

Hodnocení anatomických variant plicních žil u pacientů s fibrilací síní

Barbora Farkasová, David Pospíšil, Tomáš Novotný, Monika Míková, Ondřej Toman, Milan Sepši, Petr Kala

Interní kardiologická klinika, Fakultní nemocnice Brno

Interní kardiologická klinika, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Tento přehledový článek shrnuje a porovnává metodiku a výsledky dostupných originálních prací zabývajících se hodnocením anatomických variant plicních žil u pacientů s fibrilací síní publikovaných v posledních dvou desetiletích. Existující studie ukazují, že znalost anatomických variant plicních žil je důležitým předpokladem pro úspěšně provedenou katéetrovou ablací fibrilace síní. V textu se věnujeme analýze a vzájemnému srovnání metodiky a výsledků použitých při hodnocení původních autorů.

Klíčová slova: plicní žíly, fibrilace síní, anatomické varianty.

Evaluation of pulmonary vein anatomical variants in patients with atrial fibrillation

This review summarizes and compares the methods and results of available original papers on the evaluation of anatomical variants of pulmonary veins in patients with atrial fibrillation published in the last two decades. The studies included show that an understanding of anatomical variants of pulmonary veins is an important prerequisite for successful catheter ablation of atrial fibrillation. The present text deals with an analysis and mutual comparison of the methods and results used in various evaluations of the original authors.

Key words: pulmonary veins, atrial fibrillation, anatomical variants.

Úvod

Fibrilace síní (FISI) je především u starší populace nejčastější srdeční arytmií a je spojena se zvýšenou mortalitou. Například u mužů ve věku 75–79 let byla pozorována dvojnásobná prevalence než u mužů ve věku 65–69 let a pětinasobná v porovnání s muži ve věku 55–59 let (1). Navzdory pokrokům v léčbě zůstává jednou z hlavních příčin tromboembolických komplikací, především pak cévní mozkové příhody. Zvyšuje také kardiovaskulární morbiditu, zejména výskyt srdečního selhání. Způsobuje širokou škálu symptomů zahrnujících únavu, sníženou toleranci námahy a u signifikantní části nemocných výrazně ovlivňuje kvalitu života. Nedávné studie spojily fibrilaci síní také s rozvojem demence (2, 3, 4).

Indukce FISI je obvykle způsobena elektropickým ložiskem ležícím v oblasti plicních žil. Arytmogeneze je spojována s nehomogenní skladbou svalových vláken, která v podobě rukávců zasahují z levé síně v hloubce 1–3 cm do všech plicních žil. Při indukci a udržení FISI hraje mimo jiné roli distribuce a morfologie svalových rukávců, počet plicních žil a velikost jejich ostí (5).

Elektrické oddělení plicních žil od levé síně, tedy tzv. izolace je základním kamenem v léčbě symptomatické, farmakologicky rezistentní fibrilace síní. K tomuto účelu byla v minulých desetiletích vyvinuta řada endovaskulárních a chirurgických metod. Jednou z nejužívanějších je radiofrekvenční katéetrová ablace, při níž dochází k vytvoření kruhové léze v oblasti ostí plicních žil (6).

Katéetrová ablace fibrilace síní je široce uznávanou efektivní metodou nefarmakologické léčby fibrilace síní a symptomů s ní spojených, vedoucí ke zlepšení kvality života. Bylo dokázáno, že u pacientů s koexistujícím srdečním selháním po restituci sinusového rytmu dochází k signifikantnímu zlepšení komorové funkce (7).

Vytvoření ablační léze může být v určitých oblastech levé síně obtížné. Výborná znalost anatomie a variant větvení plicních žil je důležitá pro věrné mapování a následnou úspěšně provedenou ablací. Neodhalené přídatné žíly mohou zůstat neošetřeny, což může vést ke snížení procedurální úspěšnosti z důvodu inkompletní izolace.

Hodnocení anatomie a orientace plicních žil je důležité také pro minimalizaci rizika post-

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

Ing. David Pospíšil, Ph.D., pospisil.david@fnbrno.cz

Interní kardiologická klinika, Fakultní nemocnice Brno, Jihlavská 20, 625 00 Brno

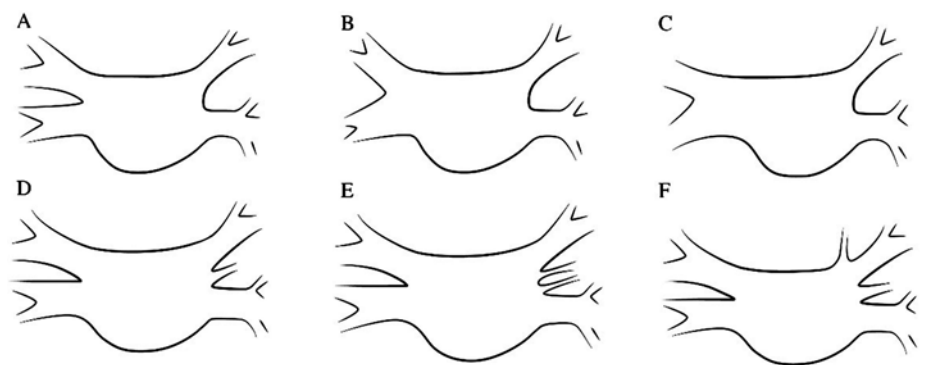
Cit. zkr: Interv Akut Kardiolog 2021; 20(1): 37–43

Článek přijat redakcí: 16. 12. 2020

Článek přijat po přepracování: 27. 1. 2021

Článek přijat k publikaci: 28. 1. 2021

Obr. 1. Větvění plicních žil, upraveno dle Kato et al. (17)



A – typické větvení; B – krátké společné levé ústí (SLCO); C – dlouhé společné levé ústí (LLCO); D – pravá střední žíla; E – dvě pravé střední žíly; F – pravá střední a pravá horní žíla

-ablační stenózy (6, 8). Některá data naznačují, že nejen určité histologické vlastnosti, ale také makroskopická morfologie ostií plicních žil může souviset s výskytem fibrilace síní (9). Na základě těchto poznatků vznikla řada publikací zkoumajících anatomii levých síní a plicních žil u pacientů se zachycenou fibrilací síní ve srovnání s kontrolními skupinami bez záchytu fibrilace. Tento přehledový článek se zabývá pracemi hodnotícími anatomické varianty plicních žil, které byly publikovány v posledních dvou desetiletích.

Soubory pacientů

Soubory pacientů se v jednotlivých publikacích lišily v řadě parametrů. Hodnocené počty se pohybovaly v rozmezí od minimálních 40 do maximálních 1 420 osob (10, 11) a nebylo vždy uvedeno, zda se jednalo o paroxysmální či perzistentní formu (12). Některým studiím chybí kontrolní rameno jedinců bez záchytu FISI (10, 13, 14). U rozsáhlejších souborů jsou pacienti rozděleni na skupinu s paroxysmální FISI, perzistentní FISI a kontrolní rameno bez záchytu FISI (15, 16).

Zobrazovací metody

Volba zobrazovací metody ovlivňuje získané výsledky a jejich interpretaci. V publikovaných pracích bylo zastoupeno několik modalit: výpočetní tomografie (CT), magnetická rezonance (MR) a angiografie plicních žil.

Hodnocení rozměrů ostií plicních žil

Autoři prvních publikací zabývajících se anatomii plicních žil (PV) předpokládali existenci pouze dvou pravých a dvou levých žil.

U těchto žil hodnotili rozměry ostií a jejich vztah k existenci FISI, nebo přítomnosti ohniska ektopické aktivity.

Rozměry ostií byly hodnoceny i v pozdějších studiích, ty však již braly v úvahu i variabilitu v počtu a morfologii plicních žil. Většina prací dospěla ke shodným výsledkům – průměrná velikost ostií horních žil je statisticky významně větší u pacientů s FISI než u kontrolní skupiny. Navíc rozměry ostií horních žil byly u pacientů s perzistentní FISI větší ve srovnání s paroxysmální formou (11, 13, 15, 17–23). Na druhé straně Perez-Lugones et al. uvádějí, že průměrná velikost ostií horních žil je u pacientů s FISI stejná jako u kontrolní skupiny (16).

Při hodnocení rozměrů ostií dolních žil studie nevykazují jednotné výsledky. Tsao et al. došli k závěru, že průměrná velikost ostií dolních žil není signifikantně odlišná mezi pacienty s fibrilací síní a kontrolní skupinou (13). Takase et al. a Perez-Lugones et al. zaznamenali signifikantní rozdíl pouze u pravé dolní žíly (RIPV), která je u skupiny s FISI větší než u kontrolní (15, 16). Další studie se shodují, že rozměr ostií dolních žil je větší u skupiny s FISI než u skupiny kontrolní (11, 17, 18, 21, 23).

Ve všech uvedených studiích u pacientů i kontrolních skupin platí, že rozměry ostií horních žil jsou průměrně větší než rozměry žil dolních (10, 20, 24), a dále že tvar ostií pravých žil je spíše kruhovitý, zatímco tvar ostií levých žil je více eliptický (18, 21, 23).

Hodnocení anatomických variant plicních žil

V jedné z prvních prací, které se zabývaly variabilitou v počtu plicních žil, autoři

hodnotili význam pravé střední žíly (RMPV) v mechanismu iniciace FISI. Tsao et al. definovali RMPV jako přídatnou žílu nacházející se mezi pravou dolní (RIPV) a pravou horní (RSPV) žílou se samostatným vstupem do levé síně (LA) a stejně tak větve odstupující z RSPV nebo RIPV méně než 1 cm od ostia, které zároveň ústí do středního laloku pravé plic. Vzhledem k časnému větvení pravých plicních žil není překvapením, že RMPV odpovídající této definici byla nalezena u 83,7 % hodnoceného souboru. Ve zbylých 16,3 % případů byla nalezena typická anatomie tvořená dvěma samostatnými levými a dvěma samostatnými pravými plicními žilami (25).

Schwartzman et al. ve své práci zmiňují další anatomické varianty, jako jsou společné levé ostium, nadpočetné pravé či nadpočetné levé plicní žíly. Nadpočetnou plicní žílu definoval jako takovou, která má vlastní ústí do LA. U 64 % hodnocených subjektů identifikoval typickou anatomii – čtyři samostatné plicní žíly – dvě vlevo a dvě vpravo. U zbylých hodnocených anatomii byla identifikována jedna nebo více z následujících variant: 14 % mělo společné levé ústí (LCO), 1 % společné pravé ústí (RCO), 24 % jakoukoliv nadpočetnou pravou žílu a 1 % jakoukoliv nadpočetnou levou žílu. Z tohoto hodnocení vyplývá, že společné ústí je častější vlevo, zatímco nadpočetné žíly jsou běžnější u pravých plicních žil (14).

Jednu z důležitých prací zabývajících se anatomickými variantami plicních žil publikovali Kato et al. Obsahuje komplexní popis anatomických variant včetně jejich nákresu, který byl mnohokrát převzat a použit v pozdějších studiích. Popsal šest nejčastějších vzorů větvení, které ilustruje obrázek 1. Výsledky jejich hodnocení jsou uvedeny v tabulce 1 porovnávací výsledky všech zde uvedených prací.

Přesto, že Kato rozděluje společné levé ústí na krátké a dlouhé, tak současně neuvádí, podle jakých pravidel toto rozdělení probíhalo. Výsledky studie dokládají existenci variability v anatomii plicních žil, která je shodně zastoupena u pacientů s FISI i u kontrolní skupiny (17).

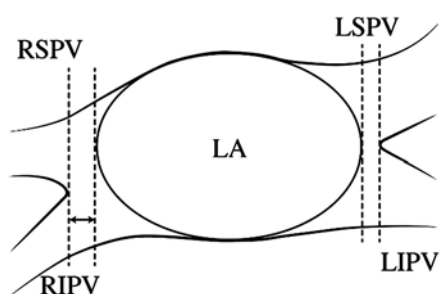
Pro zjednodušení hodnocení anatomických variant plicních žil vytvořili Jongbloed et al. virtuální hranici LA, na jejímž základě definovali společné ostium a přídatné žíly. Princip této virtuální hranice ilustruje obrázek 2.

Tab. 1. Tabulka porovnávající výsledky všech zde uvedených prací

		Tsao et al.	Schwartzman et al.	Kato et al.	Jongbloed et al.	Mansour et al.	Milčochová et al. 2D	Milčochová et al. 3D	Ahmed et al.	Anselmino et al.	Bittner et al.	Chu et al.	Skowerska et al.	Gebhard et al.	Chen et al.	Skowerski et al.	Angulo et al.
FISI	Typická	n = 43 16,3 %	n = 100 63 %	n = 28 57,1 %	n = 23 -	n = 105 57 %	n = 40 58 %	n = 40 25 %	n = 101 7 %	n = 473 40 %	n = 166 55 %	n = 57 16 %	n = 82 68,6 %	n = 50 58 %	n = 710 71,5 %	n = 271 67 %	n = 89 48,3 %
	LCO	-	14 %	-	83 %	17 %	-	-	43 %	-	-	27 %	27 %	8 %	-	-	22,5 %
	SLCO	-	-	25 %	-	-	23 %	52,5 %	37 %	19,9 %	18,1 %	-	-	-	3 %	8 %	-
	LLCO	-	-	7,1 %	-	-	5 %	22,5 %	13 %	11 %	15,6 %	-	-	-	4,5 %	1,8 %	-
	RCO	-	1 %	-	39 %	-	-	-	-	-	3,6 %	21 %	9,8 %	2 %	0,6 %	-	1,1 %
	APV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RAPV	-	24 %	-	26 %	9 %	-	-	-	-	-	-	7,8 %	-	-	18,7 %	-
	RMPV	83,7 %	-	14,3 %	-	18 %	20 %	20 %	9 %	12,5 %	11,5 %	-	-	32 %	10 %	-	11,2 %
	RUPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 %	-	-	-	-	-	1,1 %
	2x RMPV	-	-	3,6 %	-	-	3 %	3,5 %	-	1 %	-	-	-	-	0,2 %	-	5,6 %
	RMPV + RUPV	-	-	3,6	-	-	-	-	-	0,2 %	-	-	-	-	0,2 %	-	1,1 %
	LAPV	-	2 %	-	4 %	2 %	-	-	1 %	-	-	-	3,9 %	-	-	4 %	-
	LCO + RMPV	-	-	-	-	-	8 %	0 %	-	8,7 %	3,6 %	-	-	-	0 %	-	2,2 %
	LCO + RCO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6 %	-	-	-	0,1 %	-	-
	LCO + RUPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1 %	-	-
	LCO + 2x RMPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,6 %
	netypické	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3 %	-	-	-	-	-	2,7 %	-
	Kontrolní rameno	n = 0	n = 0	n = 27	n = 11	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 0	n = 166	n = 53	n = 31	n = 50	-	n = 40	n = 0
netypické	Typická	-	-	66,7 %	-	-	-	-	-	-	70,5 %	8 %	83,9 %	84 %	-	-	85 %
	LCO	-	-	-	55 %	-	-	-	-	-	9,7 %	-	12,9 %	2 %	-	-	-
	SLCO	-	-	18,5 %	-	-	-	-	-	-	10,2 %	-	-	-	4,8 %	-	-
	LLCO	-	-	7,4 %	-	-	-	-	-	-	2,4 %	-	6,4 %	0 %	0,7 %	-	-
	RCO	-	-	-	9 %	-	-	-	-	-	-	6 %	-	-	-	-	-
	APV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RAPV	-	-	-	27 %	-	-	-	-	-	-	0 %	-	-	-	-	-
	RMPV	-	-	11,1 %	-	-	-	-	-	-	9,6 %	-	-	14 %	7,9 %	-	-
	2x RMPV	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 %	-	-
	RMPV + RUPV	-	-	3,7 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 %	-	-
	LAPV	-	-	-	0 %	-	-	-	-	-	-	-	0 %	-	-	-	-
	LCO + RMPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5 %	-	-	-	0,1 %	-	-
	LCO + RCO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6 %	-	-	-	0,1	-	-
	LCO + RUPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 %	-	-
	LCO + 2x RMPV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	netypické	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LCO – společně levé ústí; SLCO – krátké společně levé ústí; LLCO – dlouhé společně levé ústí; RCO – společně pravé ústí; APV – nadpočetná žíla; RAPV – nadpočetná pravá žíla; RMPV – pravá střední žíla; RUPV – pravá vyšší žíla; LAPV – nadpočetná levá žíla

Obr. 2. Ilustrace virtuální hranice LA, upraveno podle Jongbloed et al. (18)



Přídavná žíla vstupuje do LA odděleným ostiem, které je vzdáleno méně než 0,5 cm od virtuální hranice. Pokud je vzdálenost od hranice k bifurkaci PV větší než 0,5 cm, jedná se o společné ústí. Hodnocení podle těchto kritérií přineslo výsledky uvedené v tabulce 1.

Jongbloed neuvádí zastoupení typického větvení u pacientů s FISI ani u kontrolní skupiny. Výsledné velké procento společných ústí může být následkem hodnocení na základně virtuální hranice LA. Také je zřejmé, že umělé vytvořená eliptická hranice kombinovaná s 2D řezy nedokáže dostatečně reflektovat reálnou hranici LA a může vést ke zkreslení výsledků (18).

Metodu 2D řezů využili pro své hodnocení i Mansour et al., kteří pozorovali následující anatomické varianty: typickou u 57 %, přídavnou PV u 29 % a společné ústí u 17 % pacientů. Z přídavných žil se nacházelo 93 % vpravo a pouze 7 % vlevo (26).

Jedním z parametrů zásadně ovlivňujících výsledky hodnocení anatomických variant plicních žil jsou použitá vstupní data, tedy zda je hodnocení prováděno z 2D řezů nebo 3D modelů. Srovnáním těchto dvou přístupů se zabývá práce Mlčochové et al. Stejně jako jiné studie rozdělují soubor na skupinu s FISI a kontrolní skupinu. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1. Ústí, u nějž došlo k větvení PV ve vzdálenosti menší než 1,5 cm od vstupu do LA, bylo definováno jako krátké levé společné ústí (SLCO). Při větvení dále než 1,5 cm od vstupu do LA se pak jedná o dlouhé levé společné ústí (LLCO). Výsledky jasně ukazují rozdíly v poměrném zastoupení jednotlivých anatomických variant mezi hodnoceními z 2D řezů a 3D modelů. Autoři usuzují, že 3D modely poskytují lepší a reálnější anatomické informace než 2D řezy. S využitím 3D modelů mohou být odhalena i velmi krátká společná ústí, jejichž identifikace by byla možnostmi 2D řezů limitována (10).

Podobné výsledky jako Mlčochová zaznamenal také Ahmed et al., kteří hodnotili anatomické varianty shodně z 3D modelů. Čtyři samostatné plicní žíly byly popsány pouze u 7 % pacientů. Zbylí měli buď společné levé ústí, nebo nadpočetnou plicní žílu. Anatomie se společným levým ústím byly rozděleny na tři kategorie podle vzdálenosti větvení PV od ostia. Do první kategorie s větvením do 0,5 cm od ostia bylo zařazeno 43 % pacientů. Ve druhé s větvením mezi 0,5–1,5 cm od ostia 37 % pacientů a v poslední kategorii s větvením nad 1,5 cm od ostia pak 14 % pacientů. Nalezené nadpočetné žíly byly označeny jako RMPV u 9 % a levá střední žíla (LMPV) u 1 % pacientů (12).

Jedna z prvních větších provedených studií zahrnovala 473 pacientů. Anselmino et al. v této práci vycházeli při hodnocení z anatomických vzorů definovaných a ilustrovaných podle Kato et al. Tento vzor převzal a doplnil o další pozorované varianty včetně kategorie netypické, kam byly zařazeny nálezy nespádající do žádné z popsaných kategorií. Na rozdíl od Kato et al. definoval hranici mezi krátkým a dlouhým společným ústím. Při bifurkaci do 1,5 cm od ostia se jedná o SLCO a nad 1,5 cm o LLCO. Výsledky jejich hodnocení z 2D řezů se nacházejí v tabulce 1 (24).

Ne všechny práce rozlišující SLCO a LLCO definují hranici mezi těmito dvěma kategoriemi stejně. Například Bittner et al. označil za LLCO takové společné ústí, které bylo delší než 1 cm od ostia. Počty jednotlivých pozorovaných anatomických variant u pacientů s FISI a kontrolní skupiny jsou uvedeny v tabulce 1. Na základě uvedených dat je patrný rozdíl mezi zastoupením typické anatomie u pacientů s FISI a kontrolní skupiny. U pacientů s FISI byla typická anatomie pozorována o 15 % méně často než u kontrolní skupiny. Naopak společné levé ústí se u pacientů s FISI vyskytovalo o 13 % častěji než u kontrolní skupiny (23).

Význam většího počtu hodnocených levých síní je možné pozorovat na práci Chu et al., kteří hodnotili 57 pacientů s FISI a 53 kontrolních subjektů. Kromě typické anatomie identifikovali pouze společné levé ústí a přídavnou pravou plicní žílu. Také nerozlišovali mezi krátkým a dlouhým společným ústím a nespecifikovali pozice nalezených přídavných plicních žil. Autoři neuvádějí přesný

počet typických anatomí, které byly identifikovány. LCO identifikovali u 16 % pacientů a 8 % kontrolních subjektů. Přídavnou pravou žílu našli u 21 % pacientů ale pouze u 6 % kontrolních subjektů (27).

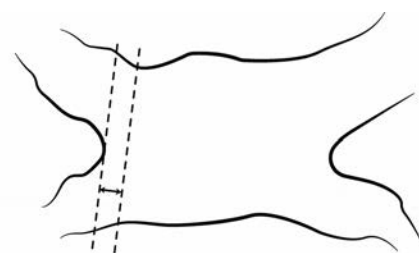
Další práci, která využívala virtuální hranici LA, publikovali Skowerska et al. Společné ústí u levých i pravých plicních žil bylo pak definováno jako takové, u nějž se bifurkace vyskytovala dále než 0,5 cm od zmíněné hranice. Výsledné počty jednotlivých anatomických variant jsou uvedeny v tabulce 1. Z uvedených údajů vyplývá zřejmý rozdíl mezi distribucí jednotlivých variant u pacientů a kontrolní skupiny. Stejně jako u dalších prací využívajících virtuální hranici LA je možné pozorovat větší podíl pravých společných ústí (RCO) než u jiných studií (21).

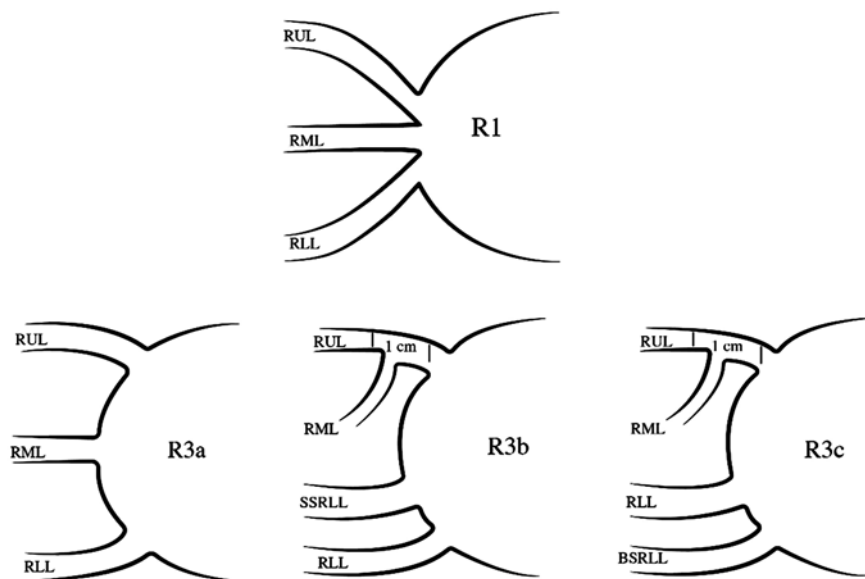
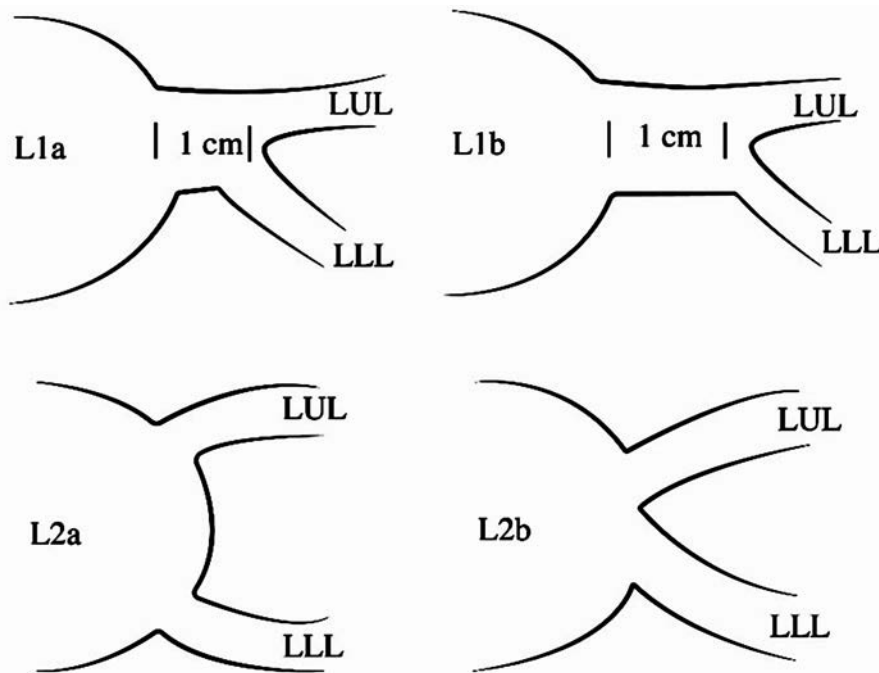
Například Gebhard et al., jichž práce zahrnovala srovnatelný počet hodnocených subjektů jako ve studii od Skowerski et al., identifikovali RCO pouze u 2 % pacientů s FISI a u 0 % kontrolní skupiny. Typickou anatomii pozorovali u 58 % pacientů s FISI a u 84 % kontrolní skupiny. Druhou nejvíce zastoupenou anatomickou variantou byla RMPV u 32 % pacientů s FISI a 14 % kontrolní skupiny. Nejméně často se vyskytovala LCO, a to u 8 % pacientů s FISI a 2 % kontrolní skupiny (19).

Práci s největším souborem pochází od Chen et al., kteří zhodnotili 1 420 levých síní – 710 pacientů s FISI a 710 kontrolních subjektů. Hranici ostí určovali z 2D řezů podle linie, od které měřili vzdálenost k bifurkaci plicních žil, jak ukazuje obrázek 3. Dle této vzdálenosti rozdělili LCO na krátké (< 1,5 cm) a dlouhé (> 1,5 cm). Velikost hodnocených souborů se projevila na výčtu anatomických variant, kterých bylo včetně varianty typické definováno celkem 11. Jednotlivé anatomické varianty a jejich počty jsou uvedeny v tabulce 1.

Nejčastější anatomickou variantou mimo typickou je dle autorů nadpočetná pravá plic-

Obr. 3. Ilustrace měření vzdálenosti bifurkace od hranice ostia, upraveno podle Chen et al. (11)



Obr. 4. Vzory větvení plicních žil, upraveno podle Altinkaynak et al. (6)**Obr. 5.** Vzory větvení plicních žil, upraveno podle Altinkaynak et al. (6)

ní žíla, která byla pozorována u 17 % pacientů s FISI a u 15,2 % kontrolní skupiny. Tyto hodnoty však neodpovídají celkovému počtu jednotlivých variant přídatných pravých žil, které jsou v textu uvedeny. Zároveň je zmíněna samostatná nadpočetná pravá plicní žíla (RUPV), pro kterou však nejsou udány žádné počty (11).

Všechny výše zmiňované práce sestávaly ze srovnatelně početných podskupin. Existují ale také studie, u kterých jsou velikosti podskupin nepoměrné a získané výsledky tak nelze vzájemně porovnat. Jedna z takových

prací pochází od Skowerski et al., kde skupina pacientů s FISI zahrnovala 271 jedinců a kontrolní skupina pouze 40. Nepoměru odpovídají i získané počty anatomických variant. U kontrolní skupiny byly identifikovány pouze dvě, zatímco u pacientů s FISI celkem šest variant. Konkrétní hodnoty jsou uvedené v tabulce 1. LCO byly označeny jako dlouhé, pokud mezi bifurkací a ostiemi byla vzdálenost větší než 2 cm. V případě, že tato vzdálenost byla menší, označili LCO jako krátké. Do kategorie „jiné“ byly zařazeny například varianty s chybějícím LSPV nebo s blízkým, téměř společným ústím

levé dolní žíly (LIPV) a RIPV. Výsledky se výrazně procentuálně liší mezi pacienty s FISI a kontrolní skupinou. Nejpravděpodobněji z důvodu významně menšího počtu subjektů v kontrolní skupině (20).

Nejaktuálnější práce zabývající se anatomickými variantami plicních žil u pacientů s FISI pochází od Angulo et al. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1 (28). Jako SLCO byly zařazeny LCO s větvením do 0,5 cm od ostia. Při větvení ve vzdálenosti nad 0,5 cm od ostia se pak jednalo o LLCO.

Kromě zmiňovaných prací zabývajících se anatomii plicních žil v souvislosti s existencí fibrilace síní existuje řada studií, řešících stejnou problematiku, avšak bez kontextu s FISI (6, 9, 29, 30, 31). Tyto studie se liší nejen hodnoceným souborem, ale také způsobem anatomického popisu. Jednotlivé plicní žíly autoři nedefinují na základě jejich ústí do levé síně, ale obráceně, podle plicního segmentu, odkud vycházejí. Z tohoto důvodu identifikují podstatně vyšší počet anatomických variant než námi zmiňované práce. Dalším rozdílem je samostatné hodnocení levých a pravých plicních žil bez vazby na celkovou morfologii levé srdeční síně. Příkladem je Altinkaynak et al. Část jeho schématu hodnocených vzorů je uvedena na obrázcích 4 a 5 (6). Tento způsob hodnocení je diametrálně odlišný od předchozích zmiňovaných prací.

Diskuze

V posledních dvou desetiletích bylo publikováno množství prací zabývajících se popisem anatomie plicních žil. Autoři využívali různé zobrazovací techniky (CT, MRI nebo kontrastní angiografie).

Prvním ze sledovaných atributů byl rozměr a tvar ostia jednotlivých PV. K podobným závěrům dospěla většina prací. Výsledky ukazují, že rozměry ostií horních plicních žil u pacientů s FISI jsou signifikantně větší než u kontrolních subjektů. Dalším opakujícím se pozorovaným jevem byla přímá úměrnost velikosti ostia a doby trvání FISI, což je patrně důsledkem sekundární dilatace při remodelaci síňové svaloviny (11, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23). Existují ale i studie, které se s výše uvedenými rozcházejí. Někteří autoři nepozorovali žádný rozdíl v rozměrech ostií u pacientů s FISI a kontrolní skupinou (16), jiní pozorovali vý-

znamný rozdíl pouze u jedné z žil – RIPV (15). V závěru však shodně uvádějí, že rozměry ostí horních žil jsou v průměru větší než rozměry ostí dolních žil (10, 20, 24), a že tvar ostí pravých žil je spíše kruhový, zatímco u levých je spíše oválný (18, 21, 23).

Možnosti srovnávání anatomických variant jsou z řady důvodů obtížné. Základním parametrem, který ovlivňuje výsledky a jejich následnou souměřitelnost, je velikost hodnoceného souboru. U malých souborů je vyšší pravděpodobnost, že se neprojeví méně časté anatomické varianty. Tuto teorii potvrzuje práce Chu et al., jejichž hodnocený soubor čítal pouze 57 pacientů s FISI a 53 kontrolních subjektů. Poté identifikovali pouze tři anatomické varianty, včetně typické. Naopak Chen et al. se 710 pacienty a 710 kontrolními subjekty zdárně popsali 12 anatomických variant (11, 27).

Výrazný vliv na výsledné počty jednotlivých variant má také typ vstupních dat. Problematice rozdílů výsledků získaných z 2D řezů versus ze 3D modelů se věnovali Mlčochová et al., kteří došla k závěru, že hodnocení ze 3D modelů je přesnější a poskytuje preciznější anatomické informace. Vede také

k většímu počtu společných ústí, která jsou ve srovnání s 2D řezy na 3D modelech jednodušší identifikovatelná (10).

Se společným ústím se pojí další parametry ovlivňující výsledky. Autoři se rozcházejí v definici počátku společného ústí a hranice mezi SLCO a LLCO. Některé práce neuvádějí dokonce žádnou specifikaci, což dále komplikuje srovnávání jednotlivých výsledků. Nejvíce opakující se definicí je hranice mezi SLCO a LLCO ve vzdálenosti 1,5 cm od ostia (10, 11, 24). V menším množství prací je tato hranice stanovena ve vzdálenosti 0,5–2 cm od ostia (12, 23). Na základě této variability jsou markantní rozdíly v počtech společných ústí ve výsledcích jednotlivých prací. LCO bylo nalezeno u 14 83 % (8, 10, 14, 17, 18, 23, 24, 27) a RCO 1–39 % pacientů a kontrolních subjektů (14, 18, 19, 23).

Přídavné žíly jsou ve většině studií definovány shodně jako nadpočetné žíly se samostatným ústím do LA. Převážná část autorů pak tyto přídavné žíly dělí podle jejich pozice vůči čtyřem typickým plicním žilám, ostatní je pak dělí pouze na pravé a levé přídavné žíly. Nejvíce zastoupenou nadpočetnou žilou

byla napříč publikacemi RMPV identifikovaná u 9 32 % pacientů i kontrolních subjektů (10, 12, 17, 19, 23, 24). Další varianty přídavných pravých žil se vyskytovaly u 3–9 % subjektů (10, 17, 23, 24). Nejméně častou anatomickou variantou pak byla levá přídavná žíla nalezená pouze u 1–4 % hodnocených anatomíí (12, 18, 20, 21).

Závěr

Anatomie plicních žil je velmi variabilní jak u pacientů s fibrilací síní, tak u kontrolních skupin. Rozdíly jsou nejen v jejich počtu, ale také v lokalizaci jednotlivých ostí. Různá metodologie různých studií neumožňuje spolehlivé srovnání dosažených výsledků. V současnosti na našem pracovišti v rámci doktorského studia hlavní autorky vzniká originální práce, která analyzuje varianty plicních žil u ~800 pacientů, kteří od roku 2008 podstoupili ablací fibrilace síní. Sledována je řada faktorů, například: věk při první ablaci, čas do případné reablace, demografické a anamnestické údaje, délka výkonu a další.

Podpořeno z MZ ČR – RVO (FNBr, 65269705)

a MUNI/A/1437/2020.

LITERATURA

1. Chugh SS, Havmoeller R, Narayanan K, et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: A global burden of disease 2010 study. *Circulation*. 2014; 129(8): 837–847. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005119.
2. Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur Heart J*. 2016; 37(38): 2893–2962. doi: 10.1093/eurheartj/ehw210.
3. Istratoae S, Roşu R, Cismaru G, et al. The impact of pulmonary vein anatomy on the outcomes of catheter ablation for atrial fibrillation. *Med*. 2019; 55(11): 1–10. doi: 10.3390/medicina55110727.
4. Saito T, Waki K, Becker AE. Left atrial myocardial extension onto pulmonary veins in humans: Anatomic observations relevant for atrial arrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2000; 11(8): 888–894. doi: 10.1111/j.1540-8167.2000.tb00068.x.
5. Cheruiyot I, Munguti J, Olabu B, Gichangi P. A meta-analysis of the relationship between anatomical variations of pulmonary veins and atrial fibrillation. *Acta Cardiol*. 2020; 75(1): 1–9. doi: 10.1080/00015385.2018.1544204.
6. Altinkaynak D, Kottener A. Evaluation of pulmonary venous variations in a large cohort: Multidetector computed tomography study with new variations. *Wien Klin Wochenschr*. 2019; 131(19–20): 475–484. doi: 10.1007/s00508-019-1517-2.
7. Calkins H, Hindricks G, Cappato R, et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Hear Rhythm*. 2017; 14(10): e275–e444. doi: 10.1016/j.hrthm.2017.05.012.
8. Mansour M, Refaat M, HEIST EK, et al. Three-dimensional anatomy of the left atrium by magnetic resonance angiography: Implications for catheter ablation for atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006; 17(7): 719–723. doi: 10.1111/j.1540-8167.2006.00491.x.
9. Polaczek M, Szaro P, Baranska I, Burakowska B, Ciszek B. Morphology and morphometry of pulmonary veins and the left atrium in multi-slice computed tomography. *Surg Radiol Anat*. 2019; 41(7): 721–730. doi: 10.1007/s00276-019-02210-1.
10. Mlčochová H, Tintěra J, Porod V, Peichl P, Čihák R, Kautzner J. Magnetic resonance angiography of pulmonary veins: Implications for catheter ablation of atrial fibrillation. *PACE – Pacing Clin Electrophysiol*. 2005; 28(10): 1073–1080. doi: 10.1111/j.1540-8159.2005.00228.x.
11. Chen J, Yang ZG, Xu HY, Shi K, Long QH, Guo YK. Assessments of pulmonary vein and left atrial anatomical variants in atrial fibrillation patients for catheter ablation with cardiac CT. *Eur Radiol*. 2017; 27(2): 660–670. doi: 10.1007/s00330-016-4411-6.
12. Ahmed J, Sohal S, Malchano ZJ, Holmvang G, Ruskin JN, Reddy VY. Three-dimensional analysis of pulmonary venous ostial and antral anatomy: Implications for balloon catheter-based pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006; 17(3): 251–255. doi: 10.1111/j.1540-8167.2005.00339.x.
13. Tsao HM, Yu WC, Cheng H, et al. Pulmonary vein dilatation in patients with atrial fibrillation: Detection by magnetic resonance imaging. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2001; 12(7): 809–813. doi: 10.1046/j.1540-8167.2001.00809.x.
14. Schwartzman D, Bazaz R, Nosbisch J. Common left pulmonary vein: A consistent source of arrhythmogenic atrial ectopy. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004; 15(5): 560–566. doi: 10.1046/j.1540-8167.2004.03351.x.
15. Takase B, Nagata M, Matsui T, et al. Pulmonary Vein Dimensions and Variation of Branching Pattern in Patients With Paroxysmal Atrial Fibrillation Using Magnetic Resonance Angiography. *Jpn Heart J*. 2004; 45(1): 81–92. doi: 10.1536/jhj.45.81.
16. Perez-Lugones A, Schwartzman PR, Schweikert R, et al. Three-dimensional reconstruction of pulmonary veins in patients with atrial fibrillation and controls: Morphological characteristics of different veins. *PACE – Pacing Clin Electrophysiol*. 2003; 26(11): 8–15. doi: 10.1046/j.1460-9592.2003.00144.x.
17. Kato R, Lickfett L, Meininger G, et al. Pulmonary vein anatomy in patients undergoing catheter ablation of atrial fibrillation: Lessons learned by use of magnetic resonance imaging. *Circulation*. 2003; 107(15): 2004–2010. doi: 10.1161/01.CIR.0000061951.81767.4E.
18. Jongbloed MRM, Dirksen MS, Bax JJ, et al. Atrial fibrillation: Multi-detector row CT of pulmonary vein anatomy prior to radio-frequency catheter ablation – Initial experience. *Radiology*. 2005; 234(3): 702–709. doi: 10.1148/radiol.2343031047.
19. Gebhard C, Krasniqi N, Stähli BE, et al. Characterization of pulmonary vein dimensions using high-definition 64-slice computed tomography prior to radiofrequency catheter ablation for atrial fibrillation. *Cardiol Res Pract*. 2014; 2014: 1–8. doi:10.1155/2014/179632.
20. Skoworski M, Wozniak-Skoworska I, Hoffmann A, et al. Pulmonary vein anatomy variants as a biomarker of atrial fibrillation – CT angiography evaluation. *BMC Cardiovasc Disord*. 2018; 18(1): 1–7. doi: 10.1186/s12872-018-0884-3.
21. Woźniak-Skoworska I, Skoworski M, Wnuk-Wojnar A, et al. Comparison of pulmonary veins anatomy in patients with and without atrial fibrillation: Analysis by multislice tomography. *Int J Cardiol*. 2011; 146(2): 181–185. doi: 10.1016/j.ijcard.2009.06.047.
22. Lin WS, Prakash VS, Tai CT, et al. Pulmonary vein morphology in patients with paroxysmal atrial fibrillation initiated by ectopic beats originating from the pulmonary veins: Implications for catheter ablation. *Circulation*. 2000; 101(11): 1274–1281. doi: 10.1161/01.CIR.101.11.1274.

23. Bittner A, Mnnig G, Vagt AJ, et al. Pulmonary vein variants predispose to atrial fibrillation: A case-control study using multislice contrast-enhanced computed tomography. *Europace*. 2011; 13(10): 1394–1400. doi: 10.1093/europace/eur145.
24. Anselmino M, Blandino A, Beninati S, et al. Morphologic analysis of left atrial anatomy by magnetic resonance angiography in patients with atrial fibrillation: A large single center experience. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2011; 22(1): 1–7. doi: 10.1111/j.1540-8167.2010.01853.x.
25. Tsao HM, Wu MH, Yu WC, et al. Role of right middle pulmonary vein in patients with paroxysmal atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2001; 12(12): 1353–1357. doi: 10.1046/j.1540-8167.2001.01353.x.
26. Mansour M, Holmvang G, Sosnovik D, et al. Assessment of pulmonary vein anatomic variability by magnetic resonance imaging: Implications for catheter ablation techniques for atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004; 15(4): 387–393. doi: 10.1046/j.1540-8167.2004.03515.x.
27. Chu ZG, Gao HL, Yang ZG, et al. Pulmonary veins of the patients with atrial fibrillation: Dual-source computed tomography evaluation prior to radiofrequency catheter ablation. *Int J Cardiol*. 2011; 148(2): 245–248. doi: 10.1016/j.ijcard.2010.02.076.
28. Angulo Hervias E, Guillén Subirán ME, Yagüe Romeo D, Castán Senar A, Seral Moral P, Núñez Motilva ME. Multidetector computed tomography in planning the treatment of atrial fibrillation. *Radiol (English Ed)*. 2020; 62(2): 148–159. doi: 10.1016/j.rxeng.2019.11.002.
29. Marom EM, Herndon JE, Kim YH, McAdams HP. Variations in Pulmonary Venous Drainage to the Left Atrium: Implications for Radiofrequency Ablation. *Radiology*. 2004; 230(3): 824–829. doi: 10.1148/radiol.2303030315.
30. Polaczek M, Szaro P, Jakubowska L, Zych J, Religioni J, Orłowski TM. Pulmonary veins variations with potential impact in thoracic surgery: a computed-tomography-based atlas. *J Thorac Dis*. 2020; 12(3): 383–393. doi: 10.21037/jtd.2020.01.34.
31. Tekbas G, Gumus H, Onder H, et al. Evaluation of pulmonary vein variations and anomalies with 64 slice multi detector computed tomography. *Wien Klin Wochenschr*. 2012; 124(1–2): 3–10. doi: 10.1007/s00508-011-0086-9.