

UNIVERZITA KARLOVA

Lékařská fakulta v Plzni

**Porovnání metod exkluze ouška levé srdeční
síně při chirurgické ablaci pro fibrilaci síní**

**Comparison of methods of left atrial appendage exclusion during
surgical ablation of atrial fibrillation**

Disertační práce

Školitel: MUDr. Vilém Kuntscher, PhD.

Konzultant: MUDr. Tomáš Hájek

Studijní program: Chirurgie

Plzeň 2022

MUDr. Marián Kohut

Porovnání metod exkluze ouška levé srdeční síně při chirurgické ablaci pro fibrilaci síní

Abstrakt

Fibrilace síní je nejčastější srdeční arytmie postihující značnou část populace nad 60 let věku a je významným zdrojem kardio-embolických příhod. Významným zdrojem intra-kardiálních trombů je levá srdeční sín, konkrétně ouško levé síně. Randomizované studie prokazují významné snížení výskytu iktu při použití Warfarinu u pacientů s fibrilací síní, nicméně použití antikoagulace má svá omezení, nežádoucí účinky a kontraindikace. Existuje několik chirurgických technik excize nebo exkluze ouška levé síně. Tato disertační práce se zaměřuje na srovnání zejména dvou nejčastěji používaných technik – resekci ouška levé síně staplerem a exkluzi ouška levé síně nasazením klipu z perikardiální strany. Zároveň si stanovila jako cíl potvrdit v případě použití klipu i elektrickou izolaci ouška levé síně jako významného zdroje vzniku fibrilačních vzruchů.

V souboru 30 nemocných s fibrilací síní, u kterých byla provedena v průběhu kombinované kardiochirurgické operace i chirurgická ablace fibrilace síní s exkluzí ouška levé síně s použitím klipu nebo amputace ouška použitím stapleru, byla efektivita exkluze kontrolována použitím trans-ezofageálního ECHO vyšetření periprocedurálně s barevným dopplerovským měřením přímo na operačním sále a dále 1 měsíc od výkonu s použitím trans-torakálního ECHO vyšetření jakožto nejčastěji používaného a běžně dostupného diagnostického nástroje. Po aplikaci klipu byla elektrická aktivita a možnost přenosu vzruchu z ouška levé síně na samotnou levou síň srdeční měřena použitím speciální externí stimulační sondy a stimulátoru.

Předmětem sledování bylo pooperační vyhodnocení úspěšnosti uzávěru ouška levé síně – kompletnost uzávěru a vliv zmenšení objemu levé síně na ejekční frakci levé komory srdeční. V neposlední řadě také vyhodnocení komplikací ve smyslu chirurgického zdroje krvácení, bezpečnosti obou zmíněných technik a rychlosti provedení těchto způsobů exkluze s případným doporučením pro praxi.

Klíčová slova: fibrilace síní, ouško levé síně, chirurgická ablace, exkluze

Comparison of methods of left atrial appendage exclusion during surgical ablation of atrial fibrillation

Abstract

Atrial fibrillation is the most common heart arrhythmia affecting a significant part of the population over 60 years of age and it is an eminent source of cardio-embolic events. Leading source of intra-cardial thrombi is the left atrium of the heart, specifically the left atrial appendage. Randomised studies show significant reduction of cerebral ictus by the use of Warfarin in patients with atrial fibrillation, however the use of anticoagulation has its restrictions, side effects and contraindications. There are several surgical techniques of excision or exclusion of the left atrial auricle. This dissertation thesis is focusing on the comparison of the two most common surgical techniques – resection of the left atrial appendage using a stapler and the exclusion of the left auricle using a clip applied from the pericardial side. At the same time, we've set an objective of confirming the electrical insulation of the left atrial appendage as a significant source of fibrillation impulses when using the clip for the left appendage exclusion.

In a group of 30 patients with atrial fibrillation and who underwent the surgical atrial fibrillation ablation using a clip or stapler amputation during complex cardiac surgery operation, exclusion efficiency was checked using intraoperative transesophageal ECHO with color doppler measuring and 1 month after the operation using transthoracic ECHO as the most commonly used and commonly available diagnostic tool. After application of the clip, the electrical activity and the possibility of transmitting electric impulses from the left atrial appendage to the left atrium was measured using a special external pacing probe and pacemaker.

The subject of follow-up was postoperative evaluation of the success of the left atrial appendage closure - completeness of the occlusion and the effect of the reduction of the left atrial volume on the left ventricular ejection fraction. The evaluation of complications in terms of the surgical source of bleeding, the safety of both techniques and the application speed of these two methods of exclusion was performed including the possible recommendations for practice.

Key words: atrial fibrillation, left auricle, surgical ablation, exclusion

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předkládanou disertační práci vypracoval samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité zdroje a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikovaných prací.

V Plzni 10.01.2022

Marián Kohut

Podpis:

Obsah

1 Úvod

- 1.1. Fibrilace síní
 - 1.1.1. Patofysiologie, prevalence a klasifikace fibrilace síní
 - 1.1.2. Komplikace stavu u fibrilace síní
 - 1.1.3. Možnosti terapie u fibrilace síní
 - 1.1.4. Anatomie ouška levé síně srdeční
- 1.2. Historický vývoj chirurgické terapie fibrilace síní
- 1.3. Technika chirurgické terapie fibrilace síní
 - 1.3.1. Chirurgická ablace fibrilace síní
 - 1.3.2. Exkluze ouška levé síně srdeční

2 Exkluze ouška levé síně v současnosti

- 2.1. Současný přístup k exkluzi ouška levé síně
- 2.2. Metody exkluze ouška levé síně
 - 2.2.1. Sutura ústí ouška levé síně z atriální strany
 - 2.2.2. Podvaz ouška levé síně z perikardiální strany
 - 2.2.3. Naložení klipu na ouško levé síně z perikardiální strany
 - 2.2.4. Resekce ouška levé síně a zevní sutura pahýlu
 - 2.2.5. Resekce ouška levé síně použitím stapleru
- 2.3. Komplikace jednotlivých metod exkluze ouška levé síně
 - 2.3.1. Krvácivé komplikace
 - 2.3.2. Ostatní komplikace

3 Východisko a cíle práce

4 Metodologie

- 4.1. Srovnání metody exkluze ouška levé síně aplikací klipu s metodou resekce ouška levé síně staplerem
 - 4.1.1. Srovnání kompletnosti uzávěru ouška levé síně

- 4.1.2. Srovnání rychlosti exkluze ouška levé síně
- 4.1.3. Srovnání výskytu krvácivých komplikací
- 4.2. Měření elektrické izolace ouška levé síně při jeho exkluzi klipem
 - 4.2.1. Sledování parametrů elektrické izolace ouška levé síně
 - 4.2.2. Metodika měření elektrické izolace ouška levé síně
- 4.3. Sledování dalších parametrů výzkumu

5 Výsledky výzkumu

- 5.1. Výsledky srovnání metod exkluze ouška levé síně
- 5.2. Výsledky měření elektrické izolace ouška levé síně v případě aplikace klipu
- 5.3. Výsledky sledování ostatních parametrů výzkumu

6 Závěr a význam pro klinickou praxi

7 Soupis bibliografických citací a použité literatury

8 Seznam publikací

9 Poděkování

Použité zkratky

art.	artérie
ASA	Kyselina acetylsalicylová
AV	Atriventrikulární (uzel, převod)
CMP	Cévní mozková příhoda
CT	Výpočetní tomografie
ECC	Extracorporeal circulation, mimotělní oběh
ECHO	Echokardiografické vyšetření
EFLK	Ejekční frakce levé komory srdeční (%)
EKG	Elektrokardiogram
FiS	Fibrilace síní
ICHS	Ischemická choroba srdeční
LS	Levá síň srdeční
MDCT	Multidetektorová počítačová tomografie
MRI	Magnetická rezonance
NOAC	New oral anticoagulants, nová perorální antikoagulancia
OLS	Ouško levé síně
OPCAB	Off-pump coronary artery bypass
PŽ	Plicní žíly
RF	Radiofrekvenční (ablace, energie)
SR	Sinusový rytmus
TE	Tromboembolie
TEE	Transezofageální echokardiografické vyšetření
TIA	Transitorní ischemická ataka
TTE	Transtorakální echokardiografické vyšetření
VATS	Video-asistovaná torakoskopie

1 Úvod

1.1. Fibrilace síní

1.1.1. Patofysiologie, prevalence a klasifikace fibrilace síní

Fibrilace síní je supraventrikulární arytmie, kterou charakterizuje nekoordinovaná rychlá akce síní a jejich neúčinná kontrakce. Na EKG záznamu lze najít rychlé fibrilační vlnky či pouze vlnění izoelektrické linie (obrázek 1). Odpověď komor a jejich frekvenci ovlivňují převodní vlastnosti AV uzlu, případná medikace, tonus parasymptiku a sympatiku. U pacientů s FiS bez farmakologické medikace bývá frekvence komorové odpovědi v rozmezí 100-160 pulzů za minutu. Frekvence může být vyrovnaná s malou mírou kolísání nebo zcela nevyrovnaná. V přítomnosti přídavné (akcesorní) dráhy s antegrádní vodivostí bývá frekvence komor vysoká, např. u Wolff-Parkinson-White syndromu. Naopak při AV blokádě je akce komor pravidelná s náhradním junkčním rytmem. Fibrilace síní může být maskována pravidelnou stimulací v případě implantovaného trvalého kardiostimulátoru.



Obrázek 1 – EKG záznam fibrilace síní

Mechanismem vzniku fibrilace síní je přítomnost jednoho nebo více ektopických ložisek (fokusů) a přítomnosti jednoho či více re-entry okruhů v oblasti levé síně. Nejčastějším výskytem ektopických ložisek je ústí plicních žil do levé síně srdeční, méně v jiných lokalizacích jako ústí horní duté žíly, ouško levé síně, oblast koronárního sinu. Elektrická izolace nebo likvidace těchto ložisek je podstatou katéetrové a chirurgické ablační terapie FiS. Kardiální příčinou vzniku fibrilace síní bývá často hypertenze, ischemická nemoc srdeční, záněty perikardu, kardiomyopatie nebo chlopenní vada (zejména mitrální chlopně), při které dochází postupně k dilataci a přestavbě stěny levé síně ve smyslu její fibrotizace.

Fibrilace síní je klinicky nejčastější arytmií, která v minulých desetiletích postihovala téměř jedno procento populace (0,95 %) a předpokládá se, že se zvyšujícím se věkem přežití pacientů se v příštích 50 letech počet nemocných s FiS zvýší 2,5 až 5krát [Go, 2001]. V současné době je prevalence již 2 % ve všeobecné populaci, což je dvojnásobek oproti minulému desetiletí [Zoni-Berisso, 2014]. Výskyt stoupá exponenciálně s věkem, vzhledem k vysokému výskytu asymptomatické FiS je pravděpodobně prevalence podhodnocená a ve skutečnosti ještě vyšší. Framinghamská studie uvádí, že zdravý 40letý člověk bez anamnézy fibrilace síní má přibližně 20 % šanci, že se u něj FiS objeví v dalším průběhu života [Wolf, 1991]. U pacientů do 55 let věku je výskyt od 0,1 % do 3,8 % u osob starších 60 let. U osob starších 80 let je to již 9 %, přičemž 85 % pacientů s FiS je starších 65 let [Aschermann, 2004]. Očekává se, že kolem roku 2030 bude v Evropě kolem 14-17 milionů a v USA kolem 12 milionů nemocných s FiS [Morin, 2016]

Klasifikaci fibrilace síní dnes rozlišuje 5 základních typů FiS na základě četnosti výskytu FiS. Termíny a dělení podle morfologie síňových vln, podle frekvence komorové odpovědi nebo podle přítomnosti jiného kardiálního onemocnění, nejčastěji chlopenní vady, tj. valvulární/non-valvulární FiS,

izolovaná (lone) fibrilace síní bez přítomnosti kardiovaskulárního onemocnění nebo termín chronická se dnes opouští. V současnosti nejčastějším dělením FiS je na: první dokumentovanou ataku, paroxysmální, perzistentní, dlouhodobě perzistentní a permanentní (tabulka 1).

Tabulka 1 – Klasifikace fibrilace síní [Fiala, 2021]

První diagnostikovaná	FiS nediodagnostikovaná dříve bez ohledu na trvání a přítomnost /závažnost příznaků
Paroxysmální	FiS ukončená spontánně nebo pomocí intervence do 7 dnů od svého vzniku
Perzistentní	FiS trvajících nepřetržitě >7 dnů, včetně epizod ukončených kardioverzí po 7 dnech
Dlouhodobá perzistentní	FiS trvajících nepřetržitě > 12 měsíců, jestliže je rozhodnuto o strategii kontroly rytmu
Permanentní	FiS přijatá pacientem nebo lékařem a nejsou podnikány další pokusy o obnovu/udržování sinusového rytmu.

1.1.2. Komplikace stavu u fibrilace síní

Fibrilace síní lze může být asymptomatická a symptomatická, přičemž asymptomatických je přibližně 70 %. Symptomy FiS (tabulka 2) ovlivňuje četnost atak, frekvence a pravidelnost komorové akce, trvání arytmiie, vnímání samotným pacientem a kombinace s jiným kardiovaskulárním onemocněním. Častým projevem bývají palpitace, dušnost, bolesti na hrudi nebo závratě. První záchyt fibrilace síní může být diagnostikován při mozkové příhodě, akutním koronárním

syndromu nebo srdečním selhání. Pacienti s pomalou frekvencí odpovědi komor při FiS mívají menší obtíže, více symptomatická a pacientem hůře vnímaná bývá paroxysmální FiS ve své počáteční fázi.

Tabulka 2 – Důsledky fibrilace síní [Fiala, 2021]

Důsledek FiS	Četnost u FiS	Mechanismus
Úmrtí	1,5-3,5 x zvýšení	Zvýšená mortalita v důsledku srdečního selhání, komorbidit, CMP
Cévní mozková příhoda	20-30 % všech iCMP, 10 % kryptogenních CMP	Kardioembolické nebo v důsledku vaskulárních atheromů
Dysfunkce LK/srdeční selhání	20-30 % pacientů s FiS	Zvýšená frekvence a nepravidelné kontrakce komor, základní příčina FiS
Kognitivní zhoršení/vaskulární demence	HR 1,4/1,6 (bez ohledu na anamnézu CMP)	Léze v bílé hmotě mozkové, zánět, hypoperfuze, mikroembolismus
Deprese	16-20 % pacientů (včetně sebevražedných úvah)	Závažné symptomy a snížení kvality života, nežádoucí účinky léků
Snížená kvalita života	>60 % pacientů	Závislá na zátěži FiS, komorbiditách, psychologickém fungování, medikaci, stresový osobnostní typ
Hospitalizace	10-40 % roční podíl	Léčba pro srdeční selhání nebo symptomů souvisejících s FiS a komplikací souvisejících s léčbou

Ke zhoršení kognitivních funkcí mozku nebo vývoji demence může dojít v důsledku jeho sníženého prokrvení nebo opakovaných mikroembolizací. Vysoké riziko tromboembolie je důsledkem stagnace krve v dilatované a změněné levé síni (obrázek 2), konkrétně nejčastěji v oušku levé síně, které je zdrojem embolizace až 90 % případů [Blackshear, 1996].

Mortalita pacientů s FiS, jejíž hlavní příčinou jsou TE příhody, je přibližně 2 až 7krát vyšší než u pacientů se sinusovým rytmem. Při FiS u chlopenní vady riziko iktu stoupá až 17krát. Počet ischemických iktů je u pacientů s FiS průměrně 5 % za rok [Benjamin, 1998; Vidaillet, 2002]. Souhrn komplikací FiS v doporučení české Kardiologické společnosti z roku 2021.



Obrázek 2 – Spontánní echo-kontrast a trombus v hrotu ouška levé síně

1.1.3. Možnosti terapie u fibrilace síní

V rámci prevence tromboembolických příhod a snížení rizik spojených s fibrilací síní se terapie zaměřuje zejména na obnovení a udržení sinusového

rytmu a na kontrolu frekvence. Terapii fibrilace síní lze rozdělit na farmakologickou (kontrola rytmu, kontrola frekvence, prevence tromboembolie), nefarmakologickou (elektrická kardioverze, kardiostimulace, implantace síňových defibrilátorů, katetrizační ablace a chirurgická léčba) a hybridní, která je kombinací jednotlivých terapeutických postupů.

K farmakologické kontrole frekvence u FiS se v dnešní době využívají zejména β -blokátory (Metoprolol, Atenolol, Esmolol, Landolol, Nebivolol, Carvediol), dále non-dihydropyridinová antagonisté Ca kanálu (Verapamil, Diltiazem), digitalisové glykosidy (Digoxin, Digitoxin). Ke kontrole rytmu je to nejčastěji amiodaron, sotalol a ostatní antiarytmika I. skupiny). Nicméně tato forma terapie má dle některých autorů v dlouhodobém sledování vysoké procento selhání, až 85 % [Marcus, 2001].

Antikoagulační a antiagregační léčba jako prevence TE by měla být nasazena, pokud arytmie trvá déle než 48 hodin nebo není jasná doba jejího trvání. Dle preventivních studií na podávání Warfarinu při FiS se snižuje celkový počet mozkových příhod o 64 % a celkovou mortalitu o 26 %. V současnosti je léčba antagonisty vitamínu K jedinou bezpečnou léčbou nemocných s náhradou srdeční chlopně, případně revamtickou stenózou mitrální chlopně. V případě podávání kyseliny acetylasalicylové (ASA), bylo snížení mortality 21 %, z čehož vyplývá, že léčba antikoagulační je výrazně účinnější než jen léčba antiagregační, která je samostatná u pacientů s FiS jako monoterapie neúčinná a potenciálně škodlivá a neměla by se u nich používat k prevenci CMP [Aschermann, 2004; Fiala, 2021].

Založeno na epidemiologických výzkumech skupiny z Birminghamu se vybrané klinické charakteristiky spojených s nevyšším rizikem vzniku trombu s potenciálem kardioembolizační příhody hodnotí pomocí tzv. skórovacího systému CHA₂DS₂-VASc. Každé z písmen v tomto skórovacím systému označuje jednu z komorbidit, spojenou s rizikem kardioembolizačního iktu a za každou

z nich je pacientovi přičítán jeden bod v celkovém skóre (dvě z nich jsou hodnocené dvěma body):

- C = anamnéza srdečního selhání (**con**gestive)
- H = anamnéza hypertenze (**h**ypertension)
- A₂ = věk nad 75 let (**a**ge – 2 body)
- D = **d**iabetes mellitus
- S₂ = anamnéza CMP (**s**troke – 2 body)
- V = anamnéza vaskulárního onemocnění (vascular, IC**H**S, IC**H**DK)
- S = ženské pohlaví (**s**ex)

V případě, že pacient dosáhne v součtu 2 a více bodů v systému CHA₂DS₂-VASc, měla by být nasazena perorální antikoagulační léčba [Widimský, 2021].

Implantace síňových nebo kombinovaných síňo-komorových defibrilátorů je ekonomicky náročné řešení s úkolem detekce a verze FiS pomocí nízkoenergetického výboje s relativně vysokou úspěšností (90-95 %). Ale i výboje s nízkou energií (1-3 J) jsou pacientem vnímány bolestivě.

Transvenózní katérová ablace prováděná kardiologií je v současnosti pořád zlatým standardem a první volbou následné terapie v případech FiS, která je refrakterní k farmakologické léčbě. Její úspěšnost kolísá v případě jednoho zákroku mezi 16-84 % [Calkins, 2012]. To často vyžaduje opakování zákroků, které se promítají do ekonomických nákladů, radiační zátěži pacienta a dále celkového snížení úspěšnosti v případě perzistentních forem fibrilace síní [Fiala, 2012]. Nevýhodou je absence simultánního zákroku na oušku levé síně (obliterace OLS jako významného zdroje tromboembolie).

Chirurgická terapie fibrilace síní spočívá v MAZE operaci, kde mnohočetné incize a sutury obou síní brání vzniku reentry okruhů a izolují ektopická ložiska vzruchů. V současnosti se provádějí chirurgické ablace pomocí radiofrekvence nebo kryoenergie jako perioperační součást jiného chirurgického výkonu na srdci

nebo samostatně jako miniinvazivní chirurgický zákrok. Její nedílnou součástí je exkluze ouška levé síně a výhodou je eliminace radiační zátěže pacienta a provádějícího personálu. Chirurgický přístup dosahuje vyšší úspěšnosti po jednom zákroku ve srovnání s katérovou ablací [Boersma, 2012]. Relativní nevýhodou je vyšší invazivita zákroku ve srovnání s katérovou ablací.

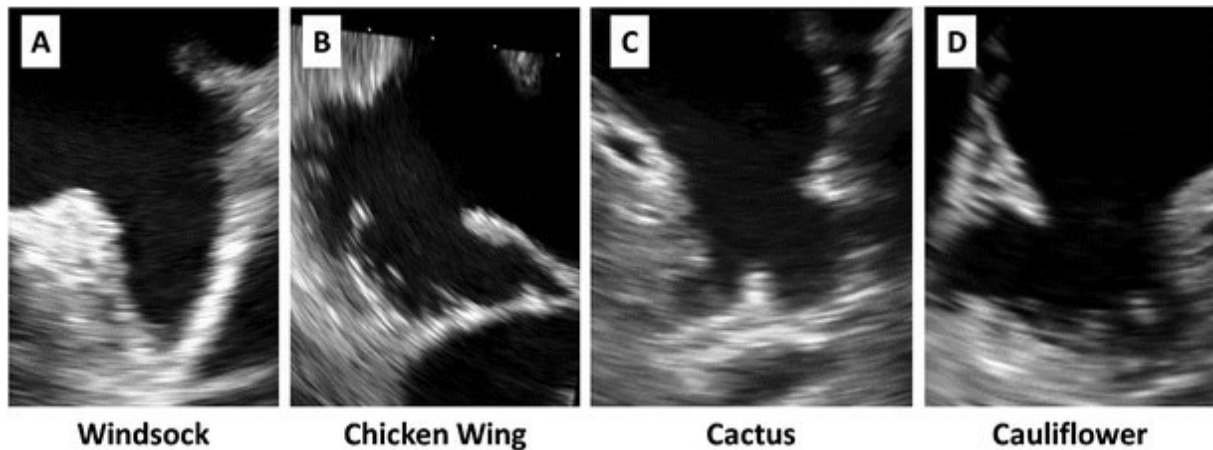
Hybridní léčba fibrilace síní je kombinací více způsobů terapie. Jako vysoce slibné se zdá být spojení chirurgické ablace s ablací katérovou, kde lze eliminovat neúspěchy obou přístupů a tím maximálně zvýšit efektivitu ablace a snížení rizika TE příhod. Minimálně invazivní chirurgická ablace včetně exkluze ouška levé síně následovaná elektrofyzilogickou diagnostickou studií a RF katérovou ablací levé a pravé síně po uplynutí 3 měsíců hojení dosáhla úspěšnosti při krátkodobém sledování až 90-93 % [Kurfirfirst, 2014].

1.1.4. Anatomie ouška levé síně srdeční

Ouško je součástí obou srdečních síní, kdy za normálních okolností je často ouško levé síně rozměrově menší, než ouško pravé síně. Jedná se o asi 5 cm dlouhý a lehce oploštěný tubulární slepý výběžek síně s největším množstvím svaloviny, jehož jedna strana naléhá na levou komoru srdeční a zevní strana na stěnu perikardu. Spojení ouška se síní bývá dobře definované zúžením v oblasti baze ouška. Apertura v bazi má tvar oválný, okrouhlý, trojúhelníkový i kapkovitý. Existuje několik variací ve tvaru a velikosti OLS, což může mít vliv na případné výsledky prováděných technik ablace a exkluze této anatomické struktury [Wang, 2010].

Ve většině případů směřuje hrot OLS antero-superiorně, překrývá levou stranu výtokového traktu pravé komory srdeční nebo pulmonálního kmene a

kmen levé koronární tepny nebo art. circumflexa. Hrot OLS může směřovat ale i laterálně a dorzálně, dokonce zasahovat do transverzálního perikardiálního sinu.



Obrázek 3 – Anatomické typy ouška levé síně [Veinrib, 2017]

Ve studii, která zahrnovala použití multidetektorovou počítačovou tomografií (MDCT) a kardiální magnetickou rezonanci (CMR) byli tvary ouška levé síně srdeční u pacientů s farmakologicky refrakterní FiS rozdělené do čtyř základních morfologických skupin (obrázek 3). Nejčastějším tvarem (ve 48 %) je tzv. „chicken wing“, následuje „kaktus“ (30 %), „větrný rukáv“ (19 %) a „květák“ (3 %) [Di Biase, 2012]. Morfologie podobná kvěťáku je často asociovaná s tromboembolickou příhodou. Ouško tohoto tvaru je relativně krátké s komplexním vnitřní charakteristikou, variabilním počtem dutin a nepravidelným tvarem ostia. Ouško tvaru kaktusu má dominantní dutinu a z ní odstupující sekundární dutiny. V případě tvaru větrného rukávu je dominantní centrální dutina ouška, z ní odstupují v různých variacích opět sekundární, dokonce terciární dutinky. Ouško označované jako „chicken wing“ má dominantní dutinu s jejím charakteristickým ohybem v proximální nebo střední části a může obsahovat sekundární dutiny [Beigel, 2014].

1.2. Historický vývoj chirurgické terapie fibrilace síní

V roce 1987 americký kardiochirurg James Cox poprvé klinicky představil MAZE operaci v St. Louis, USA. Název operace je odvozen z anglického termínu maze – bludiště. Cílem zákroku bylo vytyčit cestu pro vzruch pomocí nářezů a sutur (které připomínají bludiště) na síních srdce v okolí sinoatriálního uzlu a ústí vena cava superior do pravé síně. Tato operace je též pojmenovaná jako „cut and sew“ nebo „COX MAZE I“. Vznikem jizev ve tkáni síní dle přesného schématu bylo dosaženo přerušení reentry okruhů a izolace ektopických ložisek [Cox, 1991]. Vzhledem k tomu, že první typ Coxovy operační techniky byl zatížen velkým rizikem krvácení a dlouhou dobou ischemie, hledala se průběžně vhodná alternativa. Chirurgická ablace se postupně modifikovala a zdokonalovala, až do své nynější podoby, která se označuje jako COX MAZE IV. Tento poslední typ procedury již využívá k vytvoření transmuralní léze ve stěně síní radiofrekvenční energii nebo kryoablaci a je tím pádem méně časově náročná a méně invazivní.

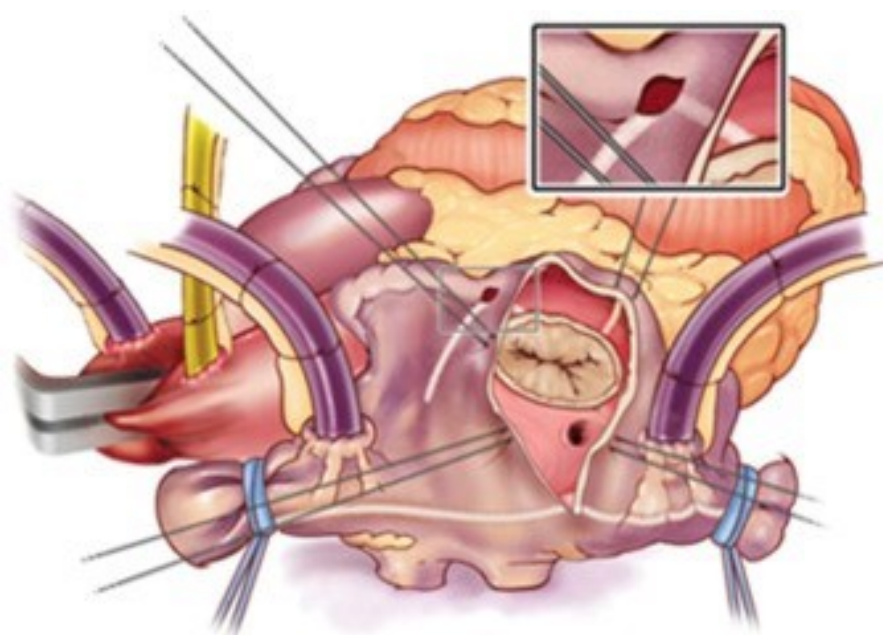
1.3. Technika chirurgické terapie fibrilace síní

1.3.1. Chirurgická ablace fibrilace síní

V současnosti používaný chirurgický postup při ablací fibrilace síní je poslední modifikace Coxovy operace, COX MAZE IV. Tuto proceduru provádí operátor jako samostatný miniinvazivní výkon nebo častěji jako konkomitantní součást kombinované kardiochirurgické operace ve spojení s chirurgickou revaskularizací myokardu nebo při operaci na otevřeném srdci z důvodu plastiky nebo náhrady srdečních chlopní.

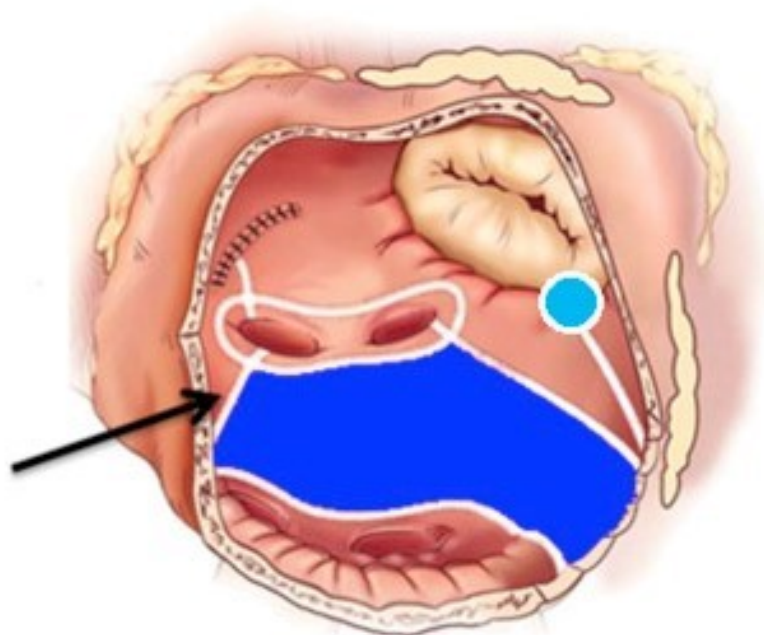
K vytvoření schématu lézí ve stěně srdečních síní (obrázek 3 a 4) se využívá radiofrekvenční (RF) energie, kterou lze aplikovat pomocí různých typů monopolárních, bipolárních sond a kleští. Pouhá izolace plicních žil provedená kleštěmi je efektivní pouze u pacientů s malou levou síní (≤ 50 mm) a paroxysmální FiS. Izolace PŽ jako samostatný kardiochirurgický výkon se provádí z minimálně invazivního přístupu (thoracoskopicky) a je indikována u pacientů s perzistující nebo permanentní fibrilací síní, u pacientů po neúspěšné katetrizační ablaci nebo u nemocných s dilatovanou levou síní (>50 mm). V dnešní době se jedná spíše o první krok tzv. dvojstupňového hybridního výkonu, který je složený ze zmíněné thoracoskopické epikardiální izolace plicních žil v druhé době doplněné o transvenózní katérovou ablaci. Mezi obecná rizika chirurgické ablace patří možné komplikace, které souvisejí se samotným výkonem na mimotělním oběhu – tj. krvácení, srdeční selhání, cévní mozková příhoda nebo porucha rytmu s nutností implantace trvalého kardiostimulátoru v pooperačním období. U miniinvazivně prováděné izolace plicních žil existuje riziko poškození koronárních tepen (zejména a. circumflexa) nebo ouška levé síně. Také léze vytvořené radiofrekvenční ablací mohou působit trombogenně a tím zvyšovat riziko vzniku trombů v levé síní [Pirk, 2019].

Generátor RF energie je schopný v případě použití kleští detekovat transmuralitu a kompletnost prováděné léze. V případě využití kryoablace se přiložením tvarovatelné ablační sondy zmrazí tkáň síně, která je s ní v kontaktu, na přibližně -135° Celsia po dobu 20 vteřin a vytvoří takto kryogenní lézi způsobující poškození buněk a zajizvení tkáně v odstupu několika měsíců. V obou zmíněných případech lze ablační linie vytvořit z epikardiální nebo endokardiální strany síní, případně je přístup u pacientů podstupujících kardiochirurgickou operaci vhodné kombinovat. Nedílnou součástí MAZE ablační procedury je v dnešní době i uzávěr, resekce nebo exkluze ouška levé síně včetně ablace jeho baze.



A Right Atrial Lesion Set

Obrázek 3 – Ablací linie v oblasti pravé síně srdeční [Schill, 2016]



B Left Atrial Lesion Set

Obrázek 4 – Ablací linie včetně v oblasti levé síně srdeční [Schill, 2016]

1.3.2. Exkluze ouška levé síně srdeční

Při absenci mechanické svalové kontrakce ve stěně ouška levé síně a vymizení jeho vypuzovací schopnosti v něm krev stagnuje a trombus typicky vzniká právě zde. K vyřazení ouška levé síně chirurgickou cestou lze využít různých technik a postupů. Tyto postupy se jednotlivě liší v časové a ekonomické náročnosti, bezpečnosti stran rizika krvácení a případné trvanlivosti exkluze s případným obnovením toku krve do ouška. Mezi základní postupy lze zařadit suturu ústí OLS ze strany levé síně, podvaz baze ouška z perikardiální strany, naložení klipu na ouško z perikardiální strany (obrázek 5, obrázek 6), resekce ouška a sutura jeho pahýlu z perikardiální strany, resekce ouška staplerem.

Katétrovou technikou lze umístit do dutiny ouška levé síně pod skiagrafickou kontrolou tzv. okludér, který obliteruje dutinu ouška. V současnosti jsou využívány zejména okludéry (obrázek 7) Watchman (Boston Scientific) a Amplatzer Cardiac Plug (St-Jude Medical).

V případě přítomnosti trombu v oušku levé síně je potřeba zahájit antikoagulační léčbu a pokusit se o jeho rozpuštění. V iniciační fázi FiS bývá tato léčba účinná a dostačující. Jako zlatý standart diagnostiky a kontroly se využívá transtorakální a transesofageální echokardiografické vyšetření. Přesto se setkáváme s pacienty, kteří jsou indikováni ke kardiochirurgické operaci a přítomnost trombu v oušku nás nutí k zamyšlení nad výběrem správného postupu revize dutiny ouška s odstraněním trombu, kdy hrozí i perioperační riziko uvolnění trombu do levé síně a následné embolizace v případě manipulace chirurga se srdcem nebo v případě aplikace odsávacího katetru do levé síně skrze pravou horní plicní žílu.



a)



b)

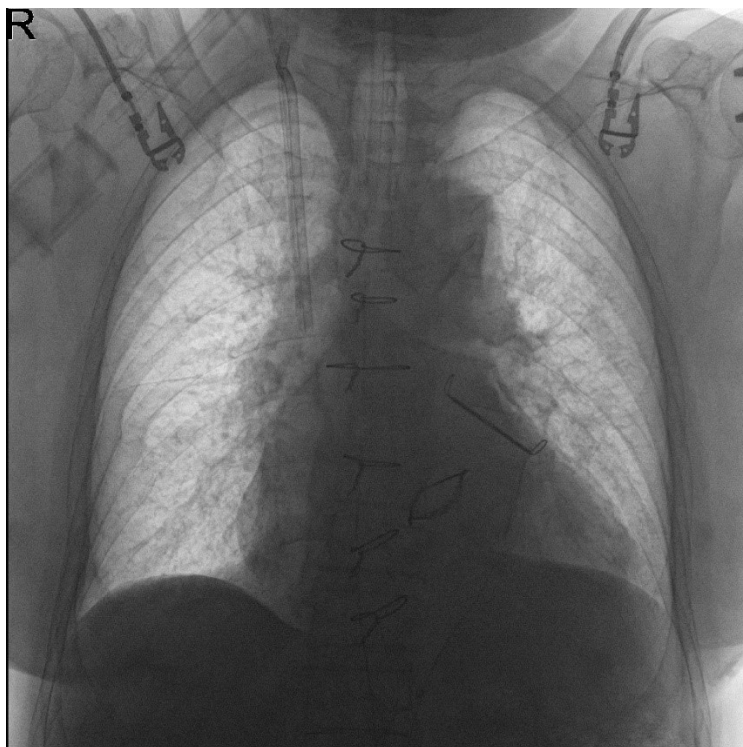


c)

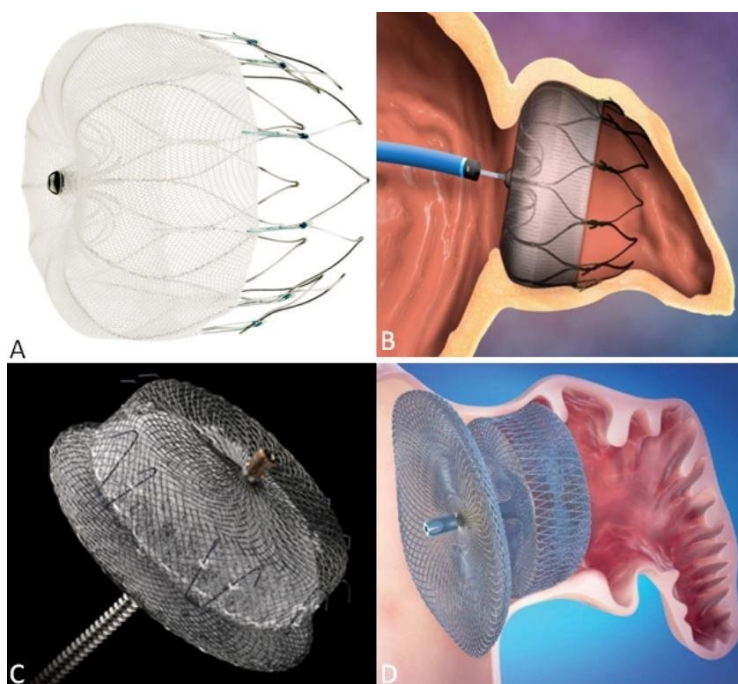


d)

Obrázek 5 – Klip aplikovaný na bazi ouška levé síně: a) klip v aplikátoru b) aplikace klipu na bazi ouška levé síně c) výsledný stav po aplikaci d) detail



Obrázek 6 – RTG snímek s viditelným aplikovaným AtriClipem na bazi OLS



Obrázek 7 - Okludéry Watchman, Boston Scientific (A,B) a Amplatzer Cardiac Plug, St-Jude Medical (C,D).

2 Exkluze ouška levé síně v současnosti

2.1. Současný přístup k chirurgické exkluzi ouška levé síně

Jelikož je ouško levé síně významným zdrojem tromboembolických komplikací u nemocných s fibrilací síní (až v 90 % v případě non-valvulární FiS), je potřeba snížit riziko iktu a případných jiných systémových embolizací jeho vyřazením z cirkulace krevního oběhu [Blackshear, 1996]. V případě, že je u pacienta s FiS kontraindikovaná dlouhodobá antikoagulační léčba Warfarinem nebo NOAC (pro vysoké riziko krvácení) a pravděpodobnost úspěšnosti nastolení sinusového rytmu je nízká i po opakovaných katérových ablacích, je namístě uvažovat alespoň o minimálně invazivním uzavření dutiny ouška levé síně, a to buď katetrizační, nebo chirurgickou cestou.

Aktuálně platné doporučení Evropské kardiologické společnosti (2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation) plně autorizuje provedení exkluze ouška levé síně v případech farmakologické rezistence FiS na antiarytmika ale také před zahájením farmakologické léčby, pokud je MAZE procedura součástí jiného plánovaného kardiochirurgického výkonu. Doporučení se týká všech forem FiS, tj. paroxysmální, perzistující i permanentní [Hindricks, 2021].

Volba postupu a vhodné metody by měla být založena na důkladné diagnostice rozměrů a morfologie ouška levé síně s použitím TEE, případně trojrozměrné (3D) TEE, CT a MRI technologie s možností prostorové rekonstrukce OLS. Přístup k možnostem exkluze OLS obecně závisí na stupni vybavenosti, zkušenostech pracoviště s diagnostickými i terapeutickými prostředky a ekonomických možnostech daného zařízení.

Exkluze ouška levé síně vyvolává nárůst krevního tlaku a objemu krve v levé síni srdeční. To má podle některých autorů pozitivní vliv na celkový srdeční výdej [Massoudy, 1998; Hoit, 2000]. Tento efekt nicméně nebyl potvrzen u pacientů vyššího věku [Tabata, 1996]. V případě pacientů se systémovou arteriální hypertenzí byl popsán výskyt objemově větších OLS včetně snížené vypuzovací rychlosti. U dlouhotrvající fibrilace síní dochází k fibrotické přestavbě stěny ouška se zvětšeným vnitřním objemem a redukcí svalové trámčiny [Bilge, 2000].

Ouško levé síně je taktéž významným zdrojem ektopických vzruchů, které způsobují fibrilaci síní, případně její rekurentní ataky. Proto je součástí MAZE procedury i jeho elektrická izolace vytvořením ablační line v bazi ouška levé síně použitím radiofrekvenčních bipolárních kleští nebo jiného typu ablační sondy. Předpokládá se ale, že elektrickou izolaci ouška levé síně může navodit i samotná implantace klipu. Tomuto tématu se věnuje studie Starcka a spol. z oddělení Kardiovaskulární chirurgie Univerzitní nemocnice v Zurichu na souboru 10 pacientů, u kterých byl tento kondukční blok ověřen u 100 % případů. Tito pacienti s paroxysmálním typem FiS podstoupili plánovanou revaskularizaci myokardu (OPCAB) spojenou s bilaterální ablací plicních žil a u všech byl aplikován klip na ouško levé síně (AtriClip, Atricure inc.) [Starck, 2012].

2.2. Metody exkluze ouška levé síně

2.2.1. Sutura ústí ouška levé síně z atriální strany

Tento jednoduchý způsob uzávěru ostia ouška levé síně se provádí v případě chirurgického výkonu na mitrální chlopni, tj. její plastiky, nebo při náhradě chlopně protézou. Ústí dutiny ouška do levé síně je uzavřeno dvojitou

pokračovací suturou s použitím monofilního stehu 4-0 založeného z endokardiální strany levé síně. Lze využít teflonové podložky k zabránění prořezání stehu, ale tento materiál může mít v iniciální fázi po operaci trombogenní potenciál, jelikož se nachází uvnitř levé síně. Mezi jeho výhody patří relativně rychlé provedení pod kontrolou zraku chirurga a nízké náklady. Výhodou tohoto postupu je rychlost, relativní bezpečnost a nízká ekonomická náročnost.

2.2.2. Podvaz ouška levé síně z perikardiální strany

Dalším z relativně technicky jednoduchých, rychlých a ekonomicky efektivních chirurgických způsobů exkluze ouška levé síně patří jeho podvaz ze strany perikardu v případě, že není z jiného důvodu indikována atriomie levé síně. Jedná se například o výkon spojený s chirurgickou revaskularizací myokardu bez výkonu na mitrální chlopni a MAZE procedura prováděná pouze epikardiálně. Podvazu lze dosáhnout použitím jednoduché ligace nejčastěji pleteným vláknem nebo naložením cirkulárního tabákového stehu monofilním vláknem kolem baze ouška a jeho dotažením.

2.2.3. Naložení klipu na ouško levé síně z perikardiální strany

Tato zachovná chirurgická technika spočívá v aplikaci kovového nitinolového klipu obdélníkového tvaru na bazi ouška levé síně. Rozměr baze ouška lze změřit měrkou, která je součástí instrumentária a dle výsledku je zvolen vhodný rozměr klipu. Pro zvýšení těsnosti a zajištění přilnavosti má nitinolová kostra textilní oplet a tvarovou paměť, která je umocněna charakteristickou vlastností nitinolu, kdy je tento kov při ochlazení měkký a poddajný k manipulaci, při tělesné teplotě pacienta se jeho tvar pevně fixuje. Klip je nakládán na bazi

pomocí speciálních jednorázových kleští, ve kterých je dle velikosti vybraný klip již předem fixován. Velikosti klipu jsou 35, 40, 45 a 50 mm. Výhodou této techniky je nekrvavá exkluze OLS a elektrická izolace ouška levé síně bez nutnosti vytvořit ablační linie MAZE procedury v bazi ouška a tím snížit potřebu manipulace s touto křehkou strukturou a tím i riziko možných krvácivých komplikací. Správnost aplikace lze perioperačně ověřit pod kontrolou zraku a pomocí echokardiografického vyšetření.

2.2.4. Resekce ouška levé síně a zevní sutura pahýlu

K resekci ouška levé síně a revizi obsahu jeho dutiny v průběhu kardiochirurgické operace přistupujeme zejména v případě přítomnosti trombu v dutině OLS. Po resekci hrotové části OLS je exprimován obsah dutiny a následně je ouško resekováno nůžkami, jeho pahýl ošetřen pokračovací suturou monofilním stehem 4-0. V případě potřeby je sutura opatřena teflonovou podložkou ke zvýšení těsnosti a prevenci prořezání stehu.

2.2.5. Resekce ouška levé síně použitím stapleru

Stapler byl vyvinutý primárně k resekci jiného typu tkáně, zejména plicního parenchymu. Některá pracoviště, která disponují tímto vybavením pro hrudní chirurgii, s úspěchem využívají tento prostředek k resekci ouška levé síně i v průběhu kardiochirurgické operace. Metoda spočívá v kompresi tkáně ouška v čelistích stapleru, do kterých je zároveň již vložena tzv. nábojnice obsahující velké množství kovových svorek. Tyto svorky po svém uvolnění prochází tkání ouška v několika řadách za sebou pro zvýšení těsnosti sutury. Relativní výhodou

je rychlost aplikace a zároveň možnost resekce těla ouška v jedné době, což snižuje možnost obnovení toku krve do dutiny OLS.

2.3. Komplikace jednotlivých metod exkluze ouška levé síně

2.3.1. Krvácivé komplikace

Ouško levé síně je ve většině případů křehká struktura a při manipulaci s ní pomocí instrumentária může snadno dojít k poranění, a to jak v oblasti hrotu (natržení pinzetou) nebo k avulzi v oblasti baze ouška.

Poranění baze OLS je možné při naložení ablačních kleští v průběhu MAZE procedury, která se často provádí na vyprázdněném ale zároveň kontrahujícím se bijícím srdci, i když je tou dobou pacient již napojen na ECC.

Dalším z postupů, kdy může ke krvácení dojít, je podvaz ouška levé síně jednoduchým stehem. Při nadměrném utažení podvazu může steh ouško dokonce úplně amputovat. Toto poranění způsobuje intenzivní krvácení, které je v místě s chirurgicky obtížnějším přístupem k ošetření suturou. I v případě úspěšného zvládnutí krvácení, má steh ve stěně levé síně tendenci k prořezávání a je nutná pečlivá kontrola hemostázy ještě ve fázi možné manipulace se srdcem na ECC.

Při resekci ouška prováděné staplerem je riziko nedostatečné komprese tkáně ouška čelistmi kleští, a to již ze samé podstaty určení stapleru k resekci jiného typu více poddajné plicní tkáně. I po prošíání tkáně ouška řadami svorek a jeho následné amputaci staplerem může dojít k netěsnosti této sutury a je nutné důkladně kontrolovat hemostázu.

Krvácivé komplikace lze rozdělit na časné perioperační a pozdní. Časné krvácivé komplikace lze ošetřit ještě v průběhu samotné operace. Pozdně

komplikace způsobené prořezáním stehu a uvolnění sutury mohou vést k tamponádě srdce a bez rychlého revizního zákroku mohou mít fatální následky.

2.3.2. Ostatní komplikace

Významnou komplikací při exkluzi ouška levé síně je nekompletnost uzávěru dutiny ouška. Ta je přítomná již v průběhu operace a je způsobena volbou nesprávné techniky uzávěru. K obnovení toku do OLS může přitom docházet i v pozdějším pooperačním období.

Dle studie provedené na 50 pacientech s TEE kontrolou v průběhu operace a v časně pooperační fázi hospitalizace, k nekompletnímu uzávěru OLS dochází v případě sutury ostia ouška ze strany levé síně až v 36 % případů [Katz, 2000]. Tímto způsobem může dojít k vytvoření trombu v reziduální části dutiny ouška a následné systémové embolizaci.

V případě, že je exkluze ouška levé síně provedena aplikací klipu na bazi ouška, je vhodné ověřit pozici pomocí TEE. Jako úspěšnou lze exkluzi označit ve chvíli, kdy při ECHO vyšetření nelze identifikovat pahýl ouška větší než 9 mm. V opačném případě i v tomto reziduálním pahýlu vzrůstá riziko vzniku trombu.

Richard Lee et al., porovnávají ve své studii z roku 2016 celkem 3 techniky uzávěru OLS na skupině 28 pacientů s FiS a podstupujících konkomitantní chirurgickou ablací, prospektivně randomizovaných do 3 skupin: vnitřní sutura ústí, externí resekce staplerem a chirurgická resekce. Hodnocení probíhalo pomocí TEE vyšetření v průběhu výkonu. Jako selhání uzávěru bylo hodnoceno obnovení toku krve do OLS a reziduální pahýl OLS nad 1 cm. Výsledkem studie bylo zjištění a ošetření časného perioperačního selhání uzávěru u 1 pacienta ve skupině s interní ligací (13 %), u 6 pacientů ve skupině s použitím stapleru (60 %) a dvou pacientů po chirurgické resekcí (20 %). V období pooperačního sledování

bylo provedeno TEE vyšetření a odhaleno selhání ve smyslu obnovení krevního toku mezi síní a OLS u 4 ze 7 pacientů ve skupině s interní ligací (57 %). V průběhu pozdního sledování se objevil pahýl ouška nad 1 cm u 1 ze 7 nemocných s interní ligací (14 %). Celkově je tedy procento neúspěšných uzávěrů v celé sledované skupině až 57 % [Lee, 2016].

3 Východisko a cíle práce

Na Kardiochirurgickém oddělení Fakultní nemocnice v Plzni se ročně provádí přibližně 50 operací v kombinaci s chirurgickou ablací pro fibrilaci síní. Součástí MAZE procedury je i exkluze nebo resekce ouška levé síně, ke které se na našem pracovišti využívá zejména resekce ouška staplerem a exkluze ouška aplikací speciálního klipu z perikardiální strany. V období zahájení našeho výzkumu nebyla k dispozici žádná práce srovnávající tyto dvě chirurgické techniky.

Naší snahou je neustále snižovat rizika prováděných výkonů ve smyslu snížení počtu krvácivých komplikací a s nimi spojenými případnými revizemi, které mohou vést k poškození pacienta, pozdějším komplikacím, jako je porucha hojení operační rány a ekonomické dopady na provoz oddělení při prodloužení hospitalizace pacientů. Efektivní a rychlý způsob exkluze ouška levé síně v průběhu operace má vliv na celkovou délku operace, délku času připojení nemocného na mimotělní oběh, kde je žádoucí co nejkratší nezbytná doba s ohledem na minimalizaci celkové zánětlivé reakce organismu a poškození krevních elementů samotným mimotělním oběhem.

S ohledem na výše uvedené jsme se rozhodli v rámci této práce ověřit i nutnost provádět ablací baze ouška levé síně v průběhu MAZE procedury u nemocných, kterým byla exkluze ouška provedena aplikací klipu z perikardiální strany a ověřit stav elektrické izolace ouška levé síně po jeho exkluzi.

Mezi cíle práce jsme proto zařadili následující:

1) U nemocných s fibrilací síní, kteří byli indikováni k chirurgické ablací síní a exkluzi ouška levé síně bylo cílem porovnat dvě techniky exkluze ouška levé síně – resekci ouška levé síně pomocí stapleru a exkluzi ouška levé síně pomocí klipu

naloženého z perikardiální strany se zaměřením na rychlost aplikace a bezpečnost použití stran krvácivých komplikací a kompletnost uzávěru.

2) U nemocných s fibrilací síní, kteří byli indikováni k chirurgické ablaci síní a exkluzi ouška pomocí klipu, ověřit kompletnost elektrické izolace ouška po aplikaci klipu na OLS bez ablace provedené radiofrekvenční energií.

3) U všech pacientů, kteří podstoupili chirurgickou ablaci pro fibrilaci síní a exkluzi ouška levé síně, sledovat vývoj ejekční frakce levé komory srdeční, nastolení, udržení sinusového rytmu v časném pooperačním období i v horizontu jednoho roku po operaci, krátkodobou a dlouhodobou mortalitu a výskyt TIA/CMP.

4 Metodologie

4.1. Srovnání metody exkluze ouška levé síně aplikací klipu s metodou resekce ouška levé síně staplerem

4.1.1. Srovnání kompletnosti uzávěru ouška levé síně

Soubor sestávající z 30 pacientů s paroxysmální nebo perzistující fibrilací síní, kteří byli indikováni ke kombinovanému kardiochirurgickému výkonu cestou střední sternotomie, jsme předoperačně prospektivní randomizací střídavě rozdělili na dvě stejné velké skupiny po 15 pacientech, jejichž základní charakteristiky zobrazuje níže uvedená tabulka (tabulka 3). Průměrný věk pacientů byl 69,5 roku. Polovinu sledovaného souboru (15 pacientů z 30) tvořili muži a také průměrně polovina pacientů měla diagnostikovanou ischemickou chorobu srdeční.

Před výkonem byla pomocí echokardiografického vyšetření vyloučena přítomnost trombu v oušku levé síně a dle randomizace stanovena metoda techniky resekce/exkluze ouška levé síně. Hodnocení jednotlivých subjektů probíhalo předoperačně, v průběhu operačního výkonu, v době ukončení hospitalizace s následnou ambulantní kontrolou stavu do jednoho měsíce od operace a dlouhodobé sledování spočívalo v kontrole subjektu a vyhodnocení stavu (echokardiografické vyšetření, 48hodinová EKG holterovská monitorace) s odstupem 12 měsíců od provedené chirurgické ablace a exkluze ouška levé síně.

Tabulka 3 – základní charakteristika souboru

	Celkem	Ekluze OLS Stapler	Exkluze OLS Klip
Počet pacientů	30	n = 15	n = 15
Věk (roky)	69,46±5,1 (57-80)	68,46±4,96 (59-78)	70,4±5,1 (57-80)
Muži	15 (50 %)	7 (46,7 %)	8 (53,3 %)
ICHS	16 (53,3 %)	6 (40 %)	10 (66,7 %)
Aortální stenóza	12 (40 %)	3 (20 %)	9 (60 %)
Mitrální vada	9 (30 %)	8 (53,3 %)	1 (6,7 %)
Trikuspidální vada	5 (16,7 %)	3 (20 %)	2 (13,3 %)
Paroxysmální FiS	15 (50 %)	7 (46,7 %)	8 (53,3 %)
Perzistující FiS	15 (50 %)	8 (53,3 %)	7 (46,7 %)

První skupina podstoupila v rámci chirurgické ablace FiS také resekci ouška levé síně staplerem. Pro tento účel jsme využili stapler Endo GIA firmy Covidien (obrázek 8) s Tri-Staple technologií svorkovnice (obrázek 9), která využívá trojitě řady svorek k prošíání a utěsnění linie sutury v okrajích tkáně na obou stranách prováděné resekce. Tato technika má dvě fáze. V té první se čelisti stapleru uzavírají po naložení co nejbližší k bazi ouška levé síně a ponechávají se uzavřené po dobu alespoň 20 vteřin k dostatečné kompresi tkáně OLS. Následuje druhá fáze, ve které se provádí amputace ouška nožem stapleru. Délka svorkové nábojnice stapleru byla zvolena dle rozměrů baze ouška levé síně tak, aby přesahovala rozměr baze ouška a pokryla tak teoreticky celou vyžadovanou plochu resekce s dostatečnou rezervou.



Obrázek 8 a 9 – Stapler Endo GIA a Tri-staple system, Covidien

Druhá skupina pacientů randomizovaná k exkluzi ouška levé síně pomocí klipu naloženého opět co nejblíže k bazi ouška. K tomuto účelu jsme použili AtriClip firmy AtriCure (obrázek 10). Velikost klipu byla taktéž zvolena dle šířky baze ouška levé síně (35 mm, 40 mm, 45 mm, 50 mm).



Obrázek 10 – AtriClip Gillinov-Cosgrove, Atricure

Kompletnost uzávěru v obou skupinách byla ověřena perioperačním jícnovým echokardiografickým vyšetřením, kde bylo sledovaným parametrem vymizení dopplerovského toku v dutině ouška levé síně a změření hloubky případného pahýlu OLS, kdy za úspěšný uzávěr byl považován pahýl do velikosti 10 milimetrů. Větší vzdálenost amputační linie nebo klipu od baze ouška by měla za následek ponechání pahýlu nebo dutiny s trombogenním potenciálem.

4.1.2. Srovnání rychlosti exkluze ouška levé síně

Ve snaze porovnat časovou náročnost aplikace jednotlivých prostředků exkluze ouška levé síně v době napojení pacienta na mimotělní oběh, jsme sledovali a zaznamenávali v obou skupinách pacientů časy resekce OLS pomocí stapleru i čas aplikace klipu od naložení na bazi OLS po jeho uvolnění z aplikátoru.

Epikardiální radiofrekvenční ablace a měření trvání exkluze jako součást této procedury se prováděli v iniciační fázi operace v době po napojení pacienta na mimotělní oběh a spuštění ECC. Srdce je tímto vyprázdněné, nezátížené a chirurg je schopný manipulovat se srdcem a využít vzniklého pracovního prostoru v perikardu při zastavené ventilaci a kolabovaných plicích.

4.1.3. Srovnání výskytu krvácivých komplikací

Kardiochirurgické operace se v převážné většině případů provádí s použitím mimotělního oběhu včetně plné intravenózní systémové heparinizace pacienta. To s sebou nese zvýšené riziko krvácivých komplikací, a to jak v průběhu operace samotné, tak i v časném pooperačním období, kdy může dojít

k tzv. heparin rebound fenoménu. Snahou kardiochirurga je po neutralizaci účinku heparinu podáním protamin sulfátu nastolení normální formy hemostázy, proto je cílem redukce ranné plochy, počtu incizí a co nejmenší celková invazivita zákroku k vyloučení časných, případně pozdních život ohrožujících komplikací ve smyslu zvýšených krevních ztrát a tamponády srdeční.

V obou skupinách pacientů jsme pečlivě zaznamenávali jakékoliv poranění struktury ouška levé síně v průběhu operace nebo účinnost hemostázy na pahýlu ouška levé síně po jeho resekci. Případné krvácení, pokud bylo odhaleno, bylo ošetřeno ještě v průběhu samotné operace. V pooperačním období byla sledována četnost a nutnost revize operačního pole pro krvácení, kde bylo jako možný zdroj označené krvácení z pahýlu ouška levé síně, případně jiné.

4.2. Měření elektrické izolace ouška levé síně při jeho exkluzi klipem

4.2.1. Sledování parametrů elektrické izolace ouška levé síně

Při chirurgické ablaci síní pro fibrilaci síní je jednou z předepsaných ablačních linií i izolační linie v bazi ouška, která má zajistit izolaci ouška levé síně jakožto možného ložiska ektopických vzruchů spouštějících tuto arytmiu. Ouško levé síně spolu s ústím plicních žil do levé síně jsou jedním z nejčastějších zdrojů tohoto spouštěcího mechanismu. V naší práci jsme se rozhodli potvrdit nebo vyvrátit předpoklad vytvoření elektrické izolace ouška levé síně, kterou svým mechanickým tlakem na tkáň při kompresi způsobí samotný klip aplikovaný na bazi ouška. Ablaci jsme tedy v rámci MAZE procedury v bazi ouška neprováděli. V případě potvrzení přerušování kondukce perioperačně po aplikaci klipu, by toto zjištění znamenalo, že lze z procedury ablace vynechat vytváření ablační linie v bazi ouška. Tím se lze vyhnout duplicitě v prováděných úkonech a

snížit tím i riziko poranění této fragilní struktury, pokud není vyžadována přebytečná nástrojová manipulace s ouškem.

Sledování parametrů převodu a následně i případné elektrické izolace jsme rozdělili do 3 fází v průběhu každé operace:

- 1.) Před aplikací klipu – po připojení a spuštění mimotělního oběhu
- 2.) Po aplikaci klipu – před naložením příčné svorky na ascendentní aortu a před instilací kardioplegického roztoku do kořene aorty
- 3.) Na konci operace – před odpojením od mimotělního oběhu po bezpečném obnovení vlastního srdečního rytmu

Mezi sledované parametry v každé z výše uvedených fází jsme zařadili:

- a) Typ srdečního rytmu, resp. arytmie před aplikací klipu (SR, paroxysmální FiS, junkční rytmus)
- b) Možnost stimulace a odpovědi komor (10 V, 0,5ms)
- c) Možnost stimulace a odpověď levé síně (10 V, 0,5ms)
- d) Možnost stimulace a odpověď ouška levé síně (10 V, 0,5ms)
- e) Měření hodnot senzitivity ouška levé síně (mV)
- f) Zaznamenání času měření

U každé provedené MAZE procedury byl zaznamenán i typ provedených ablačních lézí – tj. izolace plicních žil, vytvoření BOX léze, případně ablace pravé síně srdeční.

4.2.2. Metodika měření elektrické izolace ouška levé síně

K proceduře chirurgické ablace fibrilace síní je na našem pracovišti využíván ablační generátor RF energie a čtecí jednotka v jednom ASU2-115 s ASB3 ASU Switch Matrix firmy AtriCure (obrázek 11). Ke generátoru jsou

připojeny na začátku ablační a stimulační nástroje k provedení linií – kleště Isolator Synergy OLL2, AtriCure (obrázek 12), bipolární pero MAX1 firmy AtriCure (obrázek 13) a stimulátor PACE 203 H firmy OSCOR (obrázek 14).



Obrázek 11 – Ablací centrála ASU2-115/ASB3 ASU Switch Matrix, Atricure



Obrázek 12 – ablační kleště Isolator Synergy OLL2, AtriCure

U pacientů randomizovaných k exkluzi OLS klipem: po provedení střední sternotomie, podání heparinu a připojení pacienta na mimotělní oběh jsme provedli oboustrannou chirurgickou ablací ústí plicních žil (PŽ) pomocí kleští OLL2. Ve všech případech se neprováděla ablace baze ouška levé síně. Jak již bylo zmíněno, měření kondukce a izolace bylo prováděné ve třech fázích operace – před aplikací klipu na ouško levé síně, bezprostředně po aplikaci klipu před naložením příčné svorky na ascendentní aortu a provedením konkomitantního kardiochirurgického výkonu a potřetí na konci operačního výkonu s delším časovým odstupem od aplikace v závislosti na délce trvání ischemie srdce (čas svorky a reperfúze srdce). V případě ablačních linií mimo izolaci PŽ (BOX léze, ablace pravé síně), byly tyto vytvořené v průběhu kombinovaného výkonu.



Obrázek 13 – Ablační a stimulační sonda Isolator Transpolar Pen MAX5,
Atricure

Bipolární ablační pero MAX1 lze zároveň využít jako stimulační a čtecí sondu. Při měření byla tato sonda přiložena na stěnu pravé komory srdeční, která byla k potvrzení kondukce a excitace komory stimulovaná pomocí stimulátoru

připojeného k ablační centrále proudem o hodnotě 10 V s trváním impulzů 0,5ms po dobu 30 sekund frekvencí převyšující aktuální frekvenci rytmu pacienta alespoň o 20 pulzů/minutu. Následovala stimulace levé síně stejnými hodnotami proudu a časového trvání k demonstraci možnosti převodu impulzů na ouško levé síně a srdeční komory. Třetí stimulovanou strukturou bylo samotné OLS, čímž jsme demonstrovali možnost převodu impulzů z ouška na levou síň a komory srdeční (exit blok). V případě ouška levé síně jsme po přenastavení funkce sondy a stimulátoru na čtení elektrických impulzů, zaznamenali senzitivitu tkáně OLS k impulzům přecházejících z levé síně na ouško levé síně (entry blok).



Obrázek 14 – Stimulátor PACE 203 H, OSCOR

4.3. Sledování dalších parametrů výzkumu

Výzkum byl prováděn v rozmezí let 2014 až 2018 (operační výkony), následný sběr dat a dlouhodobé pozorování a kontroly subjektů do roku 2019 včetně.

Případné dosažení verze obou typů fibrilace síní na sinusový rytmus bylo zaznamenávané přímo po výkonu na operačním sále, v době ukončení hospitalizace pacienta a 12 měsíců po operačním výkonu pomocí 48hodinové holterovské monitorace se záznamem a popisem EKG křivky.

Vývoj ejekční frakce (EF) levé komory srdeční v procentech byl sledován dle vstupního předoperačního echokardiografického vyšetření a jeho porovnání s kontrolním transtorakálním nebo transesofageálním ECHO vyšetřením provedeným ambulantně na našem pracovišti 12 měsíců pooperačně. Předpokladem bylo zlepšení nebo udržení hodnoty EF levé komory po dosažení sinusového rytmu a zmenšením mrtvého prostoru levé síně, kterého jsme dosáhli exkluzí ouška levé síně.

U souboru nemocných jsme dále sledovali 30denní a roční mortalitu, taktéž výskyt dalších diagnóz, které mohou výrazně ovlivnit základní diagnózu FiS, tj. transitorní ischemické ataky (TIA) a cévní mozkové příhody (CMP).

5 Výsledky výzkumu

5.1. Výsledky srovnání metod exkluze ouška levé síně srdeční

Výsledkem porovnání úspěšnosti uzávěru OLS metodou exkluze pomocí klipu s metodou resekce staplerem, je dosažení jeho kompletního uzávěru oběma způsoby u 100 % případů v obou srovnávaných skupinách ($p = 0,5$). Ověření proběhlo v průběhu operačního výkonu pomocí jícnové echokardiografie. Ve všech případech také pahýl ouška levé síně nepřesahoval délku 9 mm. Korekce případného pochybení tedy nebyla nutná v průběhu žádné operace.

Ve srovnání rychlosti provedení resekce a exkluze OLS vychází lépe jako méně časově náročná metoda použití klipu. Ve skupině s aplikovaným klipem jsou časy měřené ve vteřinách $27,06 \pm 7,68$ a ve skupině s resekcí provedenou staplerem $59,06 \pm 9,13$ ($p = <0,001$). Tento signifikantní rozdíl je dán technikou resekce při použití stapleru, u které je výrobcem doporučený interval 20 vteřin k dostatečné kompresi tkáně ouška v čelistech stapleru, aby byla prošívaná vrstva co nejtenčí. Proti tomu je aplikace klipu zvýhodněná ve smyslu absence tohoto intervalu a záleží pouze na rychlosti uvolnění klipu z aplikátoru po jeho implantaci.

Důležitým zjištěním naší práce je statisticky významný rozdíl výsledků srovnání bezpečnosti aplikace obou již zmíněných prvků ($p = 0,003085$). Ve skupině pacientů, u které byl použit k exkluzi OLS klip aplikovaný z perikardiální strany, se podle předpokladu nevyskytla žádná komplikace, tj. poranění struktury ouška a krvácení (0 %), to jak v průběhu operace samotné, tak v časném pooperačním období. Proti tomu ve skupině využívající k resekci ouška levé síně stapler, se vyskytla komplikace ve smyslu krvácení a neúplné, případně netěsné

sutury baze ouška LS až u 6 pacientů (40 % souboru). U pěti subjektů byl tento hemoragický zdroj ošetřen podložkovým stehem nebo více stehy ještě v průběhu samotné operace, u jednoho pacienta byla indikovaná pooperační revize pro známky počínající tamponády srdce, kde byla příčinou revize netěsnost sutury baze ouška levé síně svorkami a byla taktéž ošetřena stehem s podložkou, která brání prořezání stehu tkání myokardu.

Výsledky zjištěné našim výzkumem jsou přehledně zobrazené pro každou skupinu jednotlivě (tabulka 4, 5) a následuje srovnávací hodnocení výzkumu (tabulka 6).

Tabulka 4 – Výsledky ve skupině s resekčí OLS staplerem

Pac.	Kompletní uzavěr OLS	Doba aplikace (s)	Komplikace	EFLK předop. (%)	EFLK poop. (%)	EFLK Follow-up 12m	Rytmus předop.	Rytmus poop.	Rytmus Follow-up 12m
1	Ano	53	Ne	60	65	60	Parox. FiS	FiS	SR
2	Ano	56	Krvácení	55	65	60	Parox. FiS	SR	SR
3	Ano	54	Ne	40	60	65	FiS	SR	SR
4	Ano	63	Revize	55	60	55	FiS	FiS	FiS
5	Ano	45	Ne	60	60	60	Parox. FiS	SR	SR
6	Ano	74	Krvácení	60	60	60	Parox. FiS	SR	SR
7	Ano	65	Ne	20	20	20	Parox. FiS	SR	SR
8	Ano	58	Ne	30	35	55	Parox. FiS	SR	SR
9	Ano	52	Krvácení	70	70	Exitus	FiS	SR	Exitus
10	Ano	48	Ne	50	55	55	FiS	SR	FiS
11	Ano	73	Krvácení	60	55	45	FiS	SR	SR
12	Ano	58	Ne	60	65	65	FiS	SR	SR
13	Ano	64	Ne	60	60	65	FiS	SR	SR
14	Ano	72	Krvácení	65	65	65	Parox. FiS	SR	SR
15	Ano	51	Ne	35	40	40	FiS	FiS	FiS
	100%	Ø 59 sekund	6/15 (40%)			7/15 (47%) zlepšení EF		12/15 80% SR	11/14 78,5% SR

Tabulka 5 – výsledky studie ve skupině s aplikovaným klipem

Pac.	Kompletní uzávěr OLS	Doba aplikace (s)	Komplikace	EFLK předop. (%)	EFLK poop. (%)	EFLK Follow-up 12m	Rytmus předop.	Rytmus poop.	Rytmus Follow-up 12m
1	Ano	20	Ne	60	60	60	Parox. FiS	SR	SR
2	Ano	23	Ne	55	55	60	Parox. FiS	SR	SR
3	Ano	33	Ne	60	60	65	Parox. FiS	SR	SR
4	Ano	15	Ne	40	40	45	FiS	AV blok III	FiS/TKS
5	Ano	22	Ne	65	60	65	Parox. FiS	SR	SR
6	Ano	18	Ne	60	60	60	FiS	SR	SR
7	Ano	43	Ne	35	45	40	Parox. FiS	SR	SR
8	Ano	34	Ne	60	60	65	FiS	SR	FiS
9	Ano	26	Ne	35	30	40	Parox. FiS	SR	SR
10	Ano	35	Ne	65	65	60	FiS	FiS	FiS
11	Ano	21	Ne	65	65	65	FiS	SR	SR
12	Ano	34	Ne	50	60	60	Parox. FiS	SR	SR
13	Ano	26	Ne	55	50	55	FiS	SR	FiS
14	Ano	31	Ne	65	60	65	Parox. FiS	SR	SR
15	Ano	25	Ne	40	40	45	FiS	SR	SR
	100%	Ø 27 sekund	0/15			8/15 (53%) zlepšení EF		13/15 86,5% SR	11/15 73,5% SR

Tabulka 6 – Srovnání celkových výsledků studie

	Resekce OLS staplerem n=15	Exkluze OLS klipem n=15	p value
Úspěšnost uzávěru OLS (perioperační a 12m follow-up)	15 (100%)	15 (100%)	0,5
Rychlost aplikace (s)	59,06 +/- 9,13	27,06 +/- 7,68	< 0,001
Komplikace (krvácení/revize)	6 (40%)	0 (0%)	0,003085
Dosažení SR pooperačně	12 (80%)	13 (86,7%)	0,312103
Udržení SR v období 1 roku PO	11 (73,3%)	11 (73,3%)	0,5
30-denní a roční mortalita	1 (6,7%) jaterní selhání	0 (0%)	0,154554
CMP/TIA 12m follow-up	0 (0%)	0 (0%)	0,5
Zlepšení EFLK pooperačně	7 (46,7%)	8 (53,3%)	0,3575
Elektrická izolace OLS (klip)		100% (15)	

5.2. Výsledky měření elektrické izolace ouška levé síně srdeční

Významným zjištěním této práce a potvrzením výsledků původní studie švýcarských kolegů na toto téma [Starck, 2012], bylo dosažení kompletní elektrické izolace ouška levé síně po naložení nitinolového klipu s textilním opletem (AtriClip) na bazi ouška v úvodní části operace.

U dvou pacientů z patnácti v našem souboru (13,3 %) bylo výstupního bloku z ouška levé síně dosaženo měřením již bezprostředně po aplikaci klipu, měření probíhalo perioperačně v průměru 7 minut po aplikaci klipu (rozsah 2-18 minut). Senzitivita ouška levé síně (vstupní blok) vymizela bezprostředně po aplikaci u jednoho pacienta z patnácti (6,7 %). Na konci operačního výkonu byl již výstupní blok z ouška levé síně při jeho stimulaci potvrzen u všech 15 pacientů ve skupině (100 %). Toto poslední měření proběhlo v průměru 81,6 minut (v rozmezí 50–135 minut) od samotné aplikace klipu na OLS. Senzitivita OLS byla na konci výkonu přesto nadále zachována u 11 pacientů (73,3 %). Výsledky jednotlivých měření v různých fázích operačního výkonu jsou zobrazené v následujících tabulkách (tabulka 7, 8, 9).

5.3. Výsledky sledování ostatních parametrů výzkumu

30denní mortalita v celém souboru sledovaných 30 pacientů vykazala 1 úmrtí (3,3 %) v průběhu hospitalizace. Toto úmrtí ve skupině s OLS resekovaným staplerem nebylo v souvislosti s provedeným kardiochirurgickým výkonem ale s rozvojem jaterního selhání u pacienta s předoperačně diagnostikovanou cirhózou jater. Ve zbylých 29 případech nedošlo k úmrtí sledovaných ani v intervalu 12 měsíců.

Tabulka 7 – Výsledky měření elektrické izolace ouška před aplikací klipu

Před implantací Atriclipu					
rytmus (SR/FiS)	stimulace komor (10V)	stimulace LS (10V)	stimulace OLS (10V)	senzitivita OLS (mV)	čas
SR/FiS	ANO	ANO	ANO	0,2	10:45
SR/FiS	ANO	ANO	ANO	0,8	10:37
SR/FiS	ANO	ANO	ANO	0,6	8:50
FiS	ANO	ANO	ANO	0,5	9:40
SR/FiS	ANO	ANO	ANO	0,2	10:42
FiS	ANO	ANO	ANO	0,7	12:05
SR/FiS	ANO	ANO	ANO	0,2	11:20
FiS	ANO	ANO	ANO	0,8	10:15
SR/FiS	ANO	ANO	ANO	0,4	10:02
FiS	ANO	ANO	ANO	0,6	9:55
FiS	ANO	ANO	ANO	0,4	10:35
SR/FiS	ANO	ANO	ANO	0,3	9:32
FiS	ANO	ANO	ANO	0,2	9:58
SR/FiS	ANO	ANO	ANO	0,3	14:23
FiS	ANO	ANO	ANO	0,5	9:41
	0%	0%	0%	0,44 +/-0,21	

Naše studie potvrzuje relativně vysokou úspěšnost chirurgické MAZE procedury. Provedenou chirurgickou ablací síní se v souboru nemocných s provedenou resekcí ouška povedlo dosáhnout verze na sinusový rytmus (SR) u 12 pacientů (80 %), ve skupině s exkluzí OLS klipem bylo dosaženo SR u 13 pacientů (86,7 %), $p = 0,3121$. Po uplynutí jednoho roku a vyhodnocení ambulantní 48hodinové holterovské monitorace EKG se SR přetrvával stejně v obou skupinách: u 11 nemocných ve skupině se resekcí staplerem a 11 nemocných s aplikovaným klipem, $p = 0,5$.

S vysokou pravděpodobností zejména díky chirurgickému vyřazení dutiny ouška levé síně z kontaktu s krevním oběhem jako významného zdroje embolických příhod, nedošlo k embolizačním příhodám v celém 12měsíčním sledování subjektů. Výskyt TIA nebo CMP byl shodně v obou skupinách 0 %, $p = 0,5$.

Tabulka 8 – Výsledky měření elektrické izolace ouška po aplikaci klipu

Po implantaci Atriclipu					
rytmus (SR/FiS)	stimulace komor (10V)	stimulace LS (10V)	stimulace OLS (10V)	senzitivita OLS (mV)	čas
SR	ANO	ANO	ANO	0,2	10:50
SR	ANO	ANO	ANO	0,8	10:43
SR	ANO	ANO	ANO	0,4	9:05
FiS	ANO	ANO	ANO	0	9:45
SR	ANO	ANO	ANO	2,4	10:50
FiS	ANO	ANO	ANO	0,6	12:12
FiS	ANO	ANO	ANO	0,2	11:23
SR	ANO	ANO	ANO	0,1	10:33
SR	ANO	ANO	ANO	0,3	10:04
FiS	ANO	ANO	NE	0,4	10:00
FiS	ANO	ANO	ANO	0,2	10:38
SR	ANO	ANO	NE	0,2	9:43
FiS	ANO	ANO	ANO	0,2	10:05
FiS	ANO	ANO	ANO	0,3	14:31
FiS	ANO	ANO	ANO	0,4	9:43
	0%	0%	23%	0,44+/-0,57	

Zmenšení objemu levé síně, která byla dilatovaná dle echokardiografického vyšetření u všech pacientů v naší studii, provedené exkluzí OLS a obnovením sinusového rytmu pooperačně, může mít vliv na zlepšení plnicí funkce levé síně,

tím pádem na zlepšení celkové ejekční frakce levé komory srdeční. V průběhu 12 měsíců a po provedení kontrolního echokardiografického vyšetření došlo k navýšení EF LK u 7 pacientů (46,7 %) ve skupině s resekcí OLS staplerem a bylo zaznamenáno také u 8 pacientů (53,3 %) ve skupině s exkluzí OLS pomocí klipu, $p = 0,3575$.

Tabulka 9 – Výsledky měření elektrické izolace ouška na konci operace

Na konci operace					
rytmus (SR/FiS)	stimulace komor (10V)	stimulace LS (10V)	stimulace OLS (10V)	senzitivita OLS (mV)	čas
SR	ANO	ANO	nelze	0	12:00
SR	ANO	ANO	nelze	0,5	12:16
SR	ANO	ANO	nelze	0,2	9:40
junkce	ANO	ANO	nelze	0	11:00
SR	ANO	ANO	nelze	0	12:15
junkce	ANO	ANO	nelze	0,3	13:35
SR	ANO	ANO	nelze	0,3	12:45
SR	ANO	ANO	nelze	0,7	11:40
SR	ANO	ANO	nelze	0,2	11:39
FiS	ANO	ANO	nelze	0,4	11:03
SR	ANO	ANO	nelze	0,2	12:50
SR	ANO	ANO	nelze	0,2	10:54
SR	ANO	ANO	nelze	0	10:57
SR	ANO	ANO	nelze	0,2	15:27
SR	ANO	ANO	nelze	0,3	10:54
	0%	0%	100%	0,23+/-0,19	

6 Závěr a význam pro klinickou praxi

Všechny části námi provedené studie, které jsme analyzovali v této práci, mají přímý dopad na prováděnou klinickou praxi.

Studie, která se zaměřila na srovnání dvou metod exkluze ouška levé síně u nemocných s fibrilací síní, přinesla statisticky významné a závažné zjištění stran bezpečnosti použití stapleru jako prostředku k chirurgické resekcí OLS. Jelikož stapler byl navržen primárně k resekcí a utěsnění sutury u jiného typu tkáně nežli myokardu, je jeho použití i přes doporučení výrobce, rizikem pro pacienty podstupující amputaci ouška levé síně tímto prostředkem. Tkáň ouška levé síně se jeví jako příliš objemná vrstva pro tento mechanismus sutury. Ke kompresi tkáně OLS dochází pouze v intervalu 20 vteřin před samotnou resekcí. Tento výrobcem udaný interval byl v průběhu výkonu vždy dodržen, ale sám o sobě nemusí být dostatečný. Také mechanismus komprese tkáně nůžkovitými čelistmi stapleru je postupná komprese tkáně postupující pouze z jedné strany. Výsledkem je vyšší tlak čelistí na resekovanou tkáň v místě jejich skloubení a tendence vytlačovat přebytečnou tkáň dokonce za distální konce čelistí, kde je komprese nedostatečná nebo nedojde ke kompletnímu transmurálnímu prošíání pahýlu svorkami stapleru. Resekce ouška provedena staplerem vyžaduje volbu dostatečně dlouhé svorkovnice k zajištění pokrytí linie sutury. Svorky, které jsou v pólových oblastech resekátu jeví často tendenci k uvolnění a ty, které nejsou využité k sutuře, vypadnou z nábojnice přímo do perikardiální dutiny. Rozesetí těchto cizích předmětů v perikardu je krajně nežádoucí a zatím co je lze v průběhu operace ze sternotomie z větší části odstranit, jeví se toto jako velice obtížné při provádění ablace a resekce ouška z minithoracotomie a u video asistovaných minimálně invazivních přístupů (VATS). Na našem pracovišti jsme na základě výsledků naší studie a při vyhodnocení rizik a nedostatečné exkluze jinými prostředky, definitivně přestali k resekcí ouška levé síně používat stapler a

veškeré exkluze ouška levé síně jsou nyní prováděné s využitím klipu naloženého na bazi ouška z perikardiální strany.

Část naší studie, která se zabývala ověřením elektricky izolačních vlastností nitinolového klipu v případě jeho aplikace na bazi ouška levé síně z perikardiální strany v průběhu MAZE procedury, potvrdila závěry předchozí studie (Stark et al. 2012) a u souboru 15 pacientů bylo dosaženo kompletní blokády vedení elektrických vzruchů z tkáně ouška levé síně na samotnou levou síň a komory. Mechanismus rovnoměrné lineární komprese tkáně baze OLS způsobená nitinolovým klipem obdélníkového tvaru, zřejmě zajišťuje již v průběhu operačního výkonu destrukci buněk myokardu, dochází k exprimaci celulární a extracelulární matrix ve tkáni ouška a tím dochází k postupnému útlumu vedení vzruchu a časem k celkové fibrotické přestavbě exkludované části ouška. Tuto metodu lze tedy svými vlastnostmi považovat za ekvivalent ablační linie vytvořené pomocí radiofrekvenční energie nebo jizvy v myokardu pomocí kryodestrukce. Potvrzení této teorie v průběhu naší studie poskytuje nyní možnost vynechat duplicitní výkon v průběhu MAZE procedury – před samotnou aplikací klipu na bazi ouška levé síně není nutné ablovat tuto tkáň pomocí RF kleští nebo kryoablační sondou. Tím se zároveň snižuje potřeba přebytečné manipulace chirurgů s OLS a riziko poranění této často křehké struktury v průběhu operace.

V poslední části naší studie jsme vyhodnocením výsledků chirurgické ablace ve smyslu verze fibrilace síní na sinusový rytmus a jeho následné udržení po dobu 12 měsíců potvrdili relativně vysokou úspěšnost MAZE procedury s nízkým rizikem. Tato metoda je dnes indikovaná nejen u pacientů, kteří podstupují kardiochirurgickou operaci z jiných důvodů, ale lze ji nabídnout i širšímu spektru nemocných jako vhodnou alternativu vzhledem k možnosti mini-invazivního přístupu, u kterého odpadá nezanedbatelná radiační zátěž pacienta v průběhu často opakovaných radiointervenčních zákroků.

7 Soupis bibliografických citací

Aschermann, M. et al. *Kardiologie*, 1.vyd. Praha: Galén, 2004, s. 1146-1156. ISBN 80-7262-290-0.

Beigel, R., Wunderlich, N., Ho, S., Arsanjani, R., Siegel, R., The left atrial appendage: anatomy, function and noninvasive evaluation. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 2014, 7(12):1251-1265.

Benjamin, E., Wolf, P., D'Agostino, R., et al., Impact of atrial fibrillation on the risk of death. The Framingham study. *Circulation*, 1998, 946-952.

Bilge, M., Eryonucu, B., Güler, N., et al., Transesophageal echocardiography assessment of left atrial appendage function in untreated systemic hypertensive patients in sinus rhythm. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 2000, 13(4):271-276.

Blackshear, J., Odell, J., Appendage obliteration to reduce stroke in cardiac surgical patients with atrial fibrillation. *The annals of Thoracic Surgery*, 1996, 61:755-759.

Boersma, L., Castella, M., van Boeven, W., Berruezo, A., Yilmaz, A., Nadal, M., et al., Atrial fibrillation catheter ablation versus surgical ablation treatment (FAST): a 2 centre randomized clinical trial. *Circulation*, 2012, 125:23-30.

Calkins, H., Kuck, K., Cappato., R., Brugada, J., Camm, A., Chen, S., et al., HRS/EHRA/ECAS expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints and research trial designs. *Heart rhythm*, 2012, 9:632-696.

Cox, J., Schuessler, R., D'Agostino, H., Stone, C., Chang, B., Cain, M., Corr, P., Boineau, J., The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a

definitive surgical procedure. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 1991, 101(4):569-583.

Di Biase, L., Santangeli, P., Anselmino, M., et al., Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation? Results from a multicenter study. *Journal of American College of Cardiology*, 2012, 60:531-538.

Fiala, M., Skňouřil, L., Toman, O., Pindor, J., Bulková, V., Chovančík, J., et al., Long-term results of catheter ablation for atrial fibrillation in 866 patients. *Cor et Vasa*, 2012, 54:361-368.

Fiala, M., Haman, L., Čihák, R., Doporučení ESC pro diagnostiku a léčbu fibrilace síní, 2020. Souhrn dokumentu připravený Českou kardiologickou společností. *Cor et Vasa*, 2021, 63:135-161.

Go, A., Hylek, E., Phillips, K., et al., Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults. *JAMA*, 2001, 285:2370-2375.

Hindricks, G., Potpara, T., Dagres, N., et al., 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *European Heart Journal*, 2021, 42(5):373-498.

Hoit, B., Gabel, M., Influence of left ventricular dysfunction on the role of atrial contraction. *Journal of the American College of Cardiology*, 2000, 36:1713-1719.

Katz, E., Tsiamtsiouris, T., Applebaum, R., et al., Surgical left atrial appendage ligation is frequently incomplete: a transesophageal echocardiographic study. *Journal of American College of Cardiology*, 2000, 36:468-71.

Kurfirst, V., Mokráček, A., Bulava, A., Čanádiová, J., Haniš, J., Pešl, L., Two-staged hybrid treatment of persistent atrial fibrillation: short-term single-centre results. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, 2014, 1-6.

Lee, R., Vassallo, P., Kruse, J. et al., A randomized, prospective pilot comparison of 3 atrial appendage elimination techniques: Internal ligation, stapled excision and surgical excision. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular surgery*, 2016, 152(4):1075-1080.

Marcus, G., Sung, R., Antiarrhythmic agents in facilitating electrical cardioversion of atrial fibrillation and promoting maintenance of sinus rhythm. *Cardiology*, 2001, 95:1-8.

Massoudy, P., Beblo, S., Raschke, P., et al., Influence of intact left atrial appendage on hemodynamic parameters of isolated Guinea pig heart. *European Journal of Medical Research*, 1998, 3:470-474.

Morin, D., Bernard, M., Madias, C., et al., The State of the Art: Atrial Fibrillation Epidemiology, Prevention and Treatment. *Mayo Clinic proceedings*, 2016, 91:1778-1810.

Pirk, J. et al., *Kardiochirurgie*, 1. vydání. Praha: Maxdorf Jessenius, 2019, s. 80-82. ISBN 978-80-7345-568-2.

Schill, M., Musharbash, F., Hansalia, V., Greenberg, J., Melby, S., Maniar, H., Sinn, L., Schuessler, R., Moon, M., Damiano Jr., R., Late results of the Cox-maze IV procedure in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 2017, 153(5):1087-1094.

Starck, T., Steffel, J., Emmert, M., Plass, A., Mahapatra, S., Falk, V., Salzberg, P., Epicardial left atrial appendage clip occlusion also provides the electrical isolation of the left atrial appendage. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, 2012, 0:1-3. doi:10.1093/icvts/ivs136.

Tabata, T., Oki, T., Fukuda, N., et al., Influence of aging on left atrial appendage flow velocity patterns in normal subjects. *Journal of American Society of Echocardiography*, 1996, 9(3):274-280.

Vidaillet, H., Granada, J., Chyou, P., et al., A population-based study of mortality among patients with atrial fibrillation or flutter, *American Journal of Medicine*, 2002, 113:432-435.

Veinrib, A., Bamira, D., Saric, M., Percutaneous left atrial Appendage closure Devices. *Current Cardiovascular Imaging Reports*, 2017, 10:40, doi: 10.1007/s12410-017-9437-x.

Wang, Y., Di Biase, L., Horton, R., Nguyen, T., Morhanty, P., Natale, A., Left atrial appendage studied by computed tomography to help planning for appendage closure device placement. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, 2010, 21:973-982.

Widimský, P., Štětkařová, I., et al., *Neurokardiologie*, 1. vydání. Praha: Maxdorf Jessenius, 2021, s. 38-39. ISBN 978-80-7345-644-3.

Wolf, P., Abbott, R., Kannel, W., Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. *Stroke*, 1991, 22:983-988.

Zoni-Berisso, M., Lercari, F., Carazza, T., et al., Epidemiology of atrial fibrillation: European perspective. *Clinical Epidemiology*, 2014, 6:213-220.

8 Seznam publikací

Publikace v recenzovaných časopisech – 1. autorství:

Kohut, M., Al-Obeidallah, M., Stengl, M., Severe mitral valve insufficiency caused by standard surgical aortic valve implantation and its reparation using suture-less prosthesis. Case report. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 2022, article accepted for publication, JTCS-D-21-00441.

Publikace v časopisech s IF – spoluautor:

Škorpil, J., Vodička, J., **Kohut, M.**, Combined gunshot injuries of the heart and lungs. *Unfallchirurg*, 2014, 117(11):1054-1056. doi: 10.1007/s00113-014-2611-6.

Originální publikace – spoluautor:

Škorpil, J., **Kohut, M.**, Hájek, T., *Novinky v léčbě poranění srdce*, 1. vydání. Praha: Maxdorf Jessenius, 2014, ISBN 978-80-7345-328-2.

9 Poděkování

Děkuji tímto svému školiteli, MUDr. Vilémovi Kuntscherovi, Ph.D. a konzultantovi primáři MUDr. Tomáši Hájkovi za odbornou pomoc, rady a vedení při realizaci této práce a výzkumu.

Dále děkuji celému týmu oddělení Kardiochirurgie Fakultní nemocnice Plzeň za pomoc při realizaci prováděného výzkumu.