokardiální elektrody na pravou komoru je nutné provést ještě před uvolnění svorky z ascendentní aorty. Operační drény a epimyokardiální elektrody jsou vyvedeny většinou přes 4.-5. mezižebří vpravo. Cerkláž sternu probíhá pomocí horizontálních kliček, případně možno přidat i vertikálně orientovanou kličku v dolní části odděleného kvadrantu sternu.

#### 5.4 Statistická analýza

K statistické analýze byl použit program NCSS 11 Statistical Software (2016, Kaysville, Utah, USA). Data jsou prezentována jako kategorické nebo kontinuální proměnné. Kategorické proměnné jsou vyjádřeny jako číslo a procento z celkového počtu. Kontinuální proměnné jsou vyjádřeny jako medián a interkvartilové rozpětí. K testování kontinuálních proměnných jsme použili dvouvýběrový Studentův t-test při parametrickém rozložení dat a Kolmogorov-Smirnov test nebo Mann-Whitney U-test při neparametrickém rozložení. Kategorická data byly testována pomocí Pearsonova *chi-kvadrát* testu nebo Fisherova exaktního testu.

K analýze perioperačních rozdílů plicních funkcí, STST a kvality života byla využita Analýza rozptylu s opakovanými měřeními (Repeated Measures Analysis of Variance, ANOVA) s post-hoc Fisherovým Least Significant Difference testem. Pro bližší hodnocení dynamiky plicních funkcí a STST v perioperačním období byl použit skutečný i relativní pokles z předoperační hodnoty na hodnotu v sedmý pooperační den. Stejně byl hodnocen pokles z předoperační hodnoty na hodnotu po třech měsících. Relativní pokles byl vypočítán dělením hodnoty D<sub>7</sub> nebo D<sub>90</sub> hodnotou D<sub>0</sub>. Pro vybrané parametry jsme následně provedli i analýzu rozdílů mezi hodnotou D<sub>7</sub> a D<sub>90</sub>. Dynamika kvality života na základě dotazníku SF-36 byla hodnocena podobným způsobem. Tyto rozdíly u obou souborů byly následně porovnány výše uvedenými testy. Pro hodnocení významnosti perioperačních změn v STST v čase byl využit také párový Studentův t-test a neparametrický Wilcoxonův test.

Ve všech použitých testech byla pro zamítnutí nulové hypotézy akceptována hladina významnosti 5 %. V tabulkách jsou tyto významné rozdíly mezi hodnotami zvýrazněny tučným písmem, v grafech hvězdičkou.

## 6 Výsledky

### 6.1 Předoperační charakteristika souboru

V období 05/2017 až 09/2019 bylo na našem pracovišti do studie zařazeno 40 pacientů, ze kterých polovina byla na základě randomizace operována horní parciální sternotomií a polovina mediální sternotomií. Z předoperačních charakteristik byl mezi souborem UHS a FS na hladině významnosti 5 % nalezen statisticky významný rozdíl jenom v parametru hmotnosti pacienta, přičemž vyšší hmotnost měli pacienti operování cestou FS. Hraničně významný rozdíl byl nalezen v předoperační hodnotě kreatininu a v počtu ex-kuřáků, oba parametry vyšší v souboru FS (Tabulka 1). V celé kohortě pacientů nebyl žádný aktivní kuřák. V ostatních sledovaných předoperačních parametrech nebyl mezi soubory nalezen statisticky významný rozdíl.

**Tabulka 1: Předoperační charakteristika souboru**

|                                      | UHS                | FS                 | Hodnota P   |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|
|                                      | N=20               | N=20               |             |
| Kontinuální Proměnné:                |                    |                    |             |
| <b>Hmotnost (kg)</b>                 | 76 (66,5; 89,3)    | 91 (80,3; 99)      | <b>0,02</b> |
| <b>Výška (cm)</b>                    | 163 (155,3; 172,3) | 169,5 (163; 173,8) | 0,21        |
| <b>BMI</b>                           | 28,4 (25,1; 32,4)  | 30,9 (28,2; 34,4)  | 0,09        |
| <b>Kreatinin (μmol/L)</b>            | 78,5 (71,5; 93,8)  | 95 (75,8; 111,8)   | 0,06        |
| <b>EFLK (%)</b>                      | 65 (61,3; 65)      | 65 (60; 66,8)      | 0,98        |
| <b>Euroscore II (%)</b>              | 1,5 (1; 1,9)       | 1,1 (0,8; 1,6)     | 0,09        |
| Kategorické Proměnné:                |                    |                    |             |
| <b>Ženy</b>                          | 9 (45 %)           | 4 (20 %)           | 0,17        |
| <b>Diabetes mellitus</b>             | 9 (45 %)           | 11 (55 %)          | 0,53        |
| <b>Arteriální hypertenze</b>         | 15 (75 %)          | 17 (85 %)          | 0,69        |
| <b>Ex-kuřáci</b>                     | 2 (10 %)           | 8 (40 %)           | 0,06        |
| <b>Ateroskleróza mozkových tepen</b> | 1 (5 %)            | 0 (0 %)            | 1,00        |
| <b>Periferní ateroskleróza</b>       | 3 (15 %)           | 0 (0 %)            | 0,23        |
| <b>Dyslipidémie</b>                  | 14 (70 %)          | 15 (75 %)          | 0,72        |

|                                     |           |           |      |
|-------------------------------------|-----------|-----------|------|
| <b>Respirační onemocnění</b>        | 3 (15 %)  | 1 (5 %)   | 0,60 |
| <b>Muskuloskeletální onemocnění</b> | 10 (50 %) | 7 (35 %)  | 0,52 |
| <b>Třída NYHA:</b>                  |           |           | 0,43 |
| <b><i>I</i></b>                     | 1 (5 %)   | 3 (15 %)  |      |
| <b><i>II</i></b>                    | 10 (50 %) | 11 (55 %) |      |
| <b><i>III</i></b>                   | 9 (45 %)  | 6 (30 %)  |      |
| <b><i>IV</i></b>                    | 0 (0 %)   | 0 (0 %)   |      |
| <b>Bikuspidální chlopeň</b>         | 6 (30 %)  | 6 (30 %)  | 1,00 |
| <b>Indikace k výkonu:</b>           |           |           | 1,00 |
| <b><i>Stenóza</i></b>               | 15 (75 %) | 14 (70 %) |      |
| <b><i>Regurgitace</i></b>           | 1 (5 %)   | 1 (5 %)   |      |
| <b><i>Kombinovaná Vada</i></b>      | 5 (25 %)  | 5 (25 %)  |      |
| <b>Plicní hypertenze</b>            | 3 (15 %)  | 7 (35 %)  | 0,27 |

BMI - body mass index, EFLK - ejekční frakce levé komory, FS - mediánní sternotomie, NYHA - New York Heart Association, UHS - horní parciální sternotomie.

## 6.2 Perioperační výsledky

Naše studie porovnávající UHS a FS pro plánovanou izolovanou náhradu aortální chlopně u nízko rizikových starších pacientů vykazovala nulovou hospitalizační letalitu v obou souborech, proto tento parametr nebylo možné dál hodnotit.

Soubor operován cestou UHS měl statisticky významně delší čas operace. Rozdíl v době trvání mimotělního oběhu a době klampáže aorty nedosáhl statistické významnosti, i když ve všech případech byl delší v souboru UHS. Soubory měli porovnatelnou dobu pooperační umělé plicní ventilace, pobytu na JIP i dobu pooperační hospitalizace. Soubor FS vykazoval významně vyšší krevní ztráty v prvních 24 hodinách pooperačně. V miniinvazivní skupině byly 2 konverze (10 %) na mediánní sternotomii, jedna z důvodu anatomické nevhodnosti přístupu a jedna kvůli peroperační komplikaci. Tito pacienti byli i dál hodnoceni v rámci souboru UHS (na základě principu „Intention to Treat“). Stran všech ostatních perioperačních komplikací nebyl na hladině významnosti 5 % mezi soubory nalezen statisticky významný rozdíl (Tabulka 2).

**Tabulka 2: Perioperační výsledky**

|                                       | UHS              | FS                 | Hodnota p         |
|---------------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|
|                                       | n=20             | n=20               |                   |
| Kontinuální proměnné:                 |                  |                    |                   |
| <b>OP-T (min)</b>                     | 175 (151,3; 185) | 160 (141,3; 173,8) | <b>0,02</b>       |
| <b>CPB-T (min)</b>                    | 87 (73,8; 100,3) | 73 (71,3; 84,8)    | 0,08              |
| <b>CxC-T (min)</b>                    | 66 (56,3; 70)    | 58,5 (55; 65,8)    | 0,17              |
| <b>VT (hod)</b>                       | 10 (6,9; 13,1)   | 8,8 (7,1; 13,8)    | 0,77              |
| <b>Krevní ztráty za 24 hodin (ml)</b> | 250 (200; 300)   | 400 (300; 587,5)   | <b>&lt; 0,001</b> |
| <b>Krevní transfuze (n)</b>           | 2 (1; 3,8)       | 0,5 (0; 3,5)       | 0,17              |
| <b>Doba pobytu na JIP (hod)</b>       | 24 (19,1; 40,4)  | 21,1 (18; 41,9)    | 0,67              |
| <b>Doba hospitalizace (dny)</b>       | 9 (8,3; 12,8)    | 9 (7,3; 10)        | 0,23              |
| Kategorické proměnné:                 |                  |                    |                   |
| <b>Revize pro krvácení</b>            | 1 (5 %)          | 2 (10 %)           | 1,00              |
| <b>Respirační infekce</b>             | 1 (5 %)          | 0 (0 %)            | 1,00              |
| <b>Oxygenační dysfunkce</b>           | 4 (20 %)         | 1 (5 %)            | 0,34              |
| <b>Ranná komplikace</b>               | 0 (0 %)          | 1 (5 %)            | 1,00              |
| <b>Neurologická komplikace</b>        | 2 (10 %)         | 1 (5 %)            | 0,60              |
| <b>Fibrilace síní</b>                 | 7 (35 %)         | 7 (35 %)           | 1,00              |
| <b>Porucha vedení</b>                 | 2 (10 %)         | 2 (10 %)           | 1,00              |

CPB-T - doba trvání mimotělního oběhu, CxC-T - doba klampáže aorty, FS - mediánní sternotomie, JIP - jednotka intenzivní péče, OP-T - čas operace, UHS - horní parciální sternotomie, VT - doba umělé plicní ventilace

### 6.3 Funkční vyšetření plic

Nejvýznamnější rozdíly mezi soubory byly pozorovány v parametrech obstrukce (Tabulka 3). Již předoperačně měl soubor UHS významně vyšší FEV<sub>1</sub>, sedmý pooperační den mezi soubory nebyl významný rozdíl. Znovu se ale objevil po třech měsících ve prospěch UHS. Na základě ANOVA byl mezi skupinami nalezen významný rozdíl v perioperační dynamice FEV<sub>1</sub> ( $p = 0,009$ ). V souboru UHS byl tedy pozorován statisticky významně větší skutečný pokles FEV<sub>1</sub> v časném pooperačním období, který se hraničně potvrdil i při analýze relativního poklesu. Při další analýze byl ale objeven v souboru UHS i významně větší vzestup z hodnoty D<sub>7</sub> na D<sub>90</sub>, blížíci se k předoperačním hodnotám (Graf 2).

V parametru FEV<sub>1</sub>/VC byla ve všech měřeních signifikantně vyšší hodnota u souboru UHS, při analýze skutečných a relativních poklesů však mezi soubory žádný rozdíl nalezen nebyl. Dle ANOVA byla u obou souborů porovnatelná dynamika tohoto parametru ( $p = 0,79$ ).

Parametr FEV<sub>1</sub>/FVC vykazoval stejné charakteristiky ve prospěch UHS. Na základě ANOVA byl mezi skupinami nalezen významný rozdíl v perioperační dynamice FEV<sub>1</sub>/FVC ( $p = 0,049$ ). Na rozdíl od ostatních parametrů tento parametr v čase postupně klesal u obou skupin. Největší pokles byl znatelný v miniinvazivní skupině po třech měsících. Skutečný i relativní rozdíl hodnoty D<sub>0</sub> na D<sub>90</sub> byl signifikantně větší v UHS souboru (Graf 3).

MEF50% byl významně lepší u souboru UHS předoperačně při dalších měřeních ale rozdíl již významný nebyl. Na základě ANOVA byl mezi skupinami nalezen významný rozdíl v perioperační dynamice MEF50% ( $p = 0,02$ ). Skutečný pokles mezi D<sub>0</sub> a D<sub>7</sub> byl významně větší u souboru UHS, relativní pokles však tuto významnost nepotvrdil. Opačná situace vznikla při hodnocení poklesu z D<sub>0</sub> na D<sub>90</sub>, kde skutečný pokles nebyl významný, ale relativní pokles byl, v neprospěch UHS (Graf 4). Při hodnocení rozdílu mezi hodnotami D<sub>7</sub> a D<sub>90</sub> byl u obou skupin porovnatelný vzestup MEF50%.

Odpor dýchacích cest byl významně nižší v souboru UHS při měření D<sub>0</sub>, v ostatních měřeních, a ani při hodnocení poklesů však žádný jiný statisticky významný rozdíl v tomto parametru nalezen nebyl.

Stran parametrů plicní restrikce, u vitální kapacity plic nebyl mezi soubory nalezen statisticky významný rozdíl. Byl pozorován významně větší skutečný pokles VC na D<sub>7</sub> v souboru UHS oproti FS, relativní pokles byl však jenom hraničně významný (Graf 5).

Z hodnoty D7 na D90 došlo k hraničně většímu zlepšení v souboru UHS. ANOVA potvrdila významný rozdíl v perioperační dynamice tohoto parametru mezi soubory ( $p = 0,04$ ).

Při hodnocení FVC byly skupiny podobně bez signifikantního rozdílu ve všech měřeních. Byl ale pozorován významně větší skutečný pokles na D7 v souboru UHS, relativní pokles byl hraničně významný. Z hodnoty D7 následně hodnota významně víc stoupala na D90 v souboru UHS. ANOVA potvrdila významný rozdíl v perioperační dynamice tohoto parametru mezi soubory ( $p = 0,04$ ).

V rámci hodnocení plicní hyperinflace byl nalezen významný rozdíl v parametru reziduálního objemu plic při měření D90, přičemž nižší hodnotu měl soubor UHS. Skutečný a relativní pokles byly porovnatelné u obou souborů.

V ostatních parametrech plicní hyperinflace a v parametrech difuzní kapacity plic nebyl mezi soubory nalezen žádný významný rozdíl.

**Tabulka 3: Výsledky funkčního vyšetření plic**

|   | UHS                | FS                | Hodnota p    |
|---|--------------------|-------------------|--------------|
| <b>FEV1 D<sub>0</sub> (%)</b>                   | 99,5 (88,5; 110)   | 80 (75,3; 91)     | <b>0,002</b> |
| <b>FEV1 D<sub>7</sub> (%)</b>                   | 67 (59,3; 79,5)    | 61 (56,3; 73)     | 0,40         |
| <b>FEV1 D<sub>90</sub> (%)</b>                  | 97 (87,8; 106,3)   | 84 (75,8; 92,5)   | <b>0,008</b> |
| <b>FEV1 <math>\Delta_{D7-D0}</math> (%)</b>     | -34 (-40,8; -23)   | -19 (-24; -13,5)  | <b>0,003</b> |
| <b>FEV1 <math>\delta_{D7/D0}</math></b>         | 0,71 (0,60; 0,76)  | 0,77 (0,74; 0,83) | <b>0,05</b>  |
| <b>FEV1 <math>\Delta_{D90-D0}</math> (%)</b>    | -1,1 (-11,5; 11,5) | 1 (-7,3; 10)      | 0,53         |
| <b>FEV1 <math>\delta_{D90/D0}</math></b>        | 1,00 (0,88; 1,12)  | 1,10 (0,92; 1,14) | 0,46         |
| <b>FEV1/VC D<sub>0</sub> (%)</b>                | 73,5 (71,5; 79,8)  | 65 (61; 74,5)     | <b>0,002</b> |
| <b>FEV1/VC D<sub>7</sub> (%)</b>                | 74 (68,3; 78,8)    | 66,5 (61,3; 72,8) | <b>0,007</b> |
| <b>FEV1/VC D<sub>90</sub> (%)</b>               | 73 (70,8; 77,3)    | 65 (60,3; 70,8)   | <b>0,006</b> |
| <b>FEV1/VC <math>\Delta_{D7-D0}</math> (%)</b>  | -3,6 (-,8; 3)      | 2 (-2; 4)         | 0,46         |
| <b>FEV1/VC <math>\delta_{D7/D0}</math></b>      | 1,00 (0,93; 1,04)  | 1,03 (0,97; 1,07) | 0,25         |
| <b>FEV1/VC <math>\Delta_{D90-D0}</math> (%)</b> | -1,5 (-4,5; 2)     | -1 (-4,3; 3,5)    | 0,56         |
| <b>FEV1/VC <math>\delta_{D90/D0}</math></b>     | 0,98 (0,94; 1,03)  | 0,99 (0,94; 1,05) | 0,56         |

|  |                      |                    |                   |
|--|----------------------|--------------------|-------------------|
| <b>FEV1/FVC D<sub>0</sub> (%)</b>      | 79 (76; 85)          | 69 (62,5; 78)      | <b>&lt; 0,001</b> |
| <b>FEV1/FVC D<sub>7</sub> (%)</b>      | 78,5 (71,5; 81,8)    | 69 (62,5; 74,5)    | <b>&lt;0,001</b>  |
| <b>FEV1/FVC D<sub>90</sub> (%)</b>     | 75,5 (72; 79,5)      | 67,5 (65,8; 78,5)  | <b>0,03</b>       |
| <b>FEV1/FVC Δ<sub>D7-D0</sub> (%)</b>  | -1 (-5,3; 2)         | 0 (-2,8; 3,8)      | 0,77              |
| <b>FEV1/FVC δ<sub>D7/D0</sub></b>      | 0,99 (0,94; 1,03)    | 1,00 (0,96; 1,05)  | 0,79              |
| <b>FEV1/FVC Δ<sub>D90-D0</sub> (%)</b> | -3,5 (-6; 1)         | 0 (-3; 3,5)        | <b>0,03</b>       |
| <b>FEV1/FVC δ<sub>D90/D0</sub></b>     | 0,96 (0,93; 1,01)    | 1,00 (0,96; 1,05)  | <b>0,03</b>       |
| <b>MEF50% D<sub>0</sub> (%)</b>        | 79,5 (53,5; 101,3)   | 46,5 (34,3; 85,3)  | <b>&lt;0,001</b>  |
| <b>MEF50% D<sub>7</sub> (%)</b>        | 52 (40,3; 65,8)      | 34 (24; 50,3)      | 0,12              |
| <b>MEF50% D<sub>90</sub> (%)</b>       | 72,5 (47,5; 86)      | 47 (40,8; 81,3)    | 0,11              |
| <b>MEF50% Δ<sub>D7-D0</sub> (%)</b>    | -23,5 (-39,8; -14,8) | -12 (-21,8; -6,3)  | <b>0,04</b>       |
| <b>MEF50% δ<sub>D7/D0</sub></b>        | 0,63 (0,54; 0,77)    | 0,70 (0,60; 0,86)  | 0,35              |
| <b>MEF50% Δ<sub>D90-D0</sub> (%)</b>   | -8 (-24; 4,3)        | -0,5 (-7; 7,3)     | 0,13              |
| <b>MEF50% δ<sub>D90/D0</sub></b>       | 0,87 (0,76; 1,06)    | 0,99 (0,90; 1,20)  | <b>0,03</b>       |
| <b>TLC D<sub>0</sub> (%)</b>           | 98,5 (88; 111,5)     | 102 (94; 105,8)    | 0,45              |
| <b>TLC D<sub>7</sub> (%)</b>           | 77,5 (68,5; 82)      | 82,5 (74,8; 90)    | 0,17              |
| <b>TLC D<sub>90</sub> (%)</b>          | 92 (85,8; 100,8)     | 97,5 (91; 105,3)   | 0,42              |
| <b>TLC Δ<sub>D7-D0</sub> (%)</b>       | -19,5 (-28,8; -13,3) | -15 (-30,8; -10)   | 0,70              |
| <b>TLC δ<sub>D7/D0</sub></b>           | 0,80 (0,75; 0,85)    | 0,84 (0,71; 0,90)  | 0,36              |
| <b>TLC Δ<sub>D90-D0</sub> (%)</b>      | -7 (-10; 5,3)        | -4,5 (-8,3; 3,3)   | 0,95              |
| <b>TLC δ<sub>D90/D0</sub></b>          | 0,93 (0,90; 1,06)    | 0,96 (0,92; 1,04)  | 0,50              |
| <b>VC D<sub>0</sub> (%)</b>            | 100 (94,3; 113,8)    | 96 (89; 102)       | 0,08              |
| <b>VC D<sub>7</sub> (%)</b>            | 72 (65; 76,5)        | 74,5 (64; 77,8)    | 0,81              |
| <b>VC D<sub>90</sub> (%)</b>           | 101 (92,5; 109)      | 95,5 (89,3; 106)   | 0,81              |
| <b>VC Δ<sub>D7-D0</sub> (%)</b>        | -32,5 (-44,5; -20,8) | -22,5 (-31; -14,5) | <b>0,03</b>       |
| <b>VC δ<sub>D7/D0</sub></b>            | 0,72 (0,62; 0,76)    | 0,76 (0,67; 0,84)  | 0,07              |
| <b>VC Δ<sub>D90-D0</sub> (%)</b>       | 3,5 (-10,3; 8,3)     | -1,5 (-7,5; 11,3)  | 0,83              |
| <b>VC δ<sub>D90/D0</sub></b>           | 1,04 (0,90; 1,08)    | 0,98 (0,93; 1,12)  | 0,65              |

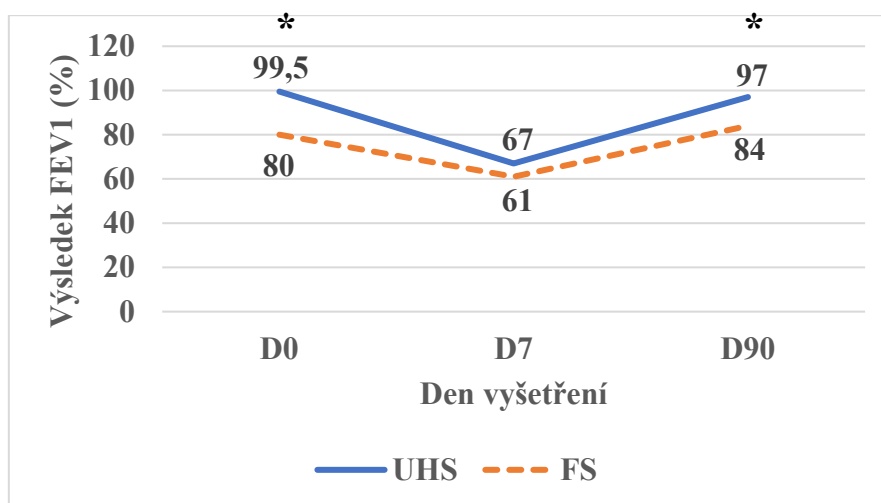
|                                      |                    |                    |             |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| <b>FVC D<sub>0</sub> (%)</b>         | 97 (92,3; 101,8)   | 91,5 (85; 100,8)   | 0,16        |
| <b>FVC D<sub>7</sub> (%)</b>         | 69 (62; 77,5)      | 71,5 (60,5; 79,5)  | 0,63        |
| <b>FVC D<sub>90</sub> (%)</b>        | 97 (91; 109,3)     | 93,5 (86,8; 99)    | 0,08        |
| <b>FVC Δ<sub>D7-D0</sub> (%)</b>     | -31 (-38,8; -20)   | -20,5 (-26,5; -15) | <b>0,03</b> |
| <b>FVC δ<sub>D7/D0</sub></b>         | 0,71 (0,62; 0,79)  | 0,78 (0,71; 0,81)  | 0,07        |
| <b>FVC Δ<sub>D90-D0</sub> (%)</b>    | 2.5 (-4; 14,3)     | 2 (-7,3; 7.3)      | 0,70        |
| <b>FVC δ<sub>D90/D0</sub></b>        | 1,03 (0,96; 1,14)  | 1,02 (0,92; 1,09)  | 0,87        |
| <b>RV D<sub>0</sub> (%)</b>          | 101,5 (84; 127,8)  | 121 (100,8; 130,3) | 0,50        |
| <b>RV D<sub>7</sub> (%)</b>          | 84,5 (75; 101,8)   | 102,5 (90,8; 118)  | 0,53        |
| <b>RV D<sub>90</sub> (%)</b>         | 94 (85,3; 108,5)   | 110 (100,8; 127,8) | <b>0,02</b> |
| <b>RV Δ<sub>D7-D0</sub> (%)</b>      | -10,5 (-28; 3,5)   | -13,5 (-28,8; 4,8) | 0,82        |
| <b>RV δ<sub>D7/D0</sub></b>          | 0,90 (0,76; 1,05)  | 0,90 (0,76; 1,05)  | 1,00        |
| <b>RV Δ<sub>D90-D0</sub> (%)</b>     | -4.5 (-27.3; 3.5)  | -10 (-24.8; 11)    | 0,97        |
| <b>RV δ<sub>D90/D0</sub></b>         | 0,95 (0,77; 1,04)  | 0,92 (0,81; 1,10)  | 0,86        |
| <b>RV/TLC D<sub>0</sub> (%)</b>      | 47 (39; 49,8)      | 46,5 (45; 50)      | 0,17        |
| <b>RV/TLC D<sub>7</sub> (%)</b>      | 50,5 (44,3; 55,5)  | 51 (46; 56)        | 0,73        |
| <b>RV/TLC D<sub>90</sub> (%)</b>     | 43 (39,8; 47,5)    | 45,5 (40,8; 47,5)  | 0,46        |
| <b>RV/TLC Δ<sub>D7-D0</sub> (%)</b>  | 7 (-0,3; 10,8)     | 3 (-0,8; 8,8)      | 0,28        |
| <b>RV/TLC δ<sub>D7/D0</sub></b>      | 1,15 (1,01; 1,24)  | 1,06 (1,00; 1,21)  | 0,33        |
| <b>RV/TLC Δ<sub>D90-D0</sub> (%)</b> | -2,5 (-6,5; 2,3)   | -3 (-7,5; 0,5)     | 0,76        |
| <b>RV/TLC δ<sub>D90/D0</sub></b>     | 0,94 (0,87; 1,05)  | 0,94 (0,84; 1,01)  | 1,00        |
| <b>Raw D<sub>0</sub> (%)</b>         | 88,5 (59,3; 115,8) | 104,5 (80,3; 134)  | <b>0,03</b> |
| <b>Raw D<sub>7</sub> (%)</b>         | 70 (53,5; 114,3)   | 112 (102; 134,3)   | 0,06        |
| <b>Raw D<sub>90</sub> (%)</b>        | 81,5 (59,3; 116)   | 96,5 (76,8; 131,8) | 0,28        |
| <b>Raw Δ<sub>D7-D0</sub> (%)</b>     | -4,5 (-45; 29,8)   | -4 (-21,5; 31,8)   | 0,63        |
| <b>Raw δ<sub>D7/D0</sub></b>         | 0,97 (0,55; 1,59)  | 0,97 (0,86; 1,35)  | 0,33        |
| <b>Raw Δ<sub>D90-D0</sub> (%)</b>    | 2 (-18; 34,8)      | -7,5 (-42,3; 8,8)  | 0,22        |
| <b>Raw δ<sub>D90/D0</sub></b>        | 1,03 (0,84; 1,35)  | 0,93 (0,68; 1,09)  | 0,50        |



|   |                    |                    |      |
|---|--------------------|--------------------|------|
| <b>TL<sub>CO</sub> D<sub>0</sub> (%)</b>      | 76 (68,5; 82,8)    | 78,5 (66,3; 90,8)  | 0,86 |
| <b>TL<sub>CO</sub> D<sub>7</sub> (%)</b>      | 54 (44,8; 69,3)    | 56,5 (50,8; 67,8)  | 0,98 |
| <b>TL<sub>CO</sub> D<sub>90</sub> (%)</b>     | 75 (65,3; 84,5)    | 73 (62,5; 87)      | 0,92 |
| <b>TL<sub>CO</sub> Δ<sub>D7-D0</sub> (%)</b>  | -19 (-28,8; -12,5) | -18 (-25,5; -11,8) | 0,59 |
| <b>TL<sub>CO</sub> δ<sub>D7/D0</sub></b>      | 0,72 (0,61; 0,84)  | 0,76 (0,70; 0,83)  | 0,55 |
| <b>TL<sub>CO</sub> Δ<sub>D90-D0</sub> (%)</b> | -4 (-9,3; 0,8)     | -4 (-10; 6,3)      | 0,85 |
| <b>TL<sub>CO</sub> δ<sub>D90/D0</sub></b>     | 0,95 (0,89; 1,01)  | 0,95 (0,87; 1,08)  | 0,84 |
| <b>K<sub>CO</sub> D<sub>0</sub> (%)</b>       | 90,5 (78; 100,8)   | 92 (78,8; 105,3)   | 0,65 |
| <b>K<sub>CO</sub> D<sub>7</sub> (%)</b>       | 91,5 (74,3; 103,8) | 90 (80,3; 99,3)    | 0,70 |
| <b>K<sub>CO</sub> D<sub>90</sub> (%)</b>      | 91 (78,8; 104,8)   | 87,5 (70,8; 105)   | 0,36 |
| <b>K<sub>CO</sub> Δ<sub>D7-D0</sub> (%)</b>   | -4 (-12; 6)        | -1,5 (-6; 2)       | 0,84 |
| <b>K<sub>CO</sub> δ<sub>D7/D0</sub></b>       | 0,97 (0,85; 1,08)  | 0,98 (0,93; 1,02)  | 0,84 |
| <b>K<sub>CO</sub> Δ<sub>D90-D0</sub> (%)</b>  | -4,5 (-11; 2,8)    | -4 (-12,8; 4)      | 0,47 |
| <b>K<sub>CO</sub> δ<sub>D90/D0</sub></b>      | 0,95 (0,91; 1,04)  | 0,95 (0,87; 1,06)  | 0,51 |

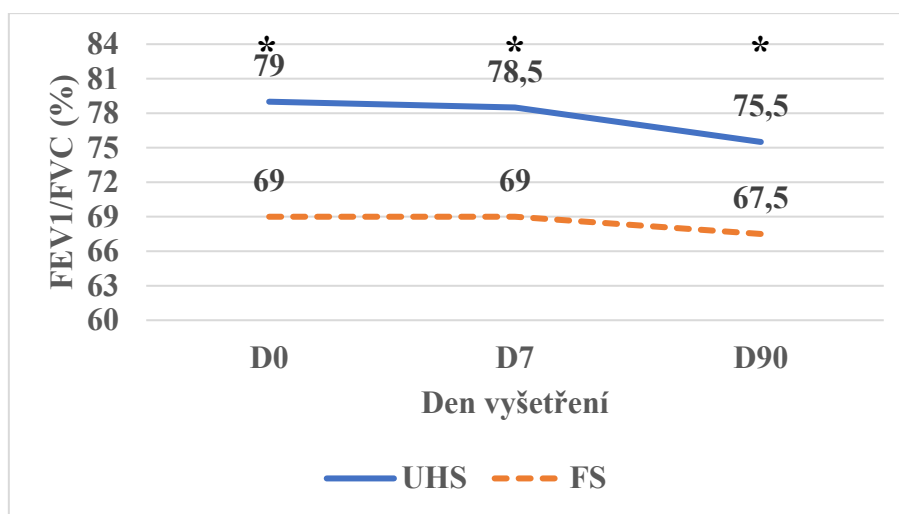
D<sub>0</sub> - předoperační vyšetření, D<sub>7</sub> - vyšetření sedmý pooperační den, D<sub>90</sub> - vyšetření po třech měsících, Δ - skutečný rozdíl daných hodnot, δ - relativní rozdíl daných hodnot, FS - mediánní sternotomie, UHS - horní parciální sternotomie, jednotlivé plicní parametry viz kapitola 3.3

**Graf 2: Perioperační dynamika FEV1**



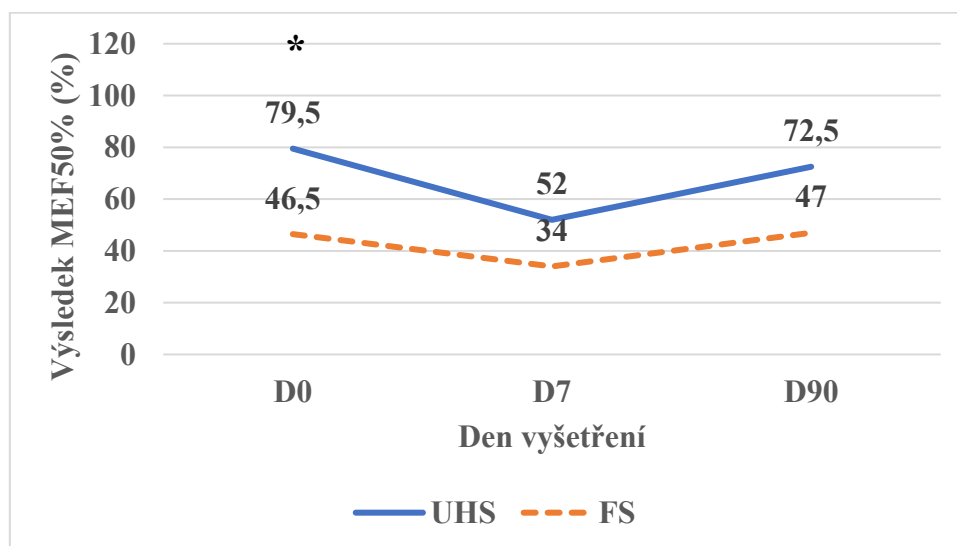
Dokumentován statisticky významně větší pokles hodnoty v souboru UHS oproti FS po sedmi dnech. D<sub>0</sub> - předoperační vyšetření, D<sub>7</sub> - vyšetření sedmý pooperační den, D<sub>90</sub> - vyšetření po třech měsících, FS - mediánní sternotomie, UHS - horní parciální sternotomie

**Graf 3: Perioperační dynamika FEV1/FVC**



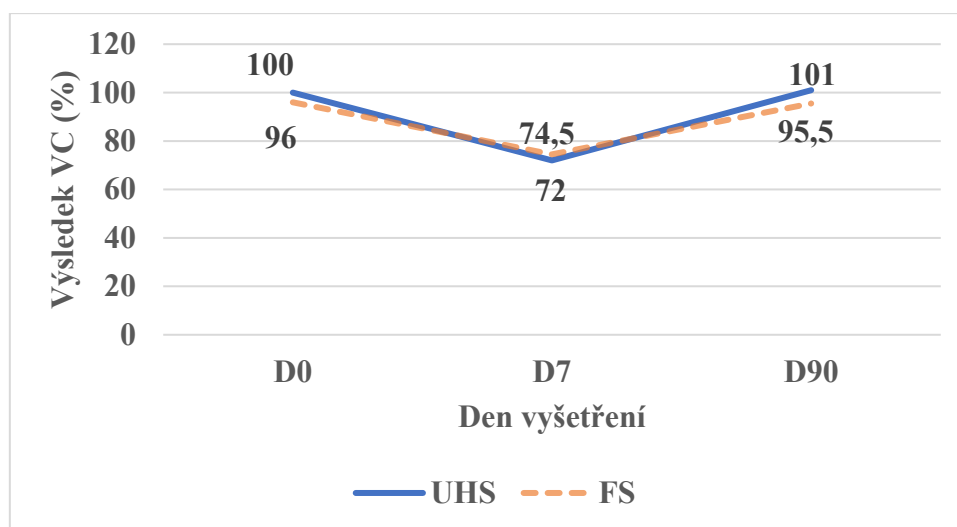
Dokumentován statisticky významně větší pokles hodnoty v souboru UHS oproti FS po třech měsících. D<sub>0</sub> - předoperační vyšetření, D<sub>7</sub> - vyšetření sedmý pooperační den, D<sub>90</sub> - vyšetření po třech měsících, FS - mediánní sternotomie, UHS - horní parciální sternotomie

**Graf 4: Perioperační dynamika MEF50%**



Dokumentován statisticky významně větší skutečný pokles hodnoty v souboru UHS oproti FS po sedmi dnech, tento pokles trval i po třech měsících ve smyslu relativního poklesu. D<sub>0</sub> - předoperační vyšetření, D<sub>7</sub> - vyšetření sedmý pooperační den, D<sub>90</sub> - vyšetření po třech měsících, FS - mediánní sternotomie, UHS - horní parciální sternotomie

**Graf 5: Perioperační dynamika VC**



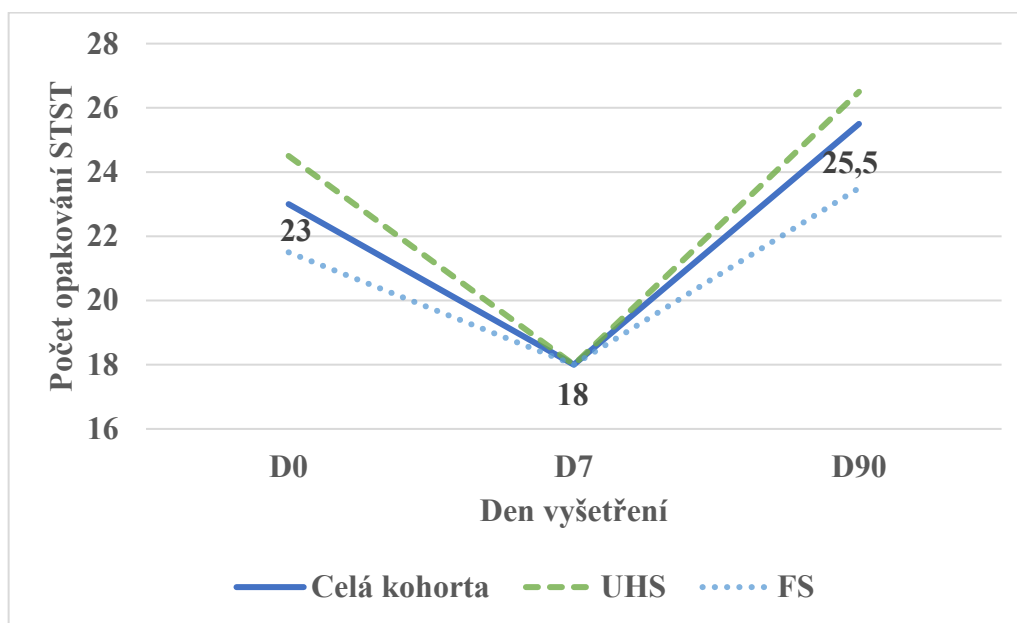
Dokumentován statisticky významně větší časný skutečný pokles hodnoty v souboru UHS oproti FS. D<sub>0</sub> - předoperační vyšetření, D<sub>7</sub> - vyšetření sedmý pooperační den, D<sub>90</sub> - vyšetření po třech měsících, FS - mediánní sternotomie, UHS - horní parciální sternotomie

#### **6.4 Jednominutový sedací test**

Při provádění STST nedošlo k žádné nežádoucí události, předoperační vyšetření nemuselo být u žádného pacienta přerušeno předčasně kvůli komplikacím a u všech nemocných byl dobře tolerován. Někteří pacienti nebyli schopni D<sub>7</sub> schopni test provést, byla jim tedy zaznamenána nulová hodnota.

V celé kohortě byl pozorován významný pokles hodnoty STST z D<sub>0</sub> na D<sub>7</sub> ( $p < 0,0001$ ), při měření D<sub>90</sub> se hodnoty dostali naopak významně nad předoperační úroveň ( $p = 0,007$ ) (Graf 6). Mezi soubory UHS a FS nebyl pozorován při žádném měření ani hodnocení poklesu statisticky významný rozdíl (Tabulka 4). ANOVA podobně nepotvrdila statisticky významný rozdíl v perioperační dynamice tohoto parametru mezi soubory ( $p = 0,16$ ).

**Graf 6: Perioperační dynamika výsledku jednominutového sedacího testu**



V grafu jsou popisky dat jenom pro celou kohortu pacientů: D<sub>0</sub> - předoperační vyšetření, D<sub>7</sub> - vyšetření sedmý pooperační den, D<sub>90</sub> - vyšetření po třech měsících, FS - mediánní sternotomie, UHS - horní parciální sternotomie

**Tabulka 4: Výsledky jednominutového sedacího testu**

|                                    | UHS               | FS                | Hodnota p |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| <b>STST D<sub>0</sub> (n)</b>      | 24,5 (18; 28,8)   | 21,5 (20; 24)     | 0,32      |
| <b>STST D<sub>7</sub> (n)</b>      | 18 (10,3; 26)     | 18 (12,8; 23,8)   | 0,98      |
| <b>STST D<sub>90</sub> (n)</b>     | 26,5 (22,5; 32,3) | 23,5 (20; 29,8)   | 0,12      |
| <b>STST Δ<sub>D7-D0</sub> (n)</b>  | -5 (-12; -2,3)    | -3 (-7,5; -0,5)   | 0,11      |
| <b>STST δ<sub>D7/D0</sub></b>      | 0,77 (0,58; 0,90) | 0,85 (0,64; 0,98) | 0,13      |
| <b>STST Δ<sub>D90-D0</sub> (n)</b> | 3 (0,3; 5,3)      | 2 (-1; 5)         | 0,68      |
| <b>STST δ<sub>D90/D0</sub></b>     | 1,13 (1,02; 1,25) | 1,11 (0,95; 1,25) | 0,71      |

D<sub>0</sub> - předoperační vyšetření, D<sub>7</sub> - vyšetření sedmý pooperační den, D<sub>90</sub> - vyšetření po třech měsících. Δ - skutečný rozdíl daných hodnot, δ - relativní rozdíl daných hodnot, FS - mediánní sternotomie, STST - jednominutový sedací test, UHS horní parciální sternotomie

## 6.5 Kvalita života

Při hodnocení kvality života pomocí dotazníku SF-36 byl v našem souboru nalezen statisticky významný rozdíl v kategorii fyzické aktivity (Tabulka 5). Pacienti po UHS vykazovali významně větší zlepšení v PF při porovnání hodnoty D<sub>0</sub> a D<sub>90</sub>. Tento statistický rozdíl v dynamice PF potvrdila i ANOVA (p = 0,03).

Při hodnocení všeobecného zdraví měl miniinvazivní soubor významně vyšší pooperační hodnotu. Dle ANOVA došlo v souboru UHS k významně většímu zlepšení v tomto parametru (p = 0,049). Analýza skutečných a relativních rozdílů ale tento nález nepotvrdila.

I když ve všech ostatních kategoriích vykazoval miniinvazivní soubor pooperačně lepší výsledky, tyto rozdíly již nebyly staticky významné.

**Tabulka 5: Hodnocení kvality života pomocí dotazníku SF-36**

|                                      | UHS               | FS                | Hodnota p   |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| <b>PF D<sub>0</sub> (body)</b>       | 50 (28,8; 62,5)   | 67,5 (40; 86,3)   | 0,10        |
| <b>PF D<sub>90</sub> (body)</b>      | 85 (63,8; 91,3)   | 80 (55; 90)       | 0,61        |
| <b>PF Δ<sub>D90-D0</sub> (body)</b>  | 30 (7,5; 40)      | 2,5 (0; 18,8)     | <b>0,03</b> |
| <b>PF δ<sub>D90/D0</sub></b>         | 1,65 (1,15; 2,04) | 1,06 (1,00; 1,63) | 0,06        |
| <b>PRF D<sub>0</sub> (body)</b>      | 12,5 (0; 56,3)    | 25 (0; 75)        | 0,65        |
| <b>PRF D<sub>90</sub> (body)</b>     | 100 (50; 100)     | 62,5 (25; 100)    | 0,31        |
| <b>PRF Δ<sub>D90-D0</sub> (body)</b> | 37,5 (0; 81,3)    | 25 (0; 50)        | 0,29        |
| <b>PRF δ<sub>D90/D0</sub></b>        | 1,33 (1,00; 2,50) | 1,00 (1,00; 1,63) | 0,33        |
| <b>ERF D<sub>0</sub> (body)</b>      | 33 (0; 67)        | 66,9 (0; 100)     | 0,26        |
| <b>ERF D<sub>90</sub> (body)</b>     | 100 (66,9; 100)   | 100 (67; 100)     | 0,75        |
| <b>ERF Δ<sub>D90-D0</sub> (body)</b> | 33,2 (0; 75,3)    | 0 (0; 42,3)       | 0,17        |
| <b>ERF δ<sub>D90/D0</sub></b>        | 1,49 (1,00; 2,53) | 1,00 (1,00; 1,50) | 0,24        |

|                                      |                   |                   |             |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| <b>V D<sub>0</sub> (body)</b>        | 47,5 (33,8; 75)   | 52,5 (43,8; 75)   | 0,53        |
| <b>V D<sub>90</sub> (body)</b>       | 75 (53,8; 82,5)   | 60 (50; 80)       | 0,43        |
| <b>V Δ<sub>D90-D0</sub> (body)</b>   | 15 (0; 30)        | 5 (0; 16,3)       | 0,50        |
| <b>V δ<sub>D90/D0</sub></b>          | 1,20 (1,00; 1,70) | 1,11 (1,00; 1,28) | 0,50        |
| <b>MH D<sub>0</sub> (body)</b>       | 76 (55; 88)       | 66 (52; 89)       | 0,62        |
| <b>MH D<sub>90</sub> (body)</b>      | 90 (76; 96)       | 82 (62; 92)       | 0,28        |
| <b>MH Δ<sub>D90-D0</sub> (body)</b>  | 8 (0; 21)         | 4 (0; 12)         | 0,62        |
| <b>MH δ<sub>D90/D0</sub></b>         | 1,09 (1,00; 1,37) | 1,05 (1,00; 1,18) | 0,97        |
| <b>SRF D<sub>0</sub> (body)</b>      | 69 (50; 88)       | 63 (47; 88)       | 0,77        |
| <b>SRF D<sub>90</sub> (body)</b>     | 100 (75; 100)     | 87,8 (72; 100)    | 0,31        |
| <b>SRF Δ<sub>D90-D0</sub> (body)</b> | 12,5 (0; 37,3)    | 12 (0; 28)        | 0,47        |
| <b>SRF δ<sub>D90/D0</sub></b>        | 1,17 (1,00; 1,63) | 1,24 (1,00; 1,59) | 0,75        |
| <b>BP D<sub>0</sub> (body)</b>       | 57,5 (42,9; 88)   | 55 (44,5; 85)     | 0,88        |
| <b>BP D<sub>90</sub> (body)</b>      | 85 (55; 100)      | 77,5 (57,3; 100)  | 0,82        |
| <b>BP Δ<sub>D90-D0</sub> (body)</b>  | 12 (0; 28)        | 7,5 (0; 35)       | 0,70        |
| <b>BP δ<sub>D90/D0</sub></b>         | 1,15 (1,00; 1,71) | 1,13 (1,00; 1,81) | 0,54        |
| <b>GH D<sub>0</sub> (body)</b>       | 55 (38,8; 71,3)   | 52,5 (40; 61,3)   | 0,67        |
| <b>GH D<sub>90</sub> (body)</b>      | 80 (62,5; 86,3)   | 60 (48,8; 67,5)   | <b>0,01</b> |
| <b>GH Δ<sub>D90-D0</sub> (body)</b>  | 10 (3,8; 27,5)    | 2,5 (0; 11,3)     | 0,28        |
| <b>GH δ<sub>D90/D0</sub></b>         | 1,16 (1,05; 1,60) | 1,04 (1,00; 1,27) | 0,27        |

D<sub>0</sub> - předoperační vyšetření, D<sub>90</sub> - vyšetření po třech měsících. Δ - skutečný rozdíl daných hodnot, δ - relativní rozdíl daných hodnot, FS - mediánní sternotomie, UHS - horní parciální sternotomie. Jednotlivé parametry viz kapitola 3.4

## 7 Diskuse

### 7.1 Standardní perioperační charakteristiky v kontextu miniinvazivní aortální chirurgie

Dostupná prospektivní randomizovaná nebo *propensity-matched* data se jednoznačně shodují v tom, že miniinvazivní přístupy s sebou nepřinášejí větší letalitu v porovnání se standardní mediální sternotomií [3, 4, 58-61]. Jedná se tedy o bezpečnou metodu. V některých retrospektivních analýzách dokonce byla letalita v miniinvazivním souboru nižší. Tento fakt ale mohl být zkreslen výběrem méně rizikových pacientů pro alternativní přístup [4, 5, 62].

Naše studie potvrzuje již známý fakt, že miniinvazivní chirurgický přístup je spojen s menšími krevními ztrátami v časném pooperačním období. Menší krevní ztráty byly dokumentované i v meta-analýze Kirmaniho a kol. [3], Khosbina a kol. [63], nebo v prospektivní studii Calderona a kol. [35] a Hancocka a kol. [64]. Tento fakt se však v naší studii neodrazil v nižší spotřebě transfuzních přípravků. Podobný trend byl pozorován v práci Lima a kol. [58]. V meta-analýze Phana a kol. [4] byl tento rozdíl významný jenom u retrospektivních studií, prospektivní randomizované studie však vykazovali stejnou spotřebu transfuzí u obou souborů. Recentní *propensity-matched* analýza Paparelly a kol. na téměř 5 000 pacientech naopak dokumentovala vyšší spotřebu transfuzních přípravků v miniinvazivním souboru [5]. Stran revize pro krvácení nebyl mezi soubory nalezen žádný rozdíl jak v naší studii, tak v jiných pracích [59, 65, 66].

Ve většině prací je volba miniinvazivního přístupu spojena se zkrácením VT a/nebo doby pobytu na JIP [3, 4, 58, 63, 67]. Naše práce tento rozdíl nepotvrzuje, oba soubory měly srovnatelnou dobu VT i pobytu na JIP. Důvodem by mohla být nepřítomnost striktních extubačních kritérií na našem pracovišti, které by mohli favorizovat miniinvazivní přístup. Výše uvedené studie pozorují i významně kratší dobu hospitalizace po miniinvazivním přístupu. V naší studii tento rozdíl nebyl nalezen a to pravděpodobně z důvodu, že většina našich pacientů po operaci pokračovala v rekonvalescenci v lázeňských centrech časné rehabilitace, přičemž čekání na uvolnění jejich kapacit mohlo dobu naší hospitalizace o několik dní prodloužit.

V současnosti je uznáván názor, že kombinací specifických kroků na všech úrovních péče o pacienta v rámci protokolu ERAS (Enhanced Recovery After Surgery) je možno dosáhnout významně rychlejší rekonvalescence po kardiochirurgických výkonech [68-72]. Klinická data

k této koncepci jsou zatím omezená pro relativní novost celé myšlenky v kardiochirurgickém prostředí. Tyto prvky zahrnují kromě jiného:

1. předoperační přípravu pacienta: prehabilitace, nutrice, zanechání kouření a alkoholu, korekce anémie, antibiotická profylaxe před výkonem;
2. intraoperační prvky: miniinvazivní chirurgický přístup, implementace minimálně invazivního mimotělního oběhu, zkrácení operačního času využitím bezstehových chlopní (v aortální chirurgii);
3. pooperační postupy: časná extubace (do 6 hodin od přijetí na JIP), cílená volumoterapie, analgoterapie s přísnou kontrolou podávání opiátů a vyhýbáním se nesteroidním antiflogistikům, kontrola glykémie, časná extrakce operačních drénů (jakmile je drénovaná tekutina serózní).

V naší studii jsme dokumentovali totožné riziko výskytu fibrilace síní u obou chirurgických přístupů. Publikovaná data v této problematice jsou však nanejvýš rozporuplná. Lim a kol. [58], Shehada a kol. [59] a Chang a kol. [60] dokumentují nižší výskyt fibrilace síní po miniinvazivním přístupu, naopak Paparella a kol. pozorovali vyšší incidenci fibrilace síní po miniinvazivním přístupu [5]. V ostatních studiích jsou oba soubory srovnatelné, nebo se tento parametr vůbec nehodnotil [3, 4, 61-63]. Ve většině prací jsou ale výsledky prezentovány sumárně pro UHS i RAT. Miceli a kol. porovnávají tyto dva přístupy, a preferují právě RAT z důvodu, že díky omezené manipulaci s pravou síní při periferní kanylaci mimotělního oběhu je pooperačně riziko fibrilace síní nižší [73]. Všeobecně však lze konstatovat, že v současnosti není k dispozici dostatek relevantních dat (zejména prospektivních randomizovaných studií), které by porovnávali UHS a RAT navzájem. Na základě provedených analýz mají porovnatelnou letalitu i morbiditu [74].

Kontroverzní data jsou dostupná i ohledně pooperační bolestivosti. Studie se v hodnocení bolestivosti rozcházejí. Oba přístupy jsou buď srovnatelně bolestivé [3, 58] nebo je mírně favorizovaný miniinvazivní přístup [4, 75, 76]. Důvodem těchto rozdílů je s největší pravděpodobností variabilita aplikovaných skórovacích systémů [4]. Naše práce se nezaměřovala na hodnocení časně pooperační bolestivosti, tělesná bolest byla hodnocena jedinečně v kontextu kvality života před operací a 3 měsíce po operaci - oba soubory měly porovnatelné výsledky.

Všechny výše uvedené benefity miniinvazivní aortální chirurgie jsou za cenu větší technické náročnosti, která se projeví zejména v delších operačních časech. V naší studii, jakož



i v naprosté většině zde citovaných prací, byl tento trend zjevný. Překvapivé výsledky z některých pracovišť ukazují, že po implementaci a standardizaci horní parciální sternotomie na pracovišti by ale bylo možné tyto časy v porovnání se standardní FS i snížit [77, 78].

## 7.2 Dynamika respiračních funkcí po miniinvazivní náhradě aortální chlopně

V literatuře dostupná data se rozcházejí stran porovnání pooperačních změn plicních funkcí u ministernotomie a standardní sternotomie. Bauer a kol., kteří porovnávali dolní parciální sternotomii a FS [33], nebo Calderon a kol., porovávající UHS a FS [35], nenacházejí významný rozdíl v hodnocení plicních funkcí mezi soubory. Na druhou stranu, Bonacchi a kol. [34] a Candaele a kol. [76] na základě výsledků jejich pozorování favorizují UHS. Práce Stoliňského a kol., porovávající RAT a FS, shodně vykazuje lepší výsledky v miniinvazivním souboru [36].

Výsledky naší práce jsou z tohoto pohledu kontrastující, protože nikde v literatuře doposud nebylo publikováno významně větší zhoršení plicních funkcí po miniinvazivním přístupu. Zároveň, ve výše uvedených pracích dominuje pokles parametrů restrikce. Ten sice byl i v naší práci do jisté míry vyjádřen (významně větší skutečný časný pooperační pokles v parametrech FVC a VC v souboru UHS), zásadní rozdíl byl ale nalezen v parametrech obstrukce (FEV1 a MEF50%). Limitací tohoto nálezu mohl být fakt, že soubory měli již předoperačně rozdílné hodnoty parametrů obstrukce, což se projevilo na jejich rozdílném pooperačním poklesu. Z tohoto důvodu jsme do hodnocení implementovali i hodnocení relativních poklesů, které potvrdilo významnost poklesu v parametru FEV1, u parametrů restrikce byl tento nálezn hraničně významný ( $p = 0,07$  pro FVC i VC). Po třech měsících došlo k úpravě parametrů k původním hodnotám. Výjimkou byly parametry FEV1/FVC ( $p = 0,03$  pro skutečný i relativní pokles) a MEF50% ( $p = 0,13$  pro skutečný a  $p = 0,03$  pro relativní pokles), kde byl ve skupině UHS i po třech měsících pozorován větší pokles oproti FS. **Naše práce tedy nepotvrzuje hypotézu, že zachování celistvosti dolní poloviny hrudního koše vede k lepším respiračním funkcím v časném pooperačním období.**

Otázkou zůstává, jestli pacienti s respiračním onemocněním můžou benefitovat z miniinvazivního přístupu. Albacker a kol. v retrospektivní analýze pacientů s CHOPN konstatuje, že pacienti s významně nižší hodnotou FEV1 měli největší prospěch z miniinvazivního přístupu oproti FS [79]. Naše práce sice izolovaně nehodnotí jenom tuto rizikovou skupinu, lze však pozorovat, že navzdory významně horším předoperačním

hodnotám parametrů obstrukce byl v souboru FS dokumentován (nevýznamně) nižší výskyt respiračních infekcí a oxygenační dysfunkce. Na základě námi zjištěných rozdílů v měření plicních funkcí by neměla UHS představovat benefit pro pacienta s CHOPN.

### **7.3 Jednominutový sedací test v kardiochirurgii**

Jak již bylo uvedeno výše, v dostupné literatuře není evidence o tom, že by byl STST doposud aplikován v podmínkách kardiochirurgie. Je to relativně nový test, který zatím našel uplatnění především v oboru pneumologie a rehabilitace [37, 40, 41], kde dokáže dobře vypovídat o zlepšení pacientovy tolerance zátěže po adekvátní rehabilitaci. V naší práci jsme se primárně zaměřili na bezpečnost provedení tohoto testu v kardiochirurgických podmínkách, což se ukázalo v nízkorizikové souboru bezproblémové. Současně bylo možné pozorovat, jak časný pooperační pokles v počtu opakování byl vystřídán významným zlepšením této hodnoty nad předoperační úroveň již po třech měsících od operace. Tento trend jistě dokumentuje pozitivní vliv náhrady aortální chlopně na zlepšení pacientovy tolerance zátěže již v krátkodobém horizontu pooperačně. Pro objektivizaci tohoto tvrzení by ale bylo vhodné porovnání s jinými již etablovanými testy, jako například 6MWT.

Naše pracovní skupina v zatím nepublikovaných datech pozorovala, že předoperační počet opakování STST negativně koreluje s dobou umělé plicní ventilace po náhradě aortální chlopně. Pacienti, kteří předoperačně udělali méně než 20 opakování, měli významně delší dobu VT oproti souboru, který si vedl lépe. Tento jednoduchý, rychlý a praktický test by tedy díky své komplexní povaze mohl v budoucnu sloužit i k odhadu pacientovy schopnosti zvládnout časné pooperační období. Další studie jsou nutné k potvrzení této hypotézy.

Na základě naší práce lze taky usuzovat, že operační přístup neovlivnil pooperační hodnoty STST, a s největší pravděpodobností tedy ani pacientovu toleranci zátěže a fyzickou výkonnost v časném pooperačním období.

### **7.4 Kvalita života v kontextu miniinvazivní aortální chirurgie**

Existuje několik prací, které evidují zlepšení kvality života po náhradě aortální chlopně [80-83]. V dostupné literatuře ale není žádná práce, která by se zaměřovala na porovnání kvality života po náhradě aortální chlopně cestou miniinvazivního nebo standardního přístupu. Jsou

dostupná data porovnávající chirurgickou náhradu aortální chlopně s TAVI, s jasným benefitem transkatetového přístupu v prvním měsíci po výkonu [84]. Tento rozdíl v kvalitě života se ale ztrácí rok po operaci a obě metody jsou z dlouhodobějšího hlediska porovnatelné. Byl zveřejněn protokol probíhající prospektivní randomizované studie QUALITY-AVR [85], zaměřené právě na porovnání UHS a FS pro náhradu aortální chlopně, výsledky ale zatím nejsou dostupné.

Z tohoto pohledu je naše práce v tuto chvíli unikátní, protože je jedinou studií, která dokumentuje pozitivní vliv miniinvazivního přístupu na kvalitu života v časném pooperačním období. Tento trend byl pozorován ve významně větším zlepšení fyzické aktivity v souboru UHS pooperačně, a taky byl v tomto souboru v pooperačním období lepší výsledek v kategorii celkového vnímání zdraví. Skutečný ani relativní rozdíl oproti předoperační hodnotě ale významně větší nebyl.

## 7.5 Limitace studie

Zásadní limitací naší studie je relativně malý počet pacientů zařazených do studie. Na druhé straně byli pacienti prospektivně zařazeni a randomizováni, což se odrazilo i na relativně vyrovnaném profilu souborů stran předoperačních charakteristik. Při předoperačním hodnocení respiračních funkcí v rámci studijního protokolu byl ale mezi soubory odhalen významný rozdíl ve více parametrech (to mohlo souviset s vyšším počtem ex-kuřáků v souboru FS), který se následně projevil i v rozdílech pooperačních. Tento rozdíl jsme se snažili minimalizovat využitím analýzy skutečných a relativních poklesů v porovnání souborů.

K naprosto přesnému porovnání rychlosti rekonvalescence u těchto přístupů by mohla dopomoci implementace striktnějších kritérií extubace, překlada z JIP a propuštění z nemocnice.

Pro objektivní vyhodnocení výpovědné hodnoty STST by bylo vhodné porovnání s jinými již etablovanými testy fyzické výkonnosti. Cílem naší studie byla ale jeho pilotní aplikace v našich podmínkách a jeho primární vyhodnocení.

K bližší objektivizaci změn kvality života bylo vhodné využít i kardio-specifický dotazník, naše pracovní skupina se ale rozhodla z důvodu zachování rozumné míry komplexnosti vyšetření pacienta využít jenom jeden všeobecný dotazník kvality života, a to Short Form-36.

## 8 Závěry

### Cíl 1: Porovnat standardní perioperační výsledky náhrady aortální chlopně cestou UHS a FS.

Přístup horní parciální sternotomie je v porovnání s mediální sternotomií spojen se srovnatelnou letalitou, rekonvalescencí, nižšími krevními ztrátami a estetickým benefitem za cenu jistého zvýšení technické náročnosti výkonu, co se projevilo na mírně delších operačních časech. Měl by být proto preferovanou metodou pro chirurgickou náhradu aortální chlopně.

### Cíl 2: Porovnat perioperační dynamiku a změny plicních funkcí u pacientů operovaných cestou UHS nebo FS.

Zachování celistvosti dolní poloviny hrudní kosti není asociováno s lepším výsledkem plicních funkcí v časném pooperačním období. U některých parametrů může v časném pooperačním období dojít i k výraznějšímu zhoršení po miniinvazivním přístupu. Do třech měsíců dochází k úpravě většiny parametrů k původním hodnotám.

### Cíl 3: Prakticky implementovat jednominutový sedací test v kardiochirurgii, zhodnotit jeho bezpečnost a výpovědní hodnotu a porovnat oba soubory.

Jednominutový sedací test je bezpečnou vyšetřovací modalitou u nízkorizikových pacientů podstupujících náhradu aortální chlopně a má potenciál dokumentovat zlepšení fyzické výkonnosti pacienta po úspěšném kardiochirurgickém výkonu. Mezi soubory navzájem nebyl nalezen významný rozdíl.

### Cíl 4: Vyhodnotit změny kvality života po náhradě aortální chlopně cestou UHS a FS.

Využití miniinvazivního přístupu horní parciální sternotomie může vést k významně většímu zlepšení kvality života pacientů, zejména stran fyzické aktivity, eventuálně i celkového vnímání zdraví.

## 9 Použitá literatura

1. Albacker TB, Blackstone EH, Williams SJ, Gillinov AM, Navia JL, Roselli EE, et al. Should less-invasive aortic valve replacement be avoided in patients with pulmonary dysfunction? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147(1):355-61 e5.
2. Lemaigen A, Birgand G, Ghodhbane W, Alkhoder S, Lolom I, Belorgey S, et al. Sternal wound infection after cardiac surgery: incidence and risk factors according to clinical presentation. *Clin Microbiol Infect.* 2015;21(7):674 e11-8.
3. Kirmani BH, Jones SG, Malaisrie SC, Chung DA, Williams RJ. Limited versus full sternotomy for aortic valve replacement. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;4:CD011793.
4. Phan K, Xie A, Tsai Y-C, Black D, Di Eusanio M, Yan TD. Ministernotomy or minithoracotomy for minimally invasive aortic valve replacement: a Bayesian network meta-analysis. *Ann Cardiothorac Surg.* 2014;4(1):3-14.
5. Paparella D, Malvindi PG, Santarpino G, Moscarelli M, Guida P, Fattouch K, et al. Full sternotomy and minimal access approaches for surgical aortic valve replacement: a multicentre propensity-matched study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2019;57(4):709-16.
6. Ranucci M, Frigiola A, Menicanti L, Castelvechio S, de Vincentiis C, Pistuddi V. Aortic cross-clamp time, new prostheses, and outcome in aortic valve replacement. *J Heart Valve Dis.* 2012;21(6):732-9.
7. Iino K, Miyata H, Motomura N, Watanabe G, Tomita S, Takemura H, et al. Prolonged Cross-Clamping During Aortic Valve Replacement Is an Independent Predictor of Postoperative Morbidity and Mortality: Analysis of the Japan Cardiovascular Surgery Database. *Ann Thorac Surg.* 2017;103(2):602-9.
8. Al-Sarraf N, Thalib L, Hughes A, Houlihan M, Tolan M, Young V, et al. Cross-clamp time is an independent predictor of mortality and morbidity in low- and high-risk cardiac patients. *Int J Surg.* 2011;9(1):104-9.
9. Ludueña MM, Rastan AJ. Complications and conversions in minimally invasive aortic valve surgery. *Ann Cardiothorac Surg.* 2014;4(1):94-8.
10. Young CP, Sinha S, Vohra HA. Outcomes of minimally invasive aortic valve replacement surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2018;53:19-23.
11. Svensson LG. Minimal-access "J" or "j" sternotomy for valvular, aortic, and coronary operations or reoperations. *Ann Thorac Surg.* 1997;64(5):1501-3.

12. Gundry SR, Shattuck OH, Razzouk AJ, del Rio MJ, Sardari FF, Bailey LL. Facile minimally invasive cardiac surgery via ministernotomy. *Ann Thorac Surg.* 1998;65(4):1100-4.
13. Granov N, Kacila M, Mujicic E, Hadzimehmedagic A, Custovic F, Kulic M. V-type mini sternotomy in aortic valve replacement. *Med Arch.* 2012;66(3):213-4.
14. Tam RKWF, Almeida AAMB, Bs. Minimally Invasive Aortic Valve Replacement via Partial Sternotomy. *Ann Thorac Surg.* 1998;65(1):275-6.
15. Nair RUF, Sharpe DACF. Minimally Invasive Reversed Sternotomy for Aortic Valve Replacement. *Ann Thorac Surg.* 1998;65(4):1165-6.
16. Doty DBMD, DiRusso GBMD, Doty JRMD. Full-Spectrum Cardiac Surgery Through a Minimal Incision: Mini-Sternotomy (Lower Half) Technique. *Ann Thorac Surg.* 1998;65(2):573-7.
17. Bridgewater B, Steyn RS, Ray S, Hooper T. Minimally invasive aortic valve replacement through a transverse sternotomy: a word of caution. *Heart.* 1998;79(6):605-7.
18. Luciani GB, Mazzucco A. Aortic valve replacement via minimal-access complete sternotomy. *Tex Heart Inst J.* 2000;27(3):286-8.
19. Luciani GB, Lucchese G. Minimal-access median sternotomy for aortic valve replacement. *J Thorac Dis.* 2013;5 Suppl 6:S650-3.
20. Alassar Y, Yildirim Y, Pecha S, Detter C, Deuse T, Reichenspurner H. Minimal access median sternotomy for aortic valve replacement in elderly patients. *J Cardiothorac Surg.* 2013;8:103.
21. Raja SG, Benedetto U. Minimal access aortic valve replacement via limited skin incision and complete median sternotomy. *J Thorac Dis.* 2013;5 Suppl 6:S654-7.
22. Kaneko T, Vassileva CM, Englum B, Kim S, Yammine M, Brennan M, et al. Contemporary Outcomes of Repeat Aortic Valve Replacement: A Benchmark for Transcatheter Valve-in-Valve Procedures. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(4):1298-304; discussion 304.
23. Beckmann A, Meyer R, Lewandowski J, Markewitz A, Harringer W. German Heart Surgery Report 2018: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;67(05):331-44.
24. Cosgrove DM, 3rd, Sabik JF. Minimally invasive approach for aortic valve operations. *Ann Thorac Surg.* 1996;62(2):596-7.
25. Benetti FJ, Mariani MA, Rizzardi JL, Benetti I. Minimally invasive aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1997;113(4):806-7.

26. Ito T, Maekawa A, Hoshino S, Hayashi Y. Right Infraaxillary Thoracotomy for Minimally Invasive Aortic Valve Replacement. *Ann Thorac Surg.* 2013;96(2):715-7.
27. Wilbring M AK, Matschke K, Eusanio MD, Kappert U. Surgery Without Visible Scars: The Right Lateral Access for Minimally Invasive Aortic Valve Surgery 2019 [Available from: <https://www.ctsnet.org/article/surgery-without-visible-scars-right-lateral-access-minimally-invasive-aortic-valve-surgery>].
28. Vola M, Fuzellier J-F, Campisi S, Faure M, Bouchet J-B, Sandri F, et al. Totally endoscopic aortic valve replacement (TEAVR). *Ann Cardiothorac Surg.* 2015;4(2):196-7.
29. Nagaoka E, Gelinas J, Vola M, Kiaii B. Early Clinical Experiences of Robotic Assisted Aortic Valve Replacement for Aortic Valve Stenosis with Sutureless Aortic Valve. *Innovations (Phila).* 2020;15(1):88-92.
30. Braun SR, Birnbaum ML, Chopra PS. Pre- and postoperative pulmonary function abnormalities in coronary artery revascularization surgery. *Chest.* 1978;73(3):316-20.
31. Berrizbeitia LD, Tessler S, Jacobowitz IJ, Kaplan P, Budzilowicz L, Cunningham JN. Effect of sternotomy and coronary bypass surgery on postoperative pulmonary mechanics. Comparison of internal mammary and saphenous vein bypass grafts. *Chest.* 1989;96(4):873-6.
32. Shenkman Z, Shir Y, Weiss YG, Bleiberg B, Gross D. The effects of cardiac surgery on early and late pulmonary functions. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1997;41(9):1193-9.
33. Bauer M, Pasic M, Ewert R, Hetzer R. Ministernotomy versus complete sternotomy for coronary bypass operations: No difference in postoperative pulmonary function. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;121(4):702-7.
34. Bonacchi M, Prifti E, Giunti G, Frati G, Sani G. Does ministernotomy improve postoperative outcome in aortic valve operation? A prospective randomized study. *Ann Thorac Surg.* 2002;73(2):460-5.
35. Calderon J, Richebe P, Guibaud JP, Coiffic A, Branchard O, Asselineau J, et al. Prospective randomized study of early pulmonary evaluation of patients scheduled for aortic valve surgery performed by ministernotomy or total median sternotomy. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009;23(6):795-801.
36. Stolinski J, Plicner D, Gaweda B, Musial R, Fijorek K, Wasowicz M, et al. Function of the Respiratory System in Elderly Patients After Aortic Valve Replacement. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016;30(5):1244-53.

37. Bohannon RW, Crouch R. 1-Minute Sit-to-Stand Test: SYSTEMATIC REVIEW OF PROCEDURES, PERFORMANCE, AND CLINIMETRIC PROPERTIES. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2019;39(1):2-8.
38. Gurses HN, Zeren M, Denizoglu Kulli H, Durgut E. The relationship of sit-to-stand tests with 6-minute walk test in healthy young adults. *Medicine.* 2018;97(1):e9489.
39. Kohlbrenner D, Benden C, Radtke T. The 1-Minute Sit-to-Stand Test in Lung Transplant Candidates: An Easy-to-Use Alternative to the 6-Minute Walk Test? *Respir Care.* 2019.
40. Vaidya T, de Bisschop C, Beaumont M, Ouksel H, Jean V, Dessables F, et al. Is the 1-minute sit-to-stand test a good tool for the evaluation of the impact of pulmonary rehabilitation? Determination of the minimal important difference in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2016;11:2609-16.
41. Briand J, Behal H, Chenivresse C, Wemeau-Stervinou L, Wallaert B. The 1-minute sit-to-stand test to detect exercise-induced oxygen desaturation in patients with interstitial lung disease. *Ther Adv Respir Dis.* 2018;12:1753466618793028.
42. Strassmann A, Steurer-Stey C, Lana KD, Zoller M, Turk AJ, Suter P, et al. Population-based reference values for the 1-min sit-to-stand test. *Int J Public Health.* 2013;58(6):949-53.
43. Ritchie C, Trost SG, Brown W, Armit C. Reliability and validity of physical fitness field tests for adults aged 55 to 70 years. *J Sci Med Sport.* 2005;8(1):61-70.
44. Ozalevli S, Ozden A, Itil O, Akkoçlu A. Comparison of the Sit-to-Stand Test with 6 min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med.* 2007;101(2):286-93.
45. Rocco CC, Sampaio LM, Stirbulov R, Correa JC. Neurophysiological aspects and their relationship to clinical and functional impairment in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinics (Sao Paulo).* 2011;66(1):125-9.
46. Tully PJ. Quality-of-Life measures for cardiac surgery practice and research: a review and primer. *J Extra Corpor Technol.* 2013;45(1):8-15.
47. Ware JE, Jr., Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care.* 1992;30(6):473-83.
48. Petr P. Dotazník SF-36 o kvalitě života podmíněné zdravím. (The SF-36 Questionnaire of the Health related Quality of Life). *Kontakt.* 2000;1(2):26-30.
49. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26(2):319-38.



50. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J.* 2005;26(1):153-61.
51. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J.* 2005;26(5):948-68.
52. Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. 2005;26(3):511-22.
53. Ranu H, Wilde M, Madden B. Pulmonary function tests. *Ulster Med J.* 2011;80(2):84-90.
54. Dempsey TM, Scanlon PD. Pulmonary Function Tests for the Generalist: A Brief Review. *Mayo Clin Proc.* 2018;93(6):763-71.
55. Reychler G, Boucard E, Peran L, Pichon R, Le Ber-Moy C, Ouksel H, et al. One minute sit-to-stand test is an alternative to 6MWT to measure functional exercise performance in COPD patients. *Clin Respir J.* 2018;12(3):1247-56.
56. Loor G, Desai MY, Roselli EE. Pre-operative 3D CT imaging for virtual planning of minimally invasive aortic valve surgery. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2013;6(2):269-71.
57. Plass A, Scheffel H, Alkadhi H, Kaufmann P, Genoni M, Falk V, et al. Aortic valve replacement through a minimally invasive approach: preoperative planning, surgical technique, and outcome. *Ann Thorac Surg.* 2009;88(6):1851-6.
58. Lim JY, Deo SV, Altarabsheh SE, Jung SH, Erwin PJ, Markowitz AH, et al. Conventional Versus Minimally Invasive Aortic Valve Replacement: Pooled Analysis of Propensity-Matched Data. *J Card Surg.* 2015;30(2):125-34.
59. Shehada S-E, Elhmidi Y, Mourad F, Gabry M, Benedik J, Thielmann M, et al. Minimal access versus conventional aortic valve replacement: A meta-analysis of propensity-matched studies. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2017;25:624-32.
60. Chang C, Raza S, Altarabsheh SE, Delozier S, Sharma UM, Zia A, et al. Minimally Invasive Approaches to Surgical Aortic Valve Replacement: A Meta-Analysis. *Ann Thorac Surg.* 2018;106(6):1881-9.
61. Nair SK, Sudarshan CD, Thorpe BS, Singh J, Pillay T, Catarino P, et al. Mini-Stern Trial: A randomized trial comparing mini-sternotomy to full median sternotomy for aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;156(6):2124-32.e31.
62. Merk DR, Lehmann S, Holzhey DM, Dohmen P, Candolfi P, Misfeld M, et al. Minimal invasive aortic valve replacement surgery is associated with improved survival: a propensity-matched comparison. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;47(1):11-7; discussion 7.

63. Khoshbin E, Prayaga S, Kinsella J, Sutherland FW. Mini-sternotomy for aortic valve replacement reduces the length of stay in the cardiac intensive care unit: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ open*. 2011;1(2):e000266.
64. Hancock HC, Maier RH, Kasim AS, Mason JM, Murphy GJ, Goodwin AT, et al. Mini-Sternotomy Versus Conventional Sternotomy for Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(19):2491-2.
65. Furukawa N, Kuss O, Aboud A, Schonbrodt M, Renner A, Hakim Meibodi K, et al. Ministernotomy versus conventional sternotomy for aortic valve replacement: matched propensity score analysis of 808 patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2014;46(2):221-6; discussion 6-7.
66. Abdullahi YS, Athanasopoulos LV, Moscarelli M, Casula RP, Speziale G, Fattouch K, et al. What are the benefits of a minimally invasive approach in frail octogenarian patients undergoing aortic valve replacement? *J Geriatr Cardiol*. 2016;13(6):514-6.
67. Ghanta RK, Lapar DJ, Kern JA, Kron IL, Speir AM, Fonner E, Jr., et al. Minimally invasive aortic valve replacement provides equivalent outcomes at reduced cost compared with conventional aortic valve replacement: A real-world multi-institutional analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;149(4):1060-5.
68. Carozza R, Fazzi D, Pietrini A, Cefarelli M, Mazzocca F, Vessella W, et al. Minimally invasive aortic valve replacement: extracorporeal circulation optimization and minimally invasive extracorporeal circulation system evolution. *Perfusion*. 2020:0267659120913385.
69. Glauber M, Di Bacco L, Cuenca J, Di Bartolomeo R, Baghai M, Zakova D, et al. Minimally Invasive Aortic Valve Replacement with Sutureless Valves: Results From an International Prospective Registry. *Innovations (Phila)*. 2019:1556984519892585.
70. Zaouter C, Oses P, Assatourian S, Labrousse L, Remy A, Ouattara A. Reduced Length of Hospital Stay for Cardiac Surgery-Implementing an Optimized Perioperative Pathway: Prospective Evaluation of an Enhanced Recovery After Surgery Program Designed for Mini-Invasive Aortic Valve Replacement. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33(11):3010-9.
71. Engelman DT, Ben Ali W, Williams JB, Perrault LP, Reddy VS, Arora RC, et al. Guidelines for Perioperative Care in Cardiac Surgery: Enhanced Recovery After Surgery Society Recommendations. *JAMA Surgery*. 2019;154(8):755-66.

72. Gercekoglu H, Aydin NB, Dagdeviren B, Ozkul V, Sener T, Demirtas M, et al. Effect of timing of chest tube removal on development of pericardial effusion following cardiac surgery. *J Card Surg.* 2003;18(3):217-24.
73. Miceli A, Murzi M, Gilmanov D, Fuga R, Ferrarini M, Solinas M, et al. Minimally invasive aortic valve replacement using right minithoracotomy is associated with better outcomes than ministernotomy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(1):133-7.
74. Balmforth D, Harky A, Lall K, Uppal R. Is ministernotomy superior to right anterior minithoracotomy in minimally invasive aortic valve replacement? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2017;25(5):818-21.
75. Brown ML, McKellar SH, Sundt TM, Schaff HV. Ministernotomy versus conventional sternotomy for aortic valve replacement: A systematic review and meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;137(3):670-9.e5.
76. Candaele S, Herijgers P, Demeyere R, Flameng W, Evers G. Chest pain after partial upper versus complete sternotomy for aortic valve surgery. *Acta Cardiol.* 2003;58(1):17-21.
77. Raja SG, Benedetto U, Amrani M. Aortic valve replacement through J-shaped partial upper sternotomy. *J Thorac Dis.* 2013;5 Suppl 6:S662-8.
78. Neely RC, Boskovski MT, Gosev I, Kaneko T, McGurk S, Leacche M, et al. Minimally invasive aortic valve replacement versus aortic valve replacement through full sternotomy: the Brigham and Women's Hospital experience. *Ann Cardiothorac Surg.* 2015;4(1):38-48.
79. Albacker TB, Blackstone EH, Williams SJ, Gillinov AM, Navia JL, Roselli EE, et al. Should less-invasive aortic valve replacement be avoided in patients with pulmonary dysfunction? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147(1):355-61.e5.
80. Long T, Lopez BM, Berberian C, Cunningham MJ, Starnes VA, Cohen RG. Exercise Hemodynamics and Quality of Life after Aortic Valve Replacement for Aortic Stenosis in the Elderly Using the Hancock II Bioprosthesis. *Cardiol Res Pract.* 2014;2014:151282-.
81. Jansen Klomp WW, Nierich AP, Peelen LM, Brandon Bravo Bruinsma GJ, Dambrink J-HE, Moons KGM, et al. Survival and quality of life after surgical aortic valve replacement in octogenarians. *J Cardiothorac Surg.* 2016;11:38-.
82. Blokzijl F, Houterman S, van Straten BHM, Daeter E, Brandon Bravo Bruinsma GJ, Dieperink W, et al. The impact of surgical aortic valve replacement on quality of life-a multicenter study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019.

83. van Geldorp MWA, Heuvelman HJ, Kappetein AP, Busschbach JJV, Takkenberg JJM, Bogers AJJC. The effect of aortic valve replacement on quality of life in symptomatic patients with severe aortic stenosis. *Neth Heart J*. 2013;21(1):28-35.
84. Ando T, Takagi H, Briasoulis A, Grines CL, Afonso L. Comparison of Health Related Quality of Life in Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement: A Meta-Analysis. *Heart Lung Circ*. 2019;28(8):1235-45.
85. Rodriguez-Caulo EA, Guijarro-Contreras A, Otero-Forero J, Mataro MJ, Sanchez-Espin G, Guzon A, et al. Quality of life, satisfaction and outcomes after ministernotomy versus full sternotomy isolated aortic valve replacement (QUALITY-AVR): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2018;19(1):114.

## 10 Publikační a přednášková aktivita autora

### Původní práce s IF:

1. Pojar M, Haman L, Parizek P, Myjavec A, **Gofus J**, Vojacek J. Midterm outcomes of mini-invasive surgical and hybrid ablation of atrial fibrillation. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2018; 10.5507/bp.2018.050. IF = 1,141
2. **Gofus J**, Vobornik M, Sorm Z, Dergel M, Karalko M, Harrer J, Pojar M. Female Gender as a Risk Factor in Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass Grafting. *Scand Cardiovasc J* 2019; 53(3): 141-147. IF = 1,286
3. Děrgel M, Voborník M, Pojar M, Karalko M, **Gofus J**, Chládek J, Turek Z, Maláková J, Studená Š, Radochová V, Mand'ák J. Lung collapse during minithoracotomy reduces penetration of cefuroxime to the tissue. *Surg Infect (Larchmt)* 2020; doi: 10.1089/sur.2019.273. Epub ahead of print. IF = 1,921
4. **Gofus J**, Vobornik M, Koblizek V, Smolak P, Myjavec A, Vojacek J, Pojar M. Pulmonary Function and Quality of Life after Aortic Valve Replacement through Ministernotomy: A Prospective Randomized Study. *Kardiol Pol* 2020; 78(12): 1278-1280. IF = 1,874
5. Karalko M, Stejskal V, Dergel M, **Gofus J**, Timbila S, Zaloudkova L, Zacek P, Pojar M, Vojacek J. Histopathological changes in dilated ascending aorta associated with aortic valve cuspidity. *Eur J Cardiothorac Surg* 2020. doi: 10.1093/ejcts/ezaa440. Epub ahead of print. IF = 3,486
6. **Gofus J**, Vobornik M, Koblizek V, Pojar M, Vojacek J. The outcome of a preoperative one-minute sit-to-stand test is associated with ventilation time after cardiac surgery. *Scand Cardiovasc J* 2020; doi:10.1080/14017431.2020.1866771. Epub ahead of print. IF = 1,286

### Ostatní práce s IF: 0

### Původní práce bez IF:

1. **Gofus J**, Drábková S, Voborník M, Pojar M, Vojáček J. Aktuální trend v miniinvazivní aortální chirurgii v České republice. *Cor Vasa* 2020; 62: 578-582.

### Ostatní práce bez IF:

1. **Gofus J**, Vobornik M, Pojar M. Miniinvazivní přístupy v chirurgii aortální chlopně. *Interv Akut Kardiol* 2018; 17(1): 24-28.

2. **Gofus J.** Správa z kongresu - 33rd EACTS. Cor et Vasa 2019, 61(6): 643.

#### **Ostatní práce:**

1. **Gofus J,** Žáček P, Dominik J. Edukační e-learningový webový portál „Interaktivní kardiologie pro studenta medicíny“. 2019-2020. <https://ikch.lfhk.cuni.cz/cs>

#### **Přednášková aktivita:**

1. 13.11.2018 – Salzburg Medical Seminars – Cardiac Surgery. **Ján Gofus,** Pavel Žáček, Jan Vojáček. To waive or to proceed? Yacoub procedure and aortic dissection.
2. 25.11.2018 - Sjezd České společnosti kardiologické chirurgie. **Ján Gofus,** Martin Voborník, Zdeněk Šorm, Jan Harrer, Marek Pojar. Female sex as a risk factor in MIDCAB. – umístění na 3. místě v soutěži mladých chirurgů v kategorii kardiologie.
3. 13.12.2018 – Hradecký kardiologický den. **Ján Gofus,** Martin Voborník, Zdeněk Šorm, Jan Harrer, Marek Pojar. Je ženské pohlaví rizikovým faktorem u MIDCAB?
4. 5.10.2019 – 33rd annual meeting of EACTS in Lisbon. **Jan Gofus,** Martin Vobornik, Andrej Myjavec, Vladimír Koblizek, Jan Vojacek, Marek Pojar. Ministernotomy for Aortic Valve replacement: Is it better in terms of Pulmonary functions and quality of Life?
5. 21.10.2019 – Conference of postgraduate students in Hradec Kralove. **Jan Gofus,** Martin Vobornik, Andrej Myjavec, Vladimír Koblizek, Jan Vojacek, Marek Pojar. Ministernotomy for aortic valve replacement: Is it better in terms of pulmonary functions and quality of life?