

**Universita Karlova**  
**Lékařská fakulta v Plzni**

**Radiální přístup v léčbě ischemické choroby srdeční**  
**Radial approach in therapy of ischemic heart disease**

**Disertační práce**

**Školitel: doc. MUDr. Ivo Bernat, Ph.D.**

**Plzeň 2019**

**MUDr. Štěpán Jirouš**

## Abstrakt

Koronární katetrizace a intervence se pro nižší výskyt lokálních i celkových komplikací stále častěji provádějí přístupem z radiální tepny oproti dříve dominantnímu femorálnímu přístupu. Na základě průkazu nižší mortality spojené s tímto přístupem je navíc radiální přístup v posledních doporučených postupech Evropské kardiologické společnosti doporučen ve třídě doporučení a úrovni důkazů IA od roku 2015 pro intervenční léčbu NSTEMI, od roku 2017 STEMI a od roku 2018 i zbylých forem ICHS.

Přestože na téma radiálního přístupu bylo dosud publikováno velké množství studií, zůstávají nezodpovězené odpovědi na řadu otázek. Nebyly například publikovány studie týkající se radiálního přístupu u pacientů s infarktem myokardu komplikovaným kardiogenním šokem. Hodnocení výskytu uzávěru radiální tepny jako nejčastější lokální komplikace tohoto tepenného přístupu bylo dosud velmi heterogenní, jak z hlediska odlišných metod detekce, tak i načasování jeho diagnostiky. Stále tak existují možnosti další redukce výskytu lokálních komplikací a optimalizace způsobu detekce uzávěru radiální tepny.

Tato disertační práce se zabývá intervenční léčbou ICHS radiálním přístupem u pacientů s akutním infarktem myokardu komplikovaným kardiogenním šokem, dále lokálními komplikacemi po transradiální srdeční katetrizaci v rozdílných klinických situacích a porovnáním dvou různých způsobů komprese tepny po výkonu. Zároveň si stanovila za cíl vyjasnit situaci v oblasti detekce průchodnosti nebo uzávěru radiální tepny porovnáním dvou odlišných metod a to reverzního Barbeau testu a duplexní ultrasonografie.

**Klíčová slova:** radiální přístup, kardiogenní šok, lokální komplikace, komprese radiální tepny, detekce uzávěru radiální tepny

## Resume

Presently, coronary catheterizations and interventions are more often performed by a radial artery approach than by a previously dominant femoral artery approach due to the lower incidence of both local and systemic complications. In addition, based on evidence of lower mortality associated with this approach, the radial approach has received class IA recommendation in the 2015 European Society of Cardiology (ESC) guidelines for interventional treatment of NSTEMI, in the 2017 ESC guidelines for STEMI and lately in the 2018 ESC guidelines for other forms of ischemic heart disease.

Although a large number of studies concerning the radial approach have been published, many questions remain unanswered; for example, the evaluation of the radial approach in patients with myocardial infarction complicated with cardiogenic shock. The assessment of radial artery occlusion as the most frequent local complication of this approach has been very heterogeneous so far both in terms of different methods of detection that were used and timing of their application. Thus, there are still possibilities to further reduce the incidence of local complications and to optimize methodology of radial artery occlusion detection.

In this dissertation thesis we address the issue of interventional treatment via radial artery access site in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock, also evaluate local complications after transradial cardiac catheterization in different clinical settings, compare two different methods of arterial compression after the procedure and, finally, compare the effectivity of the reverse Barbeau test and duplex ultrasonography as two commonly used methods for detection and confirmation of the patency or occlusion of the radial artery.

**Key words:** radial approach, cardiogenic shock, local complications, radial artery occlusion detection

## Předmluva

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny 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 kvalifikačních prací.

V Plzni 4.10.2019

Štěpán Jirouš

Podpis

## Obsah

### 1. Úvod

#### 1.1. Radiální tepna

##### 1.1.1. Anatomie radiální tepny

##### 1.1.2. Klinicky významné anomálie a postižení radiální tepny

#### 1.2. Historický vývoj radiálního přístupu v léčbě ICHS

#### 1.3. Technika radiálního přístupu

##### 1.3.1. Vyšetření před transradiální katetrizací

##### 1.3.2. Standardní provedení radiálního přístupu

### 2. Radiální přístup v současnosti

#### 2.1. Současné postavení radiálního přístupu

#### 2.2. Postup po transradiální srdeční katetrizaci

##### 2.2.1. Perfuzní hemostáza

##### 2.2.2. Kompresní prostředky

##### 2.2.3. Reverzní Barbeau test

#### 2.3. Lokální komplikace radiálního přístupu

##### 2.3.1. Uzávěr radiální tepny a jeho detekce

##### 2.3.2. Krvácivé komplikace

##### 2.3.3. Ostatní lokální komplikace

### 3. Východisko a cíle práce

### 4. Metodologie

#### 4.1. Studie srovnávající radiální přístup s femorálním u pacientů se STEMI komplikovaným kardiogenním šokem

#### 4.2. Studie hodnotící transradiální lokální komplikace u pacientů se STEMI

#### 4.3. Studie hodnotící odlišné typy komprese po transradiální koronární katetrizaci a intervenci

#### 4.4. Studie srovnávající dvě různé metody detekce průchodnosti a uzávěru radiální tepny po transradiální koronární katetrizaci a intervenci

#### 4.5. Analýza výsledků vlastních studií hodnotících výskyt lokálních komplikací radiálního přístupu

### 5. Výsledky výzkumu

#### 5.1. Studie zabývající se radiálním přístupem u pacientů se STEMI a kardiogenním šokem

#### 5.2. Studie hodnotící komplikace radiálního přístupu s u pacientů se STEMI léčených třemi různými P2Y<sub>12</sub> inhibitory

5.3. Studie srovnávající dva kompresní prostředky po transradiální koronární katetrizaci a intervenci

5.4. Studie srovnávající dvě odlišné metody detekce průchodnosti a uzávěru radiální tepny po transradiální koronární katetrizaci a intervenci

5.5. Analýza vlastních studií - Výskyt lokálních komplikací radiálního přístupu po transradiální koronární katetrizaci a intervenci

**6. Závěr a význam pro klinickou praxi**

**7. Soupis bibliografických citací**

**8. Seznam publikací**

**9. Poděkování**

## Použité zkratky

a.	arterie
ACT	Activated clotting time (aktivovaný koagulační čas)
AKS	Akutní koronární syndrom
BMI	Body mass index (index tělesné hmotnosti)
BMS	Bare-metal stent (kovový stent)
CABG	Coronary artery bypass grafting (aortokoronární bypass)
DAPT	Dual antiplatelet therapy (duální antiagregační terapie)
DES	Drug-eluting stent (léčivo uvolňující stent, lékový stent)
DEB	Drug-eluting balloon (léčivo uvolňující balonkový katetr, lékový balon)
DOAK	Direct-acting oral anticoagulants (přímá antikoagulancia)
DUSG	Duplexní ultrasonografie
ESC	European Society of Cardiology (Evropská Kardiologická společnost)
F	French (jednotka, resp. stupnice, průměru katetru)
FFR	Fractional Flow Reserve (frakční průtoková rezerva)
ICHS	Ischemická choroba srdeční
IM	Infarkt myokardu
INR	International Normalized Ratio (mezinárodní normalizovaný poměr)
IVUS	Intravascular ultrasound (intravaskulární ultrazvuk)
LVG	Levostranná ventrikulografie
MACE	Major adverse cardiac events (velké nepříznivé kardiální události)
non-STEMI	Non ST elevation myocardial infarction (infarkt myokardu bez elevací ST úseků)
OCT	Optical coherence tomography (optická koherenční tomografie)
PCI	Percutaneous coronary intervention (perkutánní koronární intervence)
RAO	Radial artery occlusion (uzávěr radiální tepny)
SO	Seal-One (kompresní prostředek)
SKG	Selektivní koronarografie
STEMI	ST elevation myocardial infarction (infarkt myokardu s elevacemi ST úseků)
TB	TR Band (kompresní prostředek)
UFH	Unfractionated heparin (nefrakcionovaný heparin)

# 1. Úvod

## 1.1. Radiální tepna

### 1.1.1. Anatomie radiální tepny

A. radialis je vedle s a. ulnaris terminální větví a. brachialis, začíná v loketní krajině pod aponeurózou musculus bicipitis brachii. Sestupuje po radiální straně palmární plochy předloktí mezi musculus brachioradialis a musculus flexor carpi radialis. V distálním úseku svého průběhu leží a. radialis na povrchu radia. Tato oblast je používána k punkci při radiální přístupu, průběh tepny po povrchu radia je pak využíván ke kompresi tepny po koronární katetrizaci radiálním přístupem. Po přechodu na karpus podbíhá pod šlachami na hřbet ruky do foveola radialis. (angl. snuff box). Dále tepna pokračuje do prvního interoseálního prostoru a vstupuje do arcus palmaris profundus, kde a. radialis anastomózuje s a. ulnaris. Zakončením kmene a. ulnaris je pak arcus palmaris superficialis, do kterého z druhé strany anastomózuje ramus palmaris superficialis arteriaea radialis [Čihák 1997].

A. radialis je muskulárním typem arterie. Její vnitřní průměr v místě obvyklé punkce (1-2 cm proximálně od processus styloideus radii) se pohybuje při měření pomocí angiografie kolem 2,3mm u mužů a 2,1mm u žen [Okuyan 2013]. Pokud je k měření průměru a. radialis použit DUSG, pak je průměrný diametr 2,8mm v mužské populaci a 2,6mm u žen. Průměr radiální tepny nekoreluje s BMI pacienta [Dharma 2017]. Při měření pomocí IVUS se vnitřní průměr a. radialis u pacientů, u nichž bylo plánováno použití a. radialis jako štěpu k CABG pohybuje kolem 3,0mm [Oshima 2005]. Ať už je k měření průměru a. radialis použita jakákoli metoda, je zřejmé, že její průměr je často menší než průměr intervenované věnčité tepny.

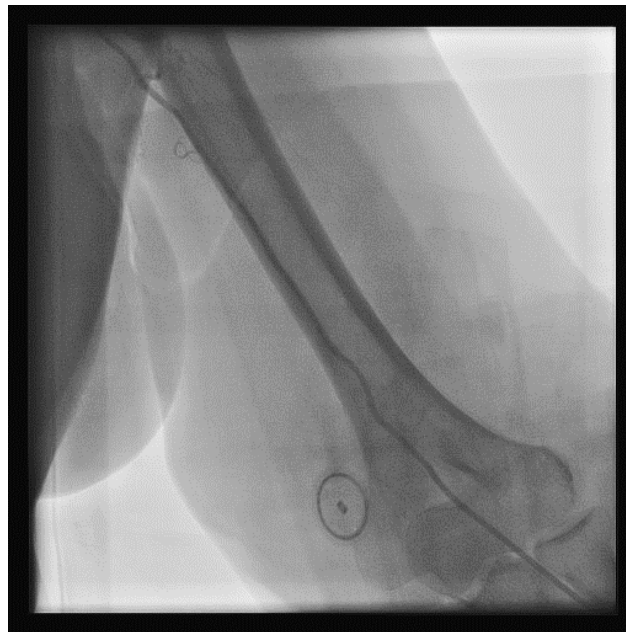
### 1.1.2. Klinicky významné anomálie a postižení radiální tepny

Výskyt anatomických variet a anomálií radiální tepny je relativně běžný. Podle studie provedené u 1540 konsektivních pacientů se vyskytují u 13,8% pacientů podstupujících transradiální koronarografii a jsou spojeny s častějším selháním radiálního přístupu (14,2 vs. 0,9% u pacientů bez anomálie) [Lo 2009]. Podle této studie se v 7% vyskytuje tzv. vysoký odstup a. radialis, ve 2,3% „loop“ (klička) radiální tepny a ve 2,0% výrazná tortuozita.



Pro klinickou praxi je důležitá anatomická variabilita palmárních oblouků, která je detailně popsána v několika studiích z oboru plastické chirurgie. Podle recentní metaanalýzy 36 studií [Zarzecki 2018] je arcus palmaris profundus kompletní u 95% pacientů a arcus palmaris superficialis jen v 81% případů. Neméně zajímavý je fakt, že neexistuje korelace mezi diametrem radiální arterie a superficiálního palmárního oblouku [Radunovic 2018]. Anatomická variabilita palmárních oblouků je důvodem rizika ischemických komplikací u pacientů s inkompletními anastomózami palmárních oblouků při iatrogenní okluzi radiální tepny.

Jinou, pro intervenčního kardiologa důležitou, varietou radiální tepny je tzv. vysoký odstup a. radialis z a. brachialis nebo a. axillaris (obrázek 1). Tato varianta se dle anatomických studií vyskytuje až v 9% náhodně pitvaných kadaverů [Haladaj 2018], jiná studie uvádí 7% pacientů podstupujících transradiální SKG [Lo 2009]. Vysoký odstup a. radialis může být vzhledem ke svému často malému průměru příčinou selhání radiálního přístupu.



Obrázek 1 - angiografický obraz tzv. vysokého odstupu a. radialis z a. axillaris

Relativně častou anomálií radiální tepny jsou její kličky („loopy“), které se vyskytují u 2% katetrizovaných pacientů a mohou výjimečně i znemožnit transradiální katetrizaci [Ostojic 2015 a Lo 2009].

Anatomickou variantou ve smyslu předcházejících sice není výrazná tortuozita (obrázek 2) radiální tepny, avšak jedná se o situaci, která může činit

radiální přístup obtížně schůdným, v krajním případě až neschůdným a vyžadujícím konverzi na kontralaterální radiální nebo femorální přístup.



Obrázek 2 - angiografický obraz výrazně tortuózní a. radialis s četnými spazmy

Tortuozita radiální tepny je obtížně predikovatelná, ale vyskytuje se častěji u pacientů vysokého věku. Vyskytuje se ve 2% případů [Lo 2009]. První známkou tortuozity radiální tepny (ale stejně tak některých dalších anatomických variant) bývá obtížné zavádění vodiče na počátku výkonu. V těchto případech je důležité vyvarovat se silného talku na instrumentarium a provést angiografii radiální tepny cestou zavedeného sheathu. Většinu tortuozit lze překonat hydrofilním vodičem nebo standardním 0,014" koronárním vodičem. V případě selhání těchto postupů lze použít tzv. BAT techniku (balloon-asisted tracking) s použitím balonkového katetru [Patel 2014]. Při této technice je používán na koronární („supertenký“) vodič navlečený standardní angioplastický balonkový katetr kalibru 2mm insuflovaný na tlak 8-10 atmosfér, který částečně protruduje dopředu z katetru. V relativně nedávno publikované studii autoři prokázali, že u pacientů se STEMI tato technika snižuje počty selhání radiální přístupu [Obaid 2017].

U pacientů vysokého věku s generalizovanou aterosklerózou, diabetem mellitem [Nicolosi 2002] a pokročilým renálním selháním se někdy vyskytují výrazné kalcifikace tepen předloktí. Pacienti s terminálním renálním selháním mají maximum kalcifikací lokalizované v médiu [Wang 2008]. Výrazně

kalcifikovaná a. radialis limituje zavedení instrumentaria a někdy až znemožňuje provedení výkonu (obrázek 3).



Obrázek 3 - masivní kalcifikace tepen předloktí ve skioskopickém obraze (více vyjádřeno na a. ulnaris)

Ostatní anomálie radiální tepny jsou velice vzácné nebo nemají v klinické praxi význam.

## 1.2. Historický vývoj radiálního přístupu

První publikace týkající se schůdnosti a bezpečnosti provedení koronarografie přístupem přes radiální tepnu pocházejí z konce osmdesátých let 20. století z Montreal Heart Institute [Campeau 1989]. V této studii se autorům podařilo bezpečně provést diagnostickou koronární katetrizaci u devadesáti ze sta pacientů, u nichž před výkonem provedli Allenův test [Allen 1942] s normálním výsledkem. V této době však nebylo k dispozici dostatečně tenké instrumentarium umožňující i provedení transradiální PCI.

To se změnilo až o čtyři roky později, koncem roku 1993, kdy byl holandskými autory publikován článek [Kiemeneij 1993], ve kterém byla poprvé u třech pacientů popsána technika PCI s implantací koronárního stentu radiálním přístupem. Zajímavostí je, že jedním ze tří zde popsaných výkonů byla intervence na stenotickém žilním graftu. Mezi intervenčními kardiology, které možnost využití radiálního přístupu k provádění PCI nejvíce zaujala, byl spoluzakladatel

jednotky intervenční kardiologie na Clinique Pasteur v Toulouse, Jean Fajadet, který se od Kiemeneije techniku výkonu během několika týdnů naučil, aby ji mohl předvést jako „live case“ na nejvýznamnějším kongrese intervenční kardiologické medicíny TCT (Transcatheter Cardiovascular Therapeutics). Po úspěšné prezentaci na TCT se začal radiální přístup s narůstajícími zkušenostmi intervenčních kardiologů postupně rozšiřovat a stal se z lokálního projektu mezinárodním trendem.

Ze studií zabývajících se schůdností a bezpečností radiálního přístupu z devadesátých let je nejrozsáhlejší práce [Saito 1999], která u 1360 pacientů prokázala 92% úspěšnost radiálního přístupu k provedení PCI a neshledala rozdíl v četnosti závažných komplikací ve srovnání s femorálním přístupem. Následovaly studie ověřující proveditelnost a bezpečnost transradiálně prováděné primární PCI, tj. PCI u pacientů s akutním koronárním syndromem s elevací ST úseku na EKG, zatím jen jako užitečnou alternativu k femorálnímu přístupu [Kim 2000]. Po roce 2000 byl již radiální přístup uznávanou alternativou k tehdy standardnímu femorálnímu, ale trvalo ještě dlouho, než se stal přístupem volby.

Studie publikované mezi lety 2010 a 2015 již nezkoumaly proveditelnost a bezpečnost, ale zaměřily se na přímé porovnání transradiálního a transfemorálního přístupu v randomizovaných multicentrických studiích s AKS. Studie RIVAL [Jolly 2011] byla randomizovaná multicentrická studie, ve které bylo více než 7000 pacientů s akutním koronárním syndromem randomizováno 1:1 k radiálnímu nebo femorálnímu přístupu, prokázala signifikantně vyšší výskyt komplikací spojených s místem vpichu ve femorální větvi. Její podstudie pak jednoznačně prokázala nižší mortalitu u pacientů se STEMI léčených transradiální primární PCI [Mehta 2012].

Další multicentrická studie RIFLE-STEACS [Ramagnoli 2012] se týkala pouze pacientů se STEMI a prokázala rovněž superioritu radiálního přístupu v redukci 30ti denní kardiální mortality, krvácení a kratší dobu hospitalizace. Česká multicentrická randomizovaná studie čtyř center STEMI-RADIAL, koordinovaná z našeho pracoviště [Bernat 2014], prokázala u 707 pacientů signifikantně nižší výskyt lokálních komplikací, krvácení, spotřeby kontrastní látky i kratší dobu hospitalizace na jednotce intenzivní péče ve skupině léčené radiálním přístupem.

Zatím největší multicentrická randomizovaná studie MATRIX (n=8404) porovnávající radiální a femorální přístup v léčbě akutního koronárního syndromu byla publikována v roce 2015 a zahrnovala i meta-analýzu všech ostatních studií [Valgimigli 2015]. Na základě všech těchto výsledků byl radiální



přístup doporučen na úrovni IA v posledních ESC guidelines nejen pro intervenční léčbě STEMI, ale i u ostatních forem ICHS [Ibanez 2018] a [Neumann 2018].

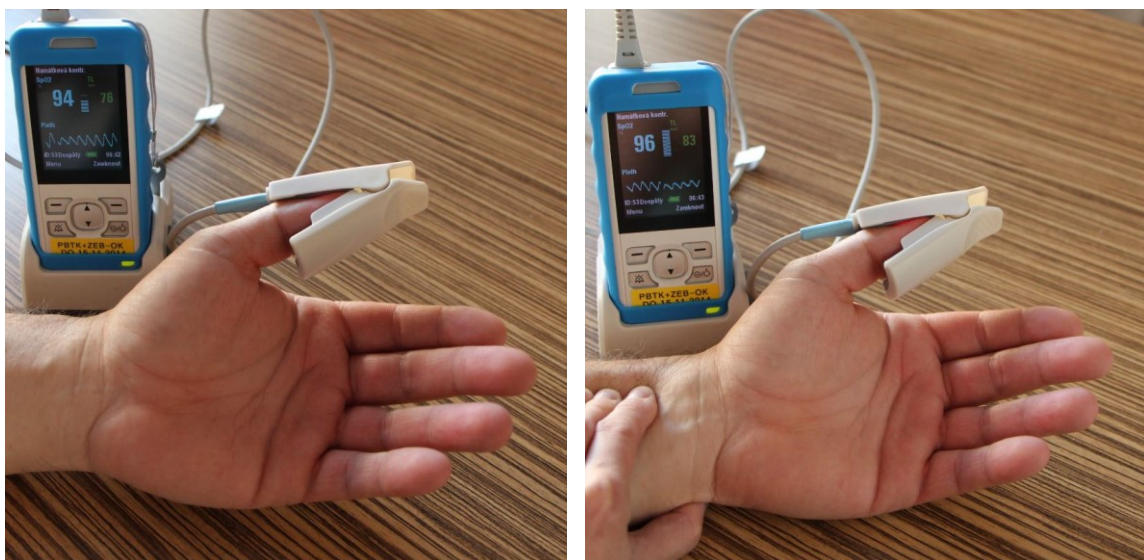
Rozvoj katetrizací cestou radiální tepny se navíc stal základním předpokladem vzniku programu katetrizačních a intervenčních výkonů na koronárních tepnách prováděném v jednodenním (ambulantním) režimu.

### 1.3. Technika radiálního přístupu

#### 1.3.1. Vyšetření před transradiální katetrizací

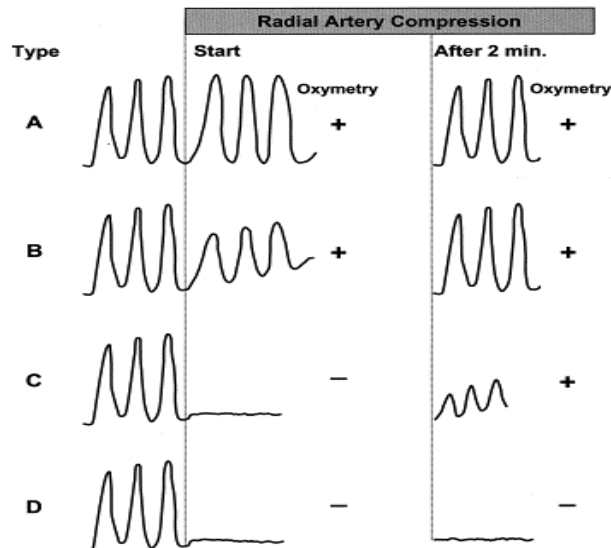
Samotné punkci radiální tepny musí předcházet zhodnocení průchodnosti ipsilaterální ulnární tepny a palmárních oblouků jako prevence ischemických komplikací v případě iatrogenního uzávěru radiální tepny. V minulosti používaný modifikovaný Allenův test [Allen 1942], který Allen původně popsal k průkazu kolaterální cirkulace u pacientů s tromboangiitis obliterans, byl v posledních letech nahrazen vyšetřením s pomocí oxymetru a pletysmografické křivky z displeje – tzv. Barbeau test. [Barbeau 2004]. Navíc Allenův test se v současnosti již nemá pro své nedostatky používat [Valmmigli 2014].

Barbeau test původně popsal k ověření průchodnosti a. ulnaris, později se však začal používat i k detekci průchodnosti a. radialis (viz pododíl 2.2.3 – tzv. reverzní Barbeau test). K provedení obou variant tohoto testu se nyní používá pulzní oxymetr s čidlem umístěným na palci vyšetřované ruky, kdy je současně hodnocen tvar pletysmografické křivky (obrázky 4 a 5).



Obrázky 4 a 5 - Barbeau test (popis v textu)

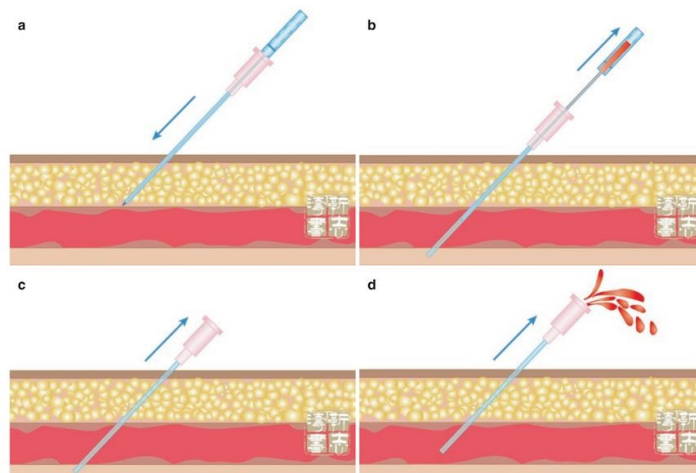
Tvar pletysmografické křivky v průběhu komprese a. ulnaris byl v původním testu autory studie rozdělen na 4 typy: A: křivka bez dampingu, B: lehký damping, C: ztráta křivky následovaná jejím znovuoobjevením se do 2 minut, D: trvalá ztráta křivky. V této studii byl prokázán typ křivky A, B nebo C u 98,5%, takže pouze 1,5% bylo vyloučeno z možnosti radiálního přístupu (obrázek 6).



Obrázek 6 - Barbeau test [Barbeau 2004]

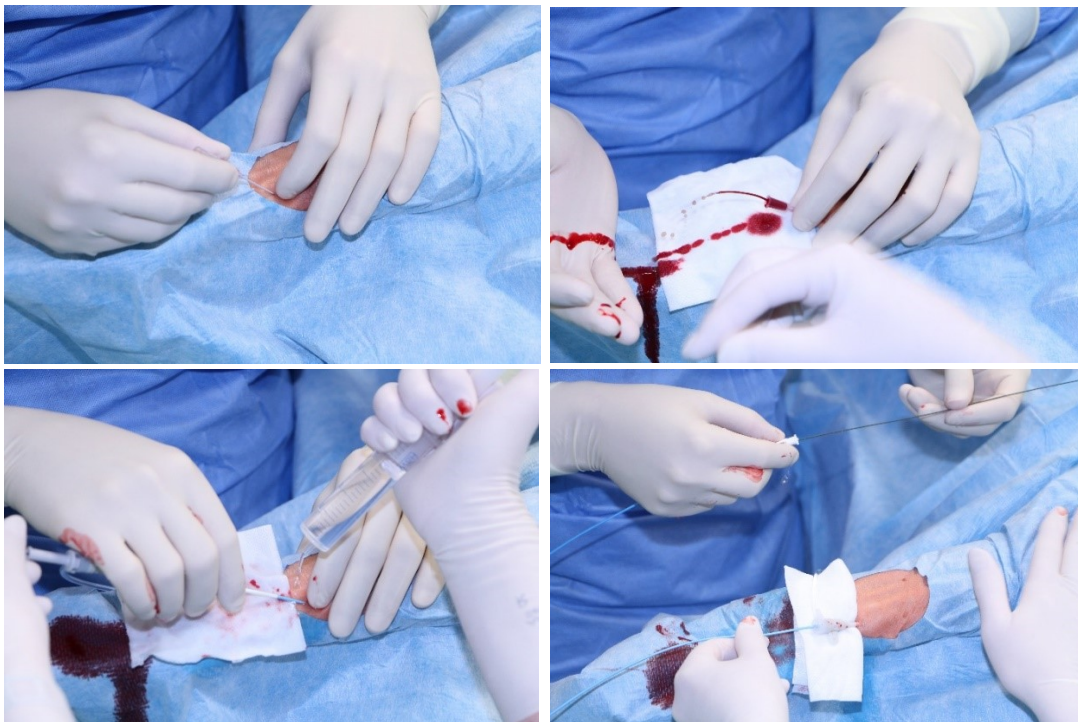
### 1.3.2. Standardní provedení radiálního přístupu

Punkce a. radialis je na našem pracovišti prováděna u ležícího pacienta, jehož horní končetina je extendována a abdukována v úhlu cca 45°. Po oholení, dezinfekci a zakrytí zápěstí sterilní perforovanou rouškou následuje subkutánní aplikace lokálního anestetika do těsné blízkosti a. radialis. Punkce je prováděna v místě nejlépe hmatné pulzace 1-2 cm proximálně od processus styloideus radii klasickou kanylou 20G nejčastěji tím způsobem, že jehla s kanylou prochází skrz přední i zadní stěnu arterie (tzv. technika through-and-through puncture nebo double-wall puncture). Po vytažení jehly se pozvolna vytahuje kanyla zpět do lumen arteria radialis (tzv. pull-back) tak, až se objeví střík tepenné krve. Tento postup je spojen s vyšší úspěšností než postup, při kterém je rovnou snaha o kanylaci lumina a. radialis (tzv. single-wall anterior puncture). Poté se zavede vodič a po něm optimálně za stálého smáčení fyziologickým roztokem sheath (obrázek 7).



Obrázek 7 - technika punkce radiální tepny through-and-through (popis v textu) [Zhou 2017]

V případě, že operátor ucítí při zavádění vodiče odpor, je nutno inzerci vodičem zastavit. Je možno kanylu mírně sklopit kaudálně, nebo kanylu nepatrně vytáhnout ve snaze docílit více centrální pozice jehly v tepně. Následuje podání nefrakcionovaného heparinu a vazodilatancia k prevenci spazmů radiální tepny (verapamil či isosorbid dinitrát) do sheathu. Pak je zaveden prvního katetr dle volby operátora a podložená levé horní končetina přemístěna směrem k pravému tříslu. Celý postup je znázorněn na obrázku 8.



Obrázek 8 - Standardní provedení radiálního přístupu na našem pracovišti (popis v textu)

## 2. Radiální přístup v současnosti

### 2.1. Současné postavení radiálního přístupu

V současnosti již není pochyb o radiálním přístupu jako přístupu volby u pacientů podstupujících koronarografii nebo PCI ať už pro stabilní ICHS nebo akutní koronární syndrom (včetně STEMI). Radiální přístup je doporučen na úrovni IA v aktuálně platných Doporučených postupech ESC pro léčbu akutního infarktu myokardu s elevacemi úseku ST z r. 2017 [Ibanez 2018] i Doporučených postupech ESC pro myokardiální revaskularizaci z r. 2018 [Neumann 2018].

Radiální přístup je na našem pracovišti ve FN Plzeň dlouhodobě využíván v  $\geq 95\%$ . V České Republice je radiálním přístupem v současnosti již prováděno 80% výkonů a v Evropě téměř 70%. Jiná je situace v USA, kde počet transradiálně prováděných výkonů stoupá pomaleji a t.č. se blíží 50%.

### 2.2. Postup po transradiální srdeční katetrizaci

#### 2.2.1. Perfuzní hemostáza

Již ve studii z r. 2007 bylo prokázáno, že absence průtoku radiální tepnou při její kompresi zvyšuje riziko uzávěru radiální tepny [Sanmartin 2007]. Skutečnost, že perfuzní hemostáza snižuje výskyt RAO, byla potvrzena ve studii PROPHET [Pancholy 2008], kde byli „head-to-head“ randomizováni pacienti ke konvenční kompresi radiální tepny nebo perfuzní hemostáze s následným ověřením její průchodnosti Barbeau testem. Skupina s perfuzní hemostázou měla po 24 hodinách 5% výskyt RAO oproti 12% ve skupině s konvenční kompresí ( $p < 0,05$ ).

Perfuzní (neokluzivní, patentní) hemostáza patří v současnosti mezi hlavní metody snižující riziko RAO po katetrizaci. Jejím principem je taková míra komprese radiální tepny, která brání krvácení, ale zároveň umožní perfúzi radiální tepnou. Jedná se tedy o pečlivé vybalancování míry komprese a. radialis mezi úplnou (tj. okluzivní) hemostázou na jedné straně a krvácením na straně druhé. Průkaz neokluzivní hemostázy (obrázek 9 a 10) je prováděn pomocí reverzního Barbeau testu (viz pododдіl 2.2.3). Během tohoto testu je při manuálně prováděné kompresi a. ulnaris neokluzivní komprese radiální tepny potvrzena přítomností normální pletysmografické křivky na displeji oxymetru.





Obrázky 9 a 10 - průkaz perfuzní hemostázy

Vlevo: Selektivní komprese radiální tepny TR Bandem. Snímač oxymetru je umístěn na palci levé ruky. Normální hodnota saturace a normální tvar pleťsmografické křivky na displeji díky dostatečnému kolaterálnímu zásobení ruky.

Vpravo: Perfuzní hemostáza radiální tepny – při manuální kompresi ulnářní tepny se tvar pleťsmografické křivky nemění díky takovému kompresnímu tlaku na radiální tepnu, který umožňuje antegrádní průtok krve radiální tepnou

Zajímavostí je, že metoda perfuzní hemostázy byla v recentní studii aplikována i při provádění intervencí na periferních tepnách dolních končetin transpedální přístupem jako metoda prevence vzniku pseudoaneuryzmatu v místě punkce [Patel 2018].

### 2.2.2. Kompresní prostředky

Po ukončení koronární katetrizace radiálním přístupem je třeba komprimovat místo vpichu. V současné době je používána řada kompresních prostředků, již jen výjimečně je používána manuální komprese. Recentní multicentrická randomizovaná studie [Petroglou 2018] randomizovala téměř 600 pacientů k manuální nebo mechanické kompresi radiální tepny a hodnotila výskyt RAO,

krvácení a délku hemostázy. Manuální kompresi prováděl operátor pomocí 3 prstů a snažil se stejně jako u mechanicky komprimované skupiny dosáhnout perfuzní hemostázy (průchodnost a. radialis byla evaluována každé 1-2 minuty reverzním Barbeau testem). Výskyt RAO byl nesignifikantně vyšší v manuálně komprimované skupině (12% vs. 8%,  $p=0,176$ ). Zajímavější je délka komprese, která byla v „manuální“ skupině výrazně kratší ( $22 \pm 34$  min vs.  $119 \pm 72$  min,  $p<0,001$ ). Největší limitací manuální komprese je však technická schůdnost a fakt, že operátor provádí kompresi často delší dobu než katetrizaci samotnou.

V současnosti je k dispozici celá řada komerčně dostupných kompresních prostředků, které se liší konstrukcí a mechanismem aplikace tlaku na místo vpichu. Mezi nejčastěji používané prostředky v současnosti patří TR Band (Terumo Interventional Systems), HemoBand (Hemoband Inc.) a Radistop (St. Jude Medical, nyní Abbott Vascular). Jednotlivé kompresní prostředky se liší mechanismem fixace k zápěstí a způsobem komprese místa vpichu. TR Band komprimuje místo vpichu dvěma propojenými balonky, do kterých se stříkačkou (25 ml) insufluje vzduch podle požadované míry komprese místa vpichu. HemoBand využívá ke kompresi plastové zakončení ve tvaru písmene V, které je podloženo sterilní gázou, kde je míra komprese regulována utažením pásku. Prostředek Radistop využívá plastovou podložku, která plošně komprimuje místo vpichu (obrázek 11).



Obrázek 11 - kompresní prostředky: HemoBand (vlevo), TR Band (uprostřed) a Radistop (vpravo)

Na našem pracovišti používáme dlouhodobě prostředek TR Band. V roce 2014 šlo dle údajů Millenium Research Group Report o celosvětově nejpoužívanější prostředek ke kompresi radiální tepny. Jeho použití je zároveň podepřeno největším množstvím klinických dat. TB byl srovnáván s dalším kompresním prostředkem HemoBand (Hemoband Inc.), kdy bylo prokázáno, že TB signifikantně redukuje výskyt RAO po 24 hodinách (4,4% vs. 11,2%;  $p<0,005$ ) i po 30 dnech (3,2% vs. 7,2%;  $p<0,05$ ) [Pancholy 2009]. TB byl

srovnáván i s jiným kompresním prostředkem Radistop (St. Jude Medical) v randomizované studii [Rathore 2010], kde byly oba prostředky stejně bezpečné a efektivní, ale při použití prostředku Radistop popisovalo více pacientů lokální dyskomfort. Čas k dosažení hemostázy byl ale delší u TR bandu. Naše studie srovnávající dva odlišné kompresní prostředky publikovaná v roce 2017 je podrobně popsána v praktické části této dizertační práce (viz oddíly 4.3. a 5.3.)

### 2.2.3. Reverzní Barbeau test

Reverzní Barbeau test je analogický klasickému Barbeau testu (viz pododíl 1.3.1), pouze s tím rozdílem, že se při manuální kompresi ulnární tepny pomocí oxymetru a pletyzmografické křivky hodnotí průchodnost radiální tepny. Typy pletyzmografických křivek jsou pak shodné jako u Barbeau testu. Reverzní Barbeau test se používá jednak k průkazu perfuzní hemostázy (viz pododíl 2.2.1) (obrázky 12 a 13) a dále zjištění průchodnosti radiální tepny nebo RAO po odstranění kompresního prostředku (obrázek 14 a 15).



Obrázek 12 a 13 - reverzní Barbeau test prováděný po transradiální katetrizaci k průkazu perfuzní hemostázy při kompresi TR bandem prokazuje při manuální kompresi a. ulnaris přítomnou pletyzmografickou křivku potvrzující průchodnost a. radialis





Obrázek 14 a 15 - reverzní Barbeau test prováděný po transradiální katetrizaci po sejmutí kompresního prostředku prokazuje při manuální kompresi a. ulnaris přítomnou pletysmografickou křivku svědčící o průchodné a. radialis

Dosud nebyla publikována studie, která by srovnávala dvě odlišné metody- tj. reverzní Barbeau test s DUSG - pokud jde o jejich schopnost detekce průchodnosti radiální tepny. Tato studie je podrobně popsána v praktické části této disertační práce (viz oddíly 4.4. a 5.4.).

### 2.3. Lokální komplikace radiálního přístupu

Mezi lokální komplikace radiálního přístupu řadíme především uzávěr radiální tepny a krvácivé komplikace (hematomy). Mezi další, ale raritní, komplikace patří vznik pseudoaneuryzmatu, disekce, perforace nebo arteriovenózní fistule. Častější, ale většinou benigní komplikací je periprocedurální spazmus a. radialis. Přítomnost spasmů však někdy komplikuje samotné technické provedení katetrizace.

#### 2.3.1. Uzávěr radiální tepny a jeho detekce

Uzávěr radiální tepny je při zachované průchodnosti ulnární tepou a palmárními oblouky téměř vždy asymptomatický. Přesto je snaha o minimalizaci výskytu RAO velice důležitá z důvodů možnosti použití stejné radiální tepny při dalších transradiálních výkonech.

Výskyt RAO se v jednotlivých studiích velmi různí (<1% až 33%), nicméně dle velké metaanalýzy 66 studií s více než 31000 pacienty se vyskytuje v 7,7% po 24 hodinách a v 5,5% po jednom týdnu [Rashid 2016]. Jsou známy faktory a metody, které snižují riziko výskytu RAO. Jde především o: a) perfuzní hemostázu radiální tepny, b) co nejkratší dobu a nejšetrnější způsob komprese, c)

adekvátní antikoagulační léčbu během výkonu, d) vztah mezi velikostí použitého sheathu a průměru radiální tepny a e) profylaktická ipsilaterální ulnární komprese.

a) Perfuzní hemostáze je věnovaná samostatný pododdíl (viz 2.2.1.)

b) Co nejšetnější a nejkratší celková doba komprese radiální tepny po výkonu je druhým důležitým faktorem snižujícím výskyt RAO. Ve studii [Pancholy 2012] byla po dvouhodinové kompresi a. radialis kompresním prostředkem TR Band diagnostikována časná okluze u 5,5% (testováno po 24 hodinách od výkonu) a chronická okluze u 3,5% pacientů (testováno 30 dní po výkonu). Ve druhé skupině stejně prováděná šesti hodinová komprese vedla k časné okluzi u 12% ( $p=0,025$ ) a ke chronické u 8,5% pacientů ( $p=0,0035$ ). Okluzivní komprese byla v této studii jediným nezávislým prediktorem RAO.

Ve studiích CRASOC I-III bylo u více než 3600 pacientů prokázáno, že šetrná (tzn. s 10ml vzduchu) a krátká (1,5 hodiny) komprese TR Bandem vedla k redukci RAO ve srovnání s méně šetrnou kompresí (13ml a 4 hodiny) na 2,3% oproti 9,4% [Dangoisse 2017].

c) Dalším z hlavních faktorů rizika RAO je dávka periprocedurálně podaného heparinu. Již v roce 1996 byla publikována studie prokazující, že nepodání UFH při transradiální selektivní koronarografii je spojeno se 71% výskytem RAO, dávka 2000 až 3000 jednotek redukuje tento výskyt na 24% a dávka 5000 jednotek na 4,3% ( $p<0,05$ ) [Spaulding 1996].

V randomizované studii z našeho pracoviště se 465 pacienty bylo prokázáno, že výskyt RAO detekovaný pomocí DUSG je po podání 5000 jednotek UFH 2,9% a 5,9% po použití jen 2000 jednotek UFH ( $p=0,17$ ). V této studii navíc následná jednohodinová komprese ulnární tepny snížila výskyt RAO na 0,8% a 4,1% ( $p=0,03$ ) [Bernat 2011]. Tato jednoduchá nefarmakologická metoda vedla k rekanalizaci radiální tepny u 71% pacientů s vyšší podanou dávkou UFH.

Podání UFH v dávce dle hmotnosti pacienta (50 jednotek na kilogram) má podobnou účinnost jako fixní dávka 5000 jednotek a snižuje čas nutný k dosažení hemostázy [Schiano 2010]. Podobně i způsob podání UFH intraarteriálně nebo intravenózně je stejně účinný [Pancholy 2009] - výskyt RAO byl 3,2% ve skupině s intraarteriálním podáním UFH a 4% v intravenózní skupině ( $p>0,6$ ).

d) Čtvrtým a neméně důležitým faktorem majícím vliv na riziko vzniku RAO je vztah poměru velikosti použitého instrumentaria k průměru a. radialis. Je pozoruhodné, že již v roce 1977 byla provedena studie, která hodnotila výskyt RAO u pacientů, kterým byla do radiální tepny anesteziology zaváděna 18G nebo 20G kanyla a již tehdy bylo prokázáno, že se vzrůstajícím kalibrem kanyly roste riziko RAO [Bedford 1977].

V randomizované studii, která porovnávala použití 5F a 6F transradiálního sheathu byl v sekundárním end-pointu prokázán nižší výskyt RAO (1,1%) ve skupině s 5F sheathem oproti 6F skupině (5,9%) ( $p=0,05$ ) [Dahm 2002].

V jedné z největších randomizovaných a multicentrických studií s téměř 2000 pacienty, RAP and BEAT, na které se podílelo i naše pracoviště, bylo použití tenkostěnného 6F sheathu spojeno s vyšším výskytem RAO než použití standardního 5F sheathu (3,47% vs. 1,74%) [Aminian 2017].

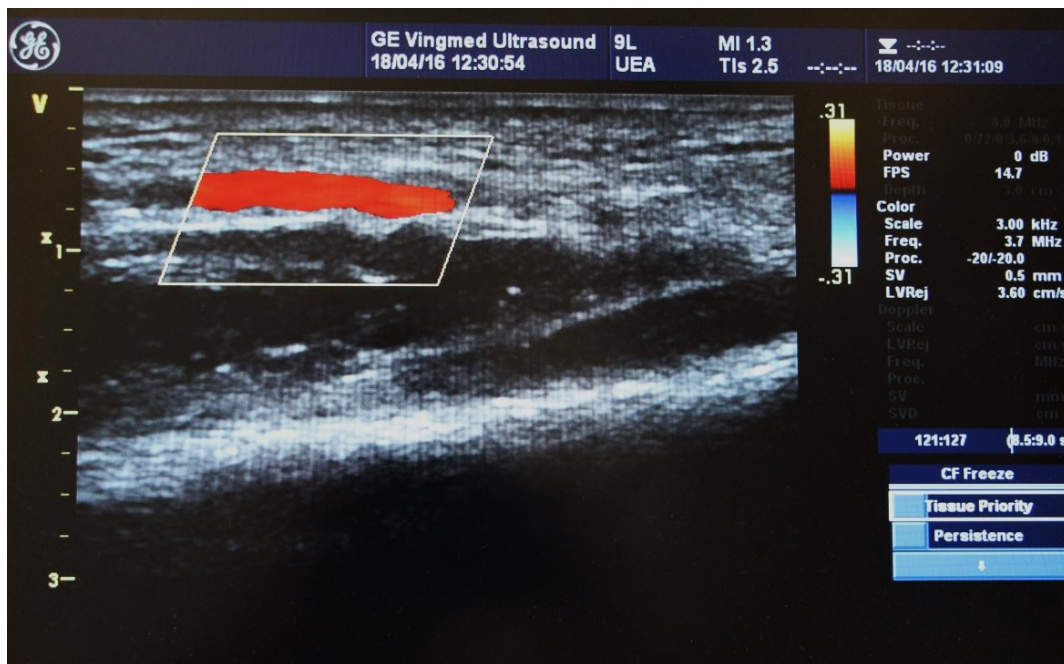
e) Novou metodou, snižující riziko výskytu RAO, je profylaktická ipsilaterální komprese ulnární tepny prováděná současně se standardní kompresí radiální tepny. Do velké studie PROPHET-II [Pancholy 2016], na které se rovněž podílelo naše pracoviště, bylo randomizováno 3000 pacientů ke standardní perfuzní hemostáze nebo profylaktické ulnární kompresi. Hodnocen byl výskyt RAO pomocí reverzního Barbeau testu v prvních 24 hodinách a po 30 dnech. Ve skupině s ulnární kompresí byl časný uzávěr méně častý (1% vs. 4,3%;  $p<0,0001$ ), stejně jako RAO po 30 dnech (0,9% vs. 3%;  $p=0,0001$ ).

#### Detekce uzávěru radiální tepny

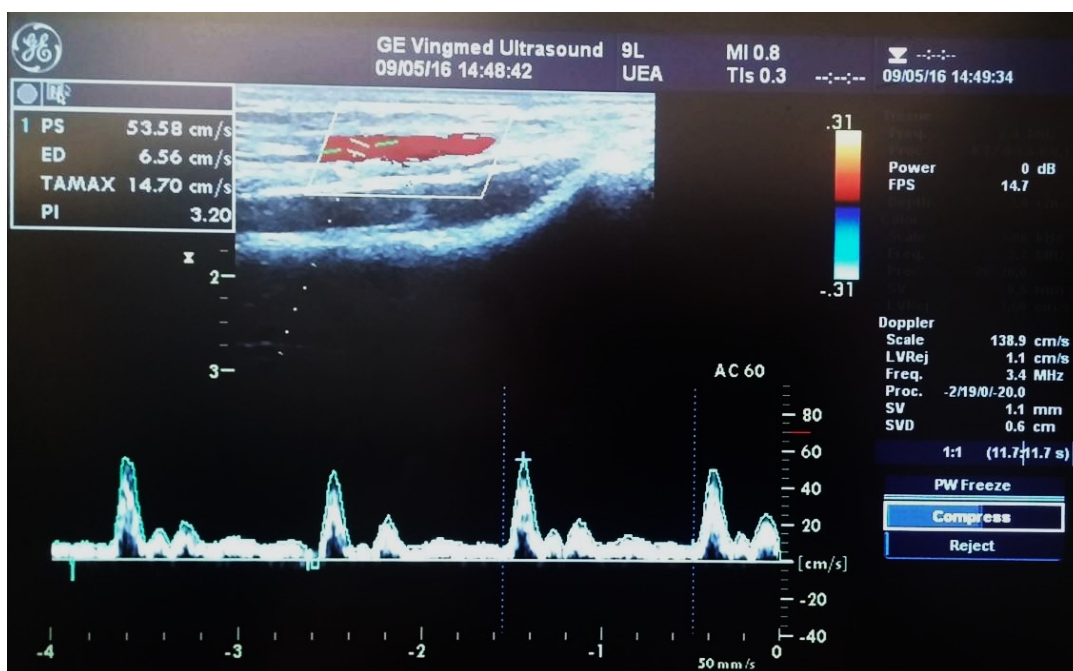
Nehmatná pulzace na a. radialis po transradiální katetrizaci je silným indikátorem RAO, ale na druhou stranu hmatný puls nevylučuje přítomnost RAO. Důvodem je kolaterální zásobení palpovaného místa. Ve studiích je průchodnost nebo uzávěr radiální tepny detekována pomocí reverzního Barbeau testu nebo DUSG.

Při provedení reverzního Barbeau testu (viz pododdíl 2.2.3) se hodnotí pletysmografická křivka radiální tepny při kompresi ulnární tepny. Tento test dokumentuje průchodnost radiální tepny nebo RAO po odstranění kompresního prostředku.

Další metodou využívanou v detekci RAO je duplexní ultrasonografie (obrázky 16 a 17), která umožňuje strukturální zobrazení radiální tepny a hodnocení krevního toku. Absence průtoku je známkou RAO. Společně s reverzním Barbeau testem se jedná v klinických studiích nejpoužívanější metodu detekce RAO. Dosud však žádná studie neporovnávala schopnost detekce RAO DUSG a reverzním Barbeau testem.



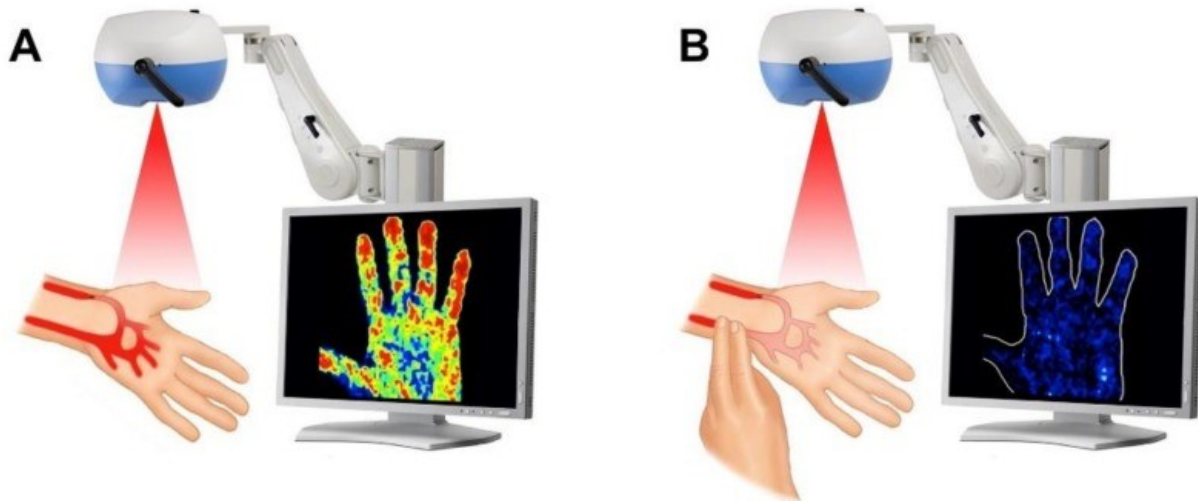
Obrázek 16 - příklad vyšetření DUSG a. radialis, barevný Doppler



Obrázek 17 - příklad vyšetření DUSG a. radialis, pulse wave Dopplerem  
typická trifázická křivka

Slibnou, avšak v klinické praxi nepoužívanou, metodou detekce RAO se zdá v pilotní studii popsaná metoda hand Laser Perfusion Imaging barevně kódující perfúzi rukou (obrázek 18). U 100 pacientů byla tato metoda porovnána s DUSG, kdy správně identifikovala RAO ve 100% případů [Indolfi 2018].





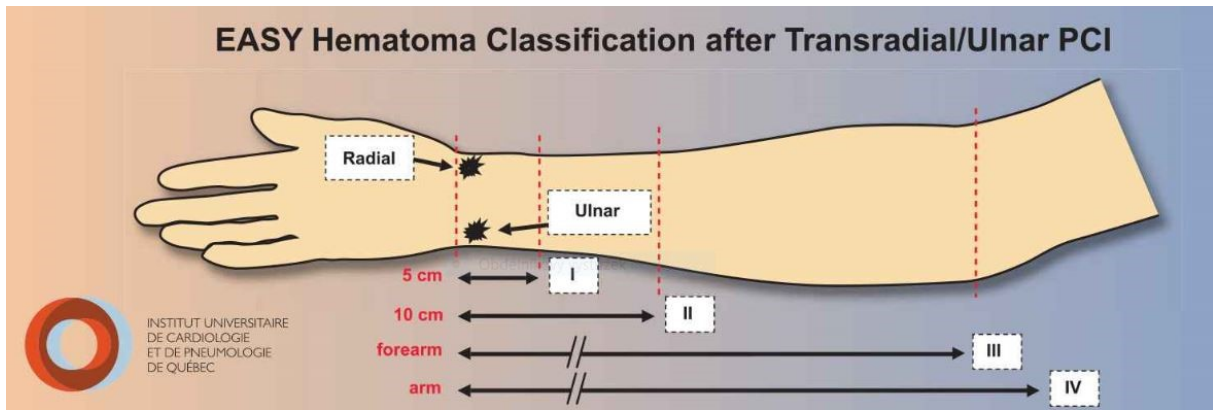
Obrázek 18 - hand Laser Perfusion Imaging při RAO. A - klidové podmínky, B - po ulnární kompresi [Indolfi 2018].

### 2.3.2. Krvácivé komplikace

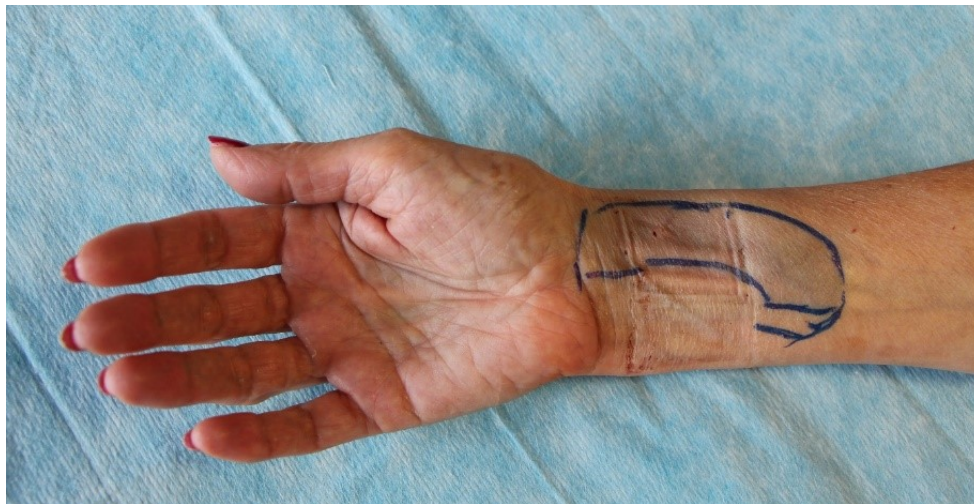
Krvácením po transradiální koronární katetrizaci se věnovalo více studií, většina ale ve smyslu komparace s femorálním přístupem. Byla opakovaně prokázána redukce krvácivých komplikací u radiálního přístupu [Ramagnoli 2012, Bernat 2014].

Lokální krvácivé komplikace přímo u pacientů katetrizovaných radiálním přístupem zkoumala studie EASY [Bertrand 2009]. U 1348 pacientů s nestabilní anginou pectoris nebo non-STEMI léčených transradiální PCI s podáním clopidogrelu (90%  $\geq$  12 hodin před PCI) a bolusu abciximabu před první balonkovou dilatací posuzovala prediktory ke krvácení a vliv velkého krvácení na mortalitu a MACE. Velké krvácení se vyskytlo v 1,4% případů a nezávislými prediktory krvácení byla renální insuficience s clearance kreatininu pod 60ml/min, délka výkonu a velikost sheathu. U pacientů s velkým krvácením byla vyšší incidence MACE i po dvanácti měsících (53% vs. 12%;  $p < 0,00001$ ). Studie EASY sledovala i lokální krvácivé komplikace a k jejich klasifikaci využila pětistupňovou škálu (obrázek 19), která se následně začal používat i v dalších studiích. Incidence hematomů I.st. byla  $\leq$  5%, II.st.  $<$  3%, III.st.  $<$  2%, IV.st.  $\leq$  0,1% a V.st.  $<$  0,01%. Reprezentativní příklady hematomů jsou uvedeny na obrázcích 20, 21 a 22.





Obrázek 19 - klasifikace hematomů dle studie EASY [Bertrand 2009]



Obrázek 20 - příklad hematomu II.st. (5-10cm)



Obrázek 21 - příklad hematomu III.st. (po loket)



Obrázek 22 - příklad hematomu IV.stupně (nad loket) s compartment syndromem po chirurgickém ošetření

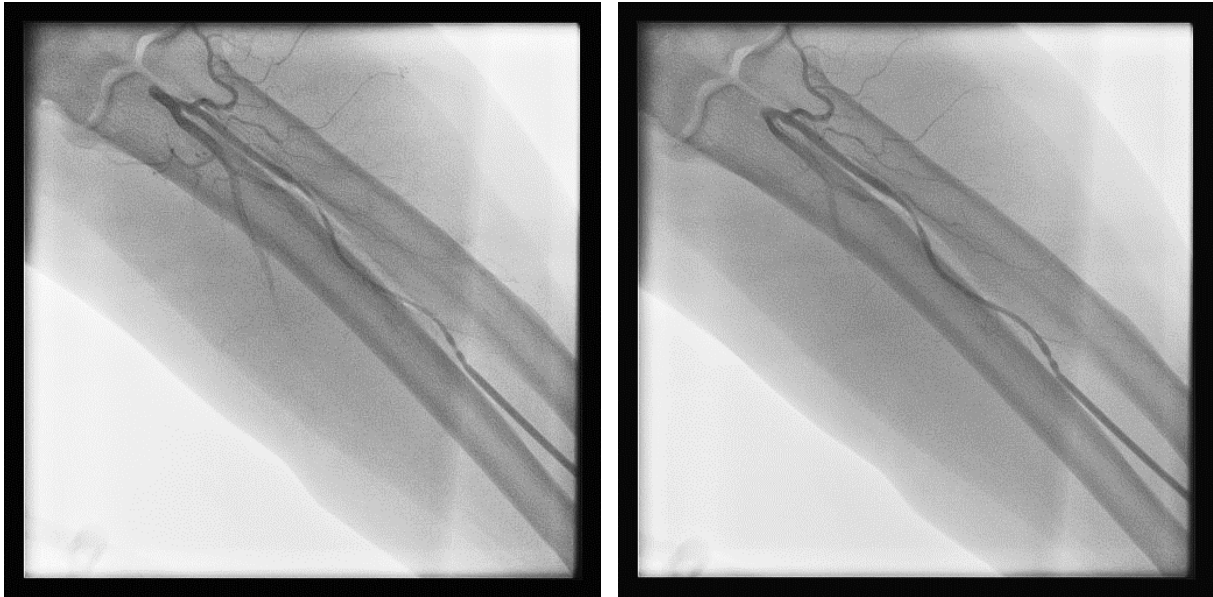
### 2.3.3. Ostatní lokální komplikace

Mezi nejčastější komplikace radiálního přístupu patří spazmus radiální tepny. Podle analýzy 19 studií [Kristic 2011] s téměř 7200 pacienty se mohou vyskytovat u 15% transradiální výkonů. Takto vysoký počet byl ale významně ovlivněn i tím, jak byl spasmus definován v jednotlivých studiích. V některých z nich byl hodnocen již jako bolest při obtížné manipulaci s instrumentariem, v jiných pak byl použit pouze patientský dotazník.

Spazmy prodlužují výkon, zhoršují pacientův komfort a jsou spojeny i s častějším selháním radiálního přístupu. Rizikovými faktory spazmu jsou: malý průměr tepny, ženské pohlaví, přítomnost diabetu, arteriální hypertenze a neúspěšná první punkce [Gorgulu 2013, Ercan 2014]. Spazmus však dle studie na 637 pacientech nemusí být spojen s významně častějším výskytem RAO (4,5% při přítomnosti spazmů vs. 2,2% při jejich nepřítomnosti [Ruiz-Salmerón 2005].

Prevencí spazmů je použití hydrofilních sheathů [Koga 2004] a podání vazodilatátorů do sheathu ihned po jeho zavedení [Boyer 2013]. Používá se verapamil v dávce 2,5-5mg, nitroglycerin 100-200 $\mu$ g nebo obojí. Je známo, že nitroglycerin v dávce 100 $\mu$ g je v prevenci spazmů srovnatelně účinný jako 1,25mg verapamilu, avšak podání kombinace verapamilu s nitroglycerinem vede k signifikantní redukci spazmů ve srovnání se samotným nitroglycerinem ( $p=0,001$ ) i verapamilem ( $p=0,003$ ) [Chen 2006]. Podobně jako hydrofilní sheathy ovlivňuje spazmy i velikost použitého sheathu a jeho poměr k průměru radiální tepny. V případě angiograficky potvrzeného spazmu je podáván

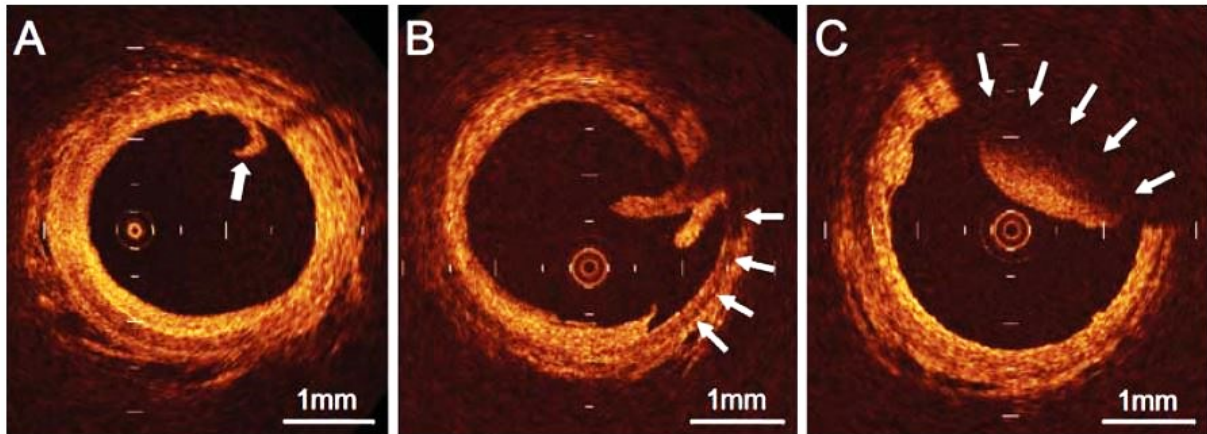
nitroglycerin v malé dávce intraarteriálně nebo sublinguálně (obrázky 23 a 24). V případě těžkého protražovaného a symptomatického spasmu je výjimečně nutná analgosedace nebo dokonce celková anestezie.



Obrázky 23 a 24 - angiograficky detekovaný spasmus a. radialis (vlevo), částečný ústup spazmu po podání nitroglycerinu intraarteriálně cestu sheathu (vpravo).

Mezi další lokální komplikace patří disekce a perforace radiální tepny. Disekce je většinou klinicky nemá. Může být diagnostikována angiograficky, nástřikem malého množství kontrastní látky do radiální tepny přes zavedený sheath a to nejčastěji v situaci, kdy na počátku výkonu vážně posun vodiče s katetrem radiální tepnou. Angiograficky nedetekovatelné drobné disekce mohou být zjištěny při provedení OCT radiální tepny. Podle jedné z prvních OCT studií radiální tepny z Japonska [Yonetsu 2010] byl nalezen v 67% jistý stupeň poškození intimy radiální tepny („intimal tears“) a v 36% disekce média a. radialis (obrázek 25).





Obrázek 25 - příklad „intimal tear“ (A), disekce média (B) a trombu (C) pomocí OCT zobrazení a. radialis [Yonetsu 2010]

Perforace může pocházet z disekce radiální tepny nebo být způsobena zavedením vodiče, případně katetru, do malé větve a. radialis. Její klinická manifestace může kolísat od zcela benigního průběhu až po kompartment syndrom. Bývá diagnostikována často angiograficky podobně jako disekce a většinou je její angiografický obraz dramatictější než klinický. Angiograficky detekovaná perforace je léčena elevací horní končetiny, kompresí manžetou tonometru na tlak přesahující hodnotu systolického tlaku pacienta, antagonizací heparinu a bandáží. Většina perforací bývá těmito opatřeními zvládnuta, avšak větší nebo progredující perforace vyžaduje léčbu protrahovanou insuflací balonkového katetru v místě perforace nebo výjimečně implantací stentgraftu (obrázky 26 a 27), kompartment syndrom je pak léčen zpravidla chirurgicky. V některých případech však stačí katetrizační výkon dokončit přes zavedený katetr, který přechodně okluduje místo perforace, a perforace se zacelí.



Obrázky 26 a 27 - angiograficky zjištěná extravazace kontrastní látky (vlevo), stav po ošetření implantací koronárního stentgraftu (vpravo)

Částečně stranou výše uvedených lokálních komplikací stojí neoprávněně neischemická bolestivost předloktí po transradiální katetrizaci. Podle provedené studie se druhý den po výkonu vyskytuje ve 4,5% případů. Faktory asociované s bolestí byly identifikovány jako více než 4 hodiny trvající radiální komprese po výkonu, radiální tepna kalibru menšího než 2,8mm, opakované neúspěšné pokusy o punkci a pomocí DUSG prokázaný RAO [Dharma 2018]. Možné funkční poškození ruky a předloktí způsobené výkony přes radiální tepnu je v současnosti předmětem probíhajících studií.

### 3. Východisko a cíle práce

Východiskem této práce byla snaha pomocí klinického výzkumu rozšířit dosavadní zkušenosti s radiálním přístupem v léčbě ICHS. Na téma radiálního přístupu bylo publikováno velké množství studií, ze kterých jsou známy výhody radiálního přístupu ve srovnání s femorálním u pacientů se stabilní ICHS i akutními koronárními syndromy. V době zahájení našeho výzkumu nebyla publikována studie týkající se radiálního přístupu u pacientů s kardiogenním šokem u akutního infarktu myokardu ani práce hodnotící lokální komplikace u primárních intervencí s různými typy podaných P2Y<sub>12</sub> inhibitorů.

Z důvodu snahy o redukci lokálních komplikací po transradiálních výkonech jsme dále připravili studii zabývající se srovnáním odlišných kompresních prostředků po transradiálních výkonech. A vzhledem k tomu, že dosud nebyla vyřešena otázka optimální metody detekce průchodnosti a uzávěru radiální tepny po výkonu se výzkum autora a jeho spolupracovníků zaměřil i na tuto problematiku s cílem ji zjednodušit.

V rámci výše uvedeného jsme proto postupně na našem pracovišti naplánovali a následně realizovali celkem čtyři práce s následujícími cíli:

- 1) U pacientů se STEMI komplikovaným kardiogenním šokem a léčených primární PCI srovnat výsledky výkonů prováděných radiálním a femorálním přístupem.
- 2) U pacientů se STEMI léčených transradiální primární PCI srovnat lokální komplikace při použití různých kombinací antitrombotik se zaměřením na P2Y<sub>12</sub> inhibitory a abciximab.
- 3) Srovnat odlišné kompresní prostředky po transradiálních výkonech z hlediska doby potřebné k dosažení perfuzní hemostázy, celkové doby komprese a lokálních komplikací, především RAO a hematomů.
- 4) Porovnat schopnost detekce uzávěru a průchodnosti radiální tepny po transradiální koronární katetrizaci a intervenci dvěma rozdílnými a dosud neporovnávanými metodami (reverzní Barbeau test a DUSG) a zjistit možnost používání reverzního Barbeau testu jako standardního postupu k detekci průchodnosti nebo uzávěru radiální tepny u pacientů podstupujících transradiální katetrizaci a intervenci.

## 4. Metodologie

### 4.1. Studie srovnávající radiální přístup s femorálním u pacientů se STEMI komplikovaným kardiogenním šokem

Studie probíhala v participaci našeho centra s kanadským centrem (Quebec Heart-Lung Institute). Kritéria kardiogenního šoku pro tuto studii byla definována ve shodě s citovanou prací: systolický tlak  $\leq 90$  mmHg alespoň po dobu 30 minut, tepová frekvence  $\geq 60$  za minutu, známky systémové hypoperfúze nebo potřeba inotropik k udržení systolické tlaku  $\geq 90$  mmHg [Bataille 2012].

V letech 2006 až 2010 bylo z celkového počtu 2663 pacientů se STEMI manifestovaným symptomy trvajících 12 a méně hodin do studie zařazeno 7,4% pacientů (n=197) se známkami kardiogenního šoku bezprostředně před provedením primární PCI. Všichni pacienti s alespoň jednou slabě nebo přechodně hmatnou radiální tepnou byli iniciálně katetrizováni levým nebo pravým radiálním přístupem. Celkem bylo transradiálně katetrizováno 108 (55%) pacientů. Ostatní pacienti (n=89) podstoupili intervenční výkon transfemorálně. Použití intraaortální balonkové kontrapulzace bylo ponecháno na rozhodnutí operátora. Pacienti v radiální skupině byli starší ( $69 \pm 12$  vs.  $64 \pm 12$  let;  $p=0,010$ ), měli méně často diabetes mellitus (13% vs. 26%;  $p=0,028$ ) a vyžadovali méně často intubaci před katetrizací (42% vs. 66%;  $p=0,0006$ ) nebo použití intraaortální balonkové kontrapulzace (36% vs. 55%;  $p=0,0096$ ). Ostatní charakteristiky souboru jsou uvedeny v tabulce (tabulka 1).

Tabulka 1 - základní charakteristiky souboru

	Access			P
	All	Radial (n = 108)	Femoral (n = 89)	
Age (y)	66 ± 12	69 ± 12	64 ± 12	.010
Male	140 (71%)	77 (71%)	63 (71%)	1.00
Weight (kg)	77 ± 15	77 ± 16	77 ± 14	.85
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26 ± 4	26 ± 5	27 ± 4	.74
Hypertension	99 (50%)	51 (47%)	48 (54%)	.39
Dyslipidemia	82 (42%)	41 (38%)	41 (46%)	.31
Diabetes	37 (19%)	14 (13%)	23 (26%)	.028
Previous MI	31 (16%)	15 (14%)	16 (18%)	.44
Previous CABG	2 (1.0%)	0 (0.0%)	2 (2.2%)	.20
Previous PCI	19 (9.8%)	7 (6.5%)	12 (14%)	.095
Current smoker	80 (41%)	41 (38%)	39 (44%)	.47
Creatinine, initial $\geq 110$ $\mu\text{mol/L}$	107 ± 37	102 ± 29	112 ± 44	.087
Creatinine clearance (mL/min)	72 ± 35	73 ± 36	72 ± 33	.91
Hemoglobin level, initial (g/L)	138 ± 20	136 ± 20	139 ± 20	.30
Hemoglobin drop (g/L)	30 ± 22	26 ± 21	34 ± 23	.029
CK-MB, initial ( $\mu\text{g/L}$ )	17 (5-67)	21 (4-70)	13 (5-64)	.53
CK-MB, max ( $\mu\text{g/L}$ )	187 (83-372)	225 (87-396)	145 (81-309)	.12
Glycemia $>200$ mg/dL	93 (48%)	40 (38%)	53 (60%)	.0037

Abbreviations: BMI, Body mass index; CK-MB, creatine kinase-MB.

Velké krvácení bylo definováno dle TIMI (Trombolysis in myocardial infarction) škály [Mehran 2011]. Krvácení též bylo klasifikováno na asociované či neasociované s přístupovou cestou. Byla provedena retrospektivní analýza prospektivně získaných dat.

#### 4.2. Studie hodnotící transradiální lokální komplikace u pacientů se STEMI

Tato studie byla prováděna u pacientů se STEMI léčených primární PCI. Cílem bylo zjištění výskytu lokálních komplikací při použití třech různých P2Y<sub>12</sub> inhibitorů (clopidogrel, ticagrelor a prasugrel) a inhibitoru glykoproteinu IIb/IIIa abciximabu. Dále byl porovnáván čas nutný k dosažení perfuzní hemostázy, celkový čas komprese místa vpichu a incidence RAO.

Od dubna 2013 do prosince 2014 bylo do této studie zařazeno 334 konsekutivních pacientů (clopidogrel n=118; prasugrel n=102; ticagrelor n=114). Vyloučení byli pacienti léčení transfemorální primární PCI, pacienti v kardiogenním šoku, na umělé plicní ventilaci, s anamnézou iktu, starší 75 let, s těžkým jaterním onemocněním a pacienti léčení orálními antikoagulancii. Pacienti byli (mimo sytící dávky UFH a kyseliny acetylsalicylové) konsekutivně zařazeni k podání sytící dávky prasugrelu (60mg), ticagreloru (180mg) nebo clopidogrelu (600mg). V průběhu primární PCI byl další UFH podáván s cílem dosažení ACT 250s. Periprocedurální podání inhibitoru glykoproteinu IIb/IIIa abciximabu záviselo na rozhodnutí operátora (n=72).

Ve studii byla komprese radiální tepny po výkonu prováděna prostředkem TR Band s cílem co nejdříve dosáhnout perfuzní hemostázy. K ověření průchodnosti radiální tepny byl používán reverzní Barbeau test s pulzním oxymetrem (Mindray PM-60). Hematomy byly hodnoceny 48 hodin po primární PCI dle klasifikace EASY. V případě zjištění RAO byla aplikována 60 minut trvající komprese na ulnární tepnu TR Bandem.

Skupiny rozdělené dle jednotlivých P2Y<sub>12</sub> inhibitorů se významně nelišily ve svých charakteristikách vyjma anamnézy předchozího infarktu myokardu. Pacienti ve větvi s prasugrelem měli nižší výskyt předchozího infarktu myokardu v porovnání se skupinou s ticagrelorem nebo clopidogrelem.



#### 4.3. Studie hodnotící odlišné typy komprese po transradiální koronární katetrizaci a intervenci

Cílem studie bylo porovnat dva různé prostředky TR Band (TB) a Seal-One (SO) sloužící ke kompresi místa vpichu do radiální tepny u pacientů po provedené transradiální srdeční katetrizaci a intervenci z hlediska celkové doby komprese, času nutného k dosažení perfuzní hemostázy a výskytu lokálních komplikací (RAO a krvácivé komplikace). Studie probíhala v běžném provozu našeho kardiostacionáře pro jednodenní hospitalizaci.

Studii samotné předcházelo období, ve kterém se lékařský a sesterský personál katetrizačního sálu i kardiostacionáře seznámil s použitím kompresního prostředku SO, neboť dosud byl na našem pracovišti dlouhodobě používán pouze prostředek TB.

Od července 2014 do března 2015 bylo do studie zařazeno konsektivních 280 pacientů (181 mužů a 99 žen, průměrný věk  $63,8 \pm 9,8$  roku) rozdělených do dvou skupin po 140 pacientech. Skupiny se významně nelišily ve svých charakteristikách (věk, pohlaví, přítomnost obezity, diabetu, anamnéza nikotinu, dyslipidemie, anamnéza předchozího IM, předchozí PCI či CABG), pouze ve skupině s TB bylo o 19% více hypertoniků než ve skupině s prostředkem SO ( $p < 0,001$ ). Stejně tak nebyl v obou skupinách významný rozdíl v počtu pacientů léčených duální antiagregační či antikoagulační léčbou, ani v počtu provedených levostranných ventrikulografií, PCI a vyšetření FFR myokardu. Nelišil se ani počet použitých katetrů (tabulka 2). U všech pacientů vyjma jednoho ve skupině SO byl použit sheath velikosti 5F i 5F katetry.

Pacientům zařazeným do studie bylo po zavedení sheathu do radiální tepny podáno intraarteriálně 5000 jednotek UFH a v případě PCI byla dávka UFH adjustována na hmotnost pacienta. Všem pacientům bylo po zavedení sheathu do radiální tepny podáno 2,5mg verapamilu jako prevence spasmů radiální tepny.

Ve studii podstoupilo 206 pacientů transradiální selektivní koronarografii s nebo bez levostranné ventrikulografie bez PCI a 74 pacientů katetrizaci s PCI.

Oba kompresní prostředky (obrázky 28 a 29) srovnávané ve studii brání krvácení z místa vpichu do radiální tepny po vytažení sheathu. TB a jeho mechanismus je popsán v pododdíle 3.2.2. U kompresního prostředku SO je komprese dána kulovitým plastovým zakončením, jejíž stupeň je dán intenzitou utažení mechanismu. Stupeň utažení je pak znázorněná číselnou stupnicí (čísla 0-9).

Tabulka 2 - Charakteristiky souboru a provedených výkonů

	Celý soubor	Seal-One	TR band	p
Počet pacientů	280	140	140	
Ženy	99 (35,4%)	52 (37,1%)	47 (33,6%)	0,5319
Věk (roky)	63,8±9,8	63,9±9,2	63,6±10,3	0,8027
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	29,5±4,6	29,3±4,6	29,7±4,6	0,4816
Obezita (BMI ≥ 30 kg/m <sup>2</sup> )	115 (41,1%)	53 (37,9%)	62 (44,3%)	0,2743
Diabetes mellitus	60 (21,4%)	29 (20,7%)	31 (22,1%)	0,7708
Arteriální hypertenze	200 (71,4%)	87 (62,1%)	113 (80,7%)	<0,001
Nikotinismus	52 (18,6%)	28 (20%)	24 (17,1%)	0,5387
(Ex-)nikotinismus	118 (42,1%)	59 (42,1%)	59 (42,1%)	1,0000
Dyslipidemie	170 (60,7%)	87 (62,1%)	83 (59,3%)	0,6245
Předchozí IM	42 (15%)	20 (14,3%)	22 (15,7%)	0,7378
Předchozí PCI	51 (18,2%)	28 (20,0%)	23 (16,4%)	0,4388
Předchozí CABG	12 (4,3%)	8 (5,7%)	4 (2,9%)	0,2379
Warfarin	16 (5,7%)	6 (4,3%)	10 (7,1%)	0,3031
DAPT	103 (36,8%)	49 (35,0%)	54 (38,6%)	0,5355
SKG+PCI	74 (26,4%)	38 (27,1%)	36 (25,7%)	0,7863
Levostr. ventrikulografie	37 (13,2%)	18 (12,9%)	19 (13,6%)	0,8160
FFR	28 (10%)	15 (10,7%)	13 (9,3%)	0,6903
Počet katetrů	2,6±0,9	2,7±0,8	2,6±0,9	0,5560



Obrázky 28 a 29 - porovnávané kompresní prostředky – Seal-One (vlevo) a TR Band (vpravo)

U obou kompresních prostředků jsme při snižování tlaku na radiální tepnu postupovali tak, abychom co nejdříve dosáhli perfuzní hemostázy (viz pododdíl 2.2.1) s cílem detekovat oxymetrem průtok radiální tepnou při absenci krvácení.

Bezprostředně po příjezdu pacienta z intervenčního sálu na kardiostacionář byl u obou skupin snižován tlak kompresního prostředku na radiální tepnu za kontroly pletyzmografické křivky pulzního oxymetru až do okamžiku, kdy se při současné kompresi ulnární tepny objevila křivka znázorňující průtok krve radiální tepnou svědčící o její průchodnosti. V případě, že se objevilo krvácení, byl opět zvýšen tlak kompresního zařízení na stupeň, kdy krvácení ustalo. Další dekompresi na nejnižší možný stupeň jsme prováděli vždy po 20 minutách s cílem zkrátit celkovou dobu komprese na minimum. Dekompresi v těchto intervalech jsme prováděli i tam, kde již byla předtím perfuzní hemostáza prokázána.

Hodnotili jsme celkovou dobu komprese místa vpichu, čas nutný k dosažení perfuzní hemostázy a lokální komplikace (s důrazem na hematomy a uzávěr radiální tepny). Velikost hematomů byla hodnocena dle klasifikace EASY. Vzhledem k jejich zanedbatelnému klinickému významu jsme hematomy I. stupně (tj. povrchové < 5 cm) do studie nezahrnuli. Uzávěr radiální tepny byl hodnocen pomocí reverzního Barbeau testu s pulzním oxymetrem.

#### 4.4. Studie srovnávající dvě různé metody detekce průchodnosti a uzávěru radiální tepny po transradiální koronární katetrizaci a intervenci

V této studii jsme si stanovili za cíl zhodnotit schopnost detekce průchodnosti radiální tepny a RAO po transradiální koronární katetrizaci pomocí dvou odlišných a dosud neporovnávaných metod, tj. reverzního Barbeau testu vs. DUSG, a zjistit možnost používání reverzního Barbeau testu jako standardního postupu k detekci průchodnosti nebo uzávěru radiální tepny u pacientů podstupujících transradiální katetrizaci a intervenci. Studie, tak jako předchozí, probíhala v běžném provozu našeho kardiostacionáře pro jednodenní hospitalizaci. Nábor pacientů do studie probíhal s přestávkami od února 2015 do září 2018.

Mimo samotné porovnání schopnosti detekovat průchodnost a okluzi tepny oběma těmito metodami jsme hodnotili celkovou dobu komprese radiální tepny, výskyt hematomů dle klasifikace EASY a dalších lokálních komplikací. Hematomy I. stupně (tj. povrchové < 5 cm) jsme vzhledem k zanedbatelnému klinickému významu nehodnotili.

Do studie jsme zařadili 500 pacientů (352 mužů a 148 žen, průměrný věk  $65 \pm 9,4$  roku) (tabulka 3).

Tabulka 3 - Charakteristiky souboru

muži	352 (70,4%)
věk (roky)	65±9,4
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	29,9±12,9
arteriální hypertenze	359 (71,8%)
dyslipidemie	348 (69,6%)
diabetes mellitus	116 (23,2%)
nikotinismus	96 (19,2%)
exnikotinismus	131 (26,2%)
předchozí IM	85 (17,0%)
předchozí PCI	101 (20,2%)
předchozí CABG	28 (5,6%)
předchozí SKG stejným přístupem	119 (23,8%)

Z 500 pacientů zařazených do studie jich 379 mělo provedenu pouze diagnostickou katetrizaci a 121 (24,2%) zároveň i následnou PCI (tabulka 4) Hemodynamické testování významnosti stenózy pomocí měření frakční průtokové rezervy (FFR) mělo provedeno 40 (8%) pacientů.

Tabulka 4 - Počty provedených výkonů

SKG	100% (500)
PCI	24,2% (121)
PCI s implantací BMS	28,9% (35)
PCI s implantací DES	67,0% (81)
PCI s použitím DEB	4,1% (5)
FFR	8,0% (40)
LVG	7,6% (38)

Při příjmu na kardiostacionář všichni pacienti podstoupili mimo palpačního vyšetření též standardní Barbeau test i reverzní Barbeau test k evaluaci průchodnosti ipsilaterální radiální i ulnární tepny, DUSG před výkonem prováděn nebyl.

Ke kompresi místa vpichu do radiální tepny po výkonu byl v této studii použit kompresní prostředek TR Band (viz pododdíl 2.2.2). Při dekompresi TB jsme postupovali tak, abychom co nejdříve dosáhli perfuzní hemostázy stejně, jak je popsáno ve výše uvedené třetí studii (viz oddíl 4.3.). Všem pacientům zařazeným

do studie bylo na počátku výkonu podáno intraarteriálně 5000 jednotek UFH a u některých pacientů podstupujících PCI byla dávka UFH perprocedurálně navýšena dle hmotnosti. Počty pacientů léčených v době výkonu perorální antiagregační či antikoagulační léčbou jsou uvedeny v tabulce (tabulka 5). Pacienti antikoagulovaní Warfarinem byli zařazováni do studie pouze v případě hodnoty  $INR \leq 2,5$ , pacienti léčení Warfarinem s hodnotou INR pod 2,0 byli posuzováni jako bez antikoagulační léčby. Pomocí přímých antikoagulancií bylo léčeno 9 pacientů (1,8%) z toho se 4x jednalo o apixaban, 3x rivaroxaban a 2x dabigatran, kdy u všech byla vždy vynechána ranní dávka v den výkonu.

Tabulka 5 - Antiagregační a antikoagulační léčba v době výkonu

Kyselina acetylsalicylová (100mg 1x denně)	77,8% (389)
Clopidogrel (75mg 1x denně)	31,6% (158)
Ticagrelor (90mg 2x denně)	1,8% (9)
Warfarin (INR 2,0-2,5)	7,2% (36)
DOAK	1,8% (9)

Pacientům byly před propuštěním z kardiostacionáře, tj. 4 hodiny po výkonu u pacientů podstupujících pouze SKG a 6 hodin po PCI, provedeny obě detekční metody. V případě zjištění RAO byla na 60 minut přiložena komprese na ulnární tepnu použitým TR Bandem ve snaze o rekanalizaci a. radialis.

#### 4.5. Analýza výsledků vlastních studií hodnotících výskyt lokálních komplikací radiálního přístupu

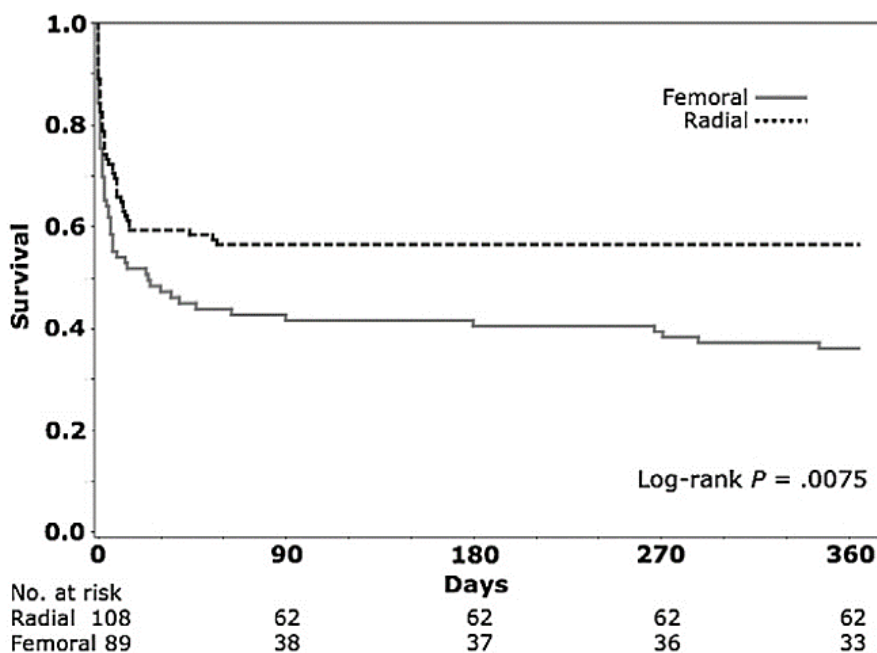
Vzhledem k tomu, že obě výše popsané studie, tj. srovnávající dva kompresní prostředky po transradiální koronární katetrizaci a intervenci (280 pacientů) i studie srovnávající dvě odlišné metody detekce průchodnosti a uzávěru radiální tepny po transradiální koronární katetrizaci a intervenci (500 pacientů), byly prováděny na našem kardiostacionáři pro jednodenní hospitalizaci za stejných podmínek i se stejným způsobem prováděné komprese i hodnocením výsledků a časově na sebe navazovaly, analyzovali jsme nakonec všechny zařazené pacienty (n=780, z toho 533 mužů a 247 žen) z pohledu celkové doby komprese a výskytu lokálních komplikací. U 640 (82%) pacientů byl použit kompresní prostředek TB a u 140 (18%) SO.



## 5. Výsledky výzkumu

### 5.1. Studie zabývající se radiálním přístupem u pacientů se STEMI a kardiogenním šokem

Základním zjištěním této studie bylo, že provedení primární PCI u pacientů se STEMI komplikovaným kardiogenním šokem lze úspěšně provést ve více než 50% případů. Hlavním výsledkem této studie bylo zjištění, že radiální přístup je spojen s redukcí jednorocní mortality. 30ti denní mortalita byla v radiální skupině 41% a ve femorální 53% ( $p=0,11$ ), jednorocní mortalita pak 44% vs. 64% ( $p=0,0044$ ) (obrázek 30). Pacienti, kteří zemřeli během prvního roku, byli v průměru o 5 let starší, měli častěji arteriální hypertenzi, renální insuficienci a postižení dvou nebo tří tepen. Nezávislým prediktorem jednorocní mortality byl věk nad 65 let, sérový kreatinin větší než 110  $\mu\text{mol/l}$  a glykemie nad 11,1  $\text{mmol/l}$ . Nezávislými prediktory jednorocního přežití byl radiální přístup a aplikace inhibitorů destičkových receptorů IIb/IIIa.



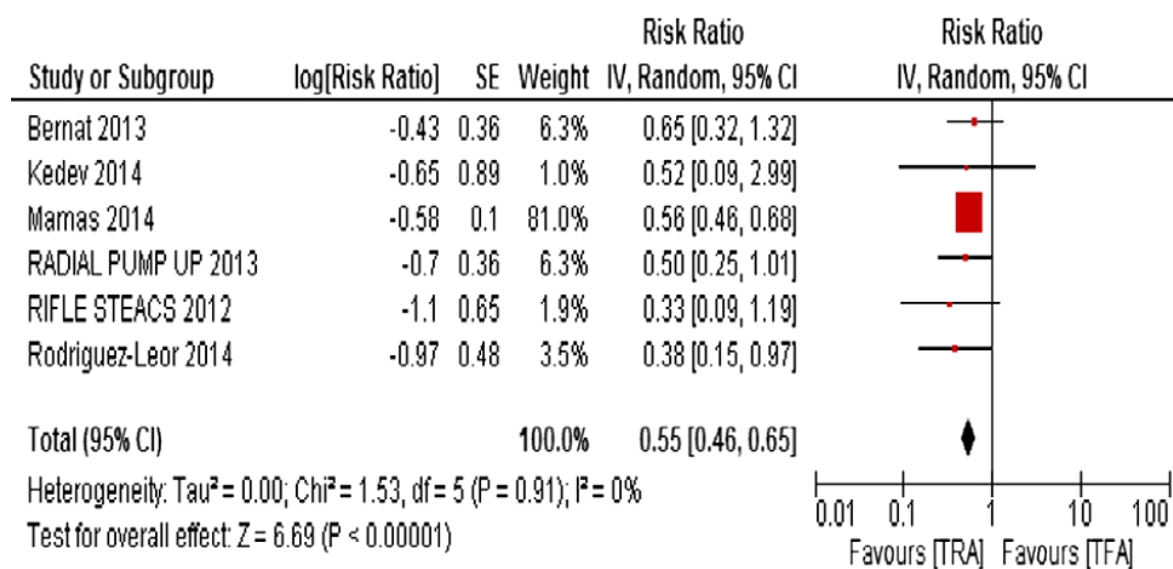
Obrázek 30 - Graf - Křivky jednorocního přežití

Dalším sledovaným parametrem bylo krvácení. Krvácení neasociované s CABG se vyskytlo u 13% pacientů v radiální skupině a u 25% ve femorální skupině ( $p=0,042$ ). Krvácení spojené s místem vpichu bylo častější ve skupině

katetrizované femorálním přístupem (9% vs. 0,9%;  $p=0,012$ ). Výskyt krvácení neasociovaného s místem vpichu se v obou skupinách nelišil. Pokles v červeném krevním obraze byl pozorován u 7,8% v radiální a u 10% ve femorální skupině ( $p=0,61$ ).

Tato naše studie se následně stala součástí metaanalýzy studií, která se zabývala stejnou problematikou [Pancholy 2015]. Tato metaanalýza zahrnovala 8131 pacientů s kardiogenním šokem podstupujících PCI (2321 transradiálně a 5810 transfemorálně). Pozitivním aspektem metaanalýzy byla skutečnost, že definice kardiogenního šoku se v jednotlivých studiích zásadně nelišily. Do metaanalýzy ale byly zahrnuty převážně nerandomizované studie, jedinou randomizovanou studií byla RIFLE-STEACS [Ramagnoli 2012], ve které z celkového počtu 1001 pacientů splňovalo kritéria kardiogenního šoku jen 61 pacientů. Radiální přístup byl v této metaanalýze ve srovnání s femorálním spojen se signifikantním snížením 30ti denní mortality a MACE (tabulka 6).

Tabulka 6 - Adjustovaná 30ti denní mortalita dle přístupu (radiální vs. femorální)



## 5.2. Studie hodnotící komplikace radiálního přístupu u pacientů se STEMI léčených třemi různými P2Y<sub>12</sub> inhibitory

V této studii s 334 pacienty jsme zjistili, že výskyt lokálních komplikací se u jednotlivých inhibitorů P2Y<sub>12</sub> významně neliší. Podstatně vyšší výskyt lokálních komplikací se však vyskytl při současném podání inhibitoru P2Y<sub>12</sub>

s abciximabem, kdy podání abciximabu vedlo k vyššímu výskytu hematomů II. ( $p < 0,001$ ) a III. stupně ( $p = 0,041$ ) (tabulka 7). Po adjustaci na velikost sheathu, dávku UFH a pohlaví nemělo u pacientů předléčených clopidogrelem podání abciximabu vliv na vznik hematomu II. stupně a vyššího. Kombinace ticagrelor + abciximab i prasugrel + abciximab byly spojeny s nesignifikantně vyšším výskytem hematomů II. stupně.

Tabulka 7 - Vliv podání abciximabu

	S abciximabem (n=72)	Bez abciximabu (n=262)	p
hematom II.st., n (%)	17 (23,6)	13 (5,0)	<0,0001
hematom III.st., n (%)	4 (5,6)	3 (1,1)	0,041
Perfuzní hemostáza (min)	43,5±30,0	24,5±13,4	<0,0001
Čas komprese (min)	217,8±115,5	113,2±53,6	<0,0001

Výskyt hematomů II. a III. stupně u pacientů, kterým byl podán abciximab se ale signifikantně nelišil u jednotlivých inhibitorů P2Y<sub>12</sub> ( $p \geq 0,14$ ) (tabulky 8 a 9). Hematomy vyššího než III. stupně se nevyskytly. Všechny hematomy II. a III. stupně byly povrchové a nezpůsobovaly žádné změny v prokrvení ruky.

Tabulka 8 - Výskyt hematomů a trvání komprese, pacienti s **abciximabem**  
(n=72)

	Clopidogrel n=20	Prasugrel n=24	Ticagrelor n=28	p C vs P	p C vs T	p P vs T
Hematom II. st., n (%)	2 (9.1%)	7 (29.2%)	8 (28.6%)	0.14	0.15	1.00
Hematom III. st., n (%)	0	1 (4.2%)	3 (10.8%)	1.00	0.25	0.61
Perfuzní hemostáza (min)	34.3 ±18.1	41.1 ±17.2	52.2 ±41.7	0.21	<b>0.05</b>	0.20

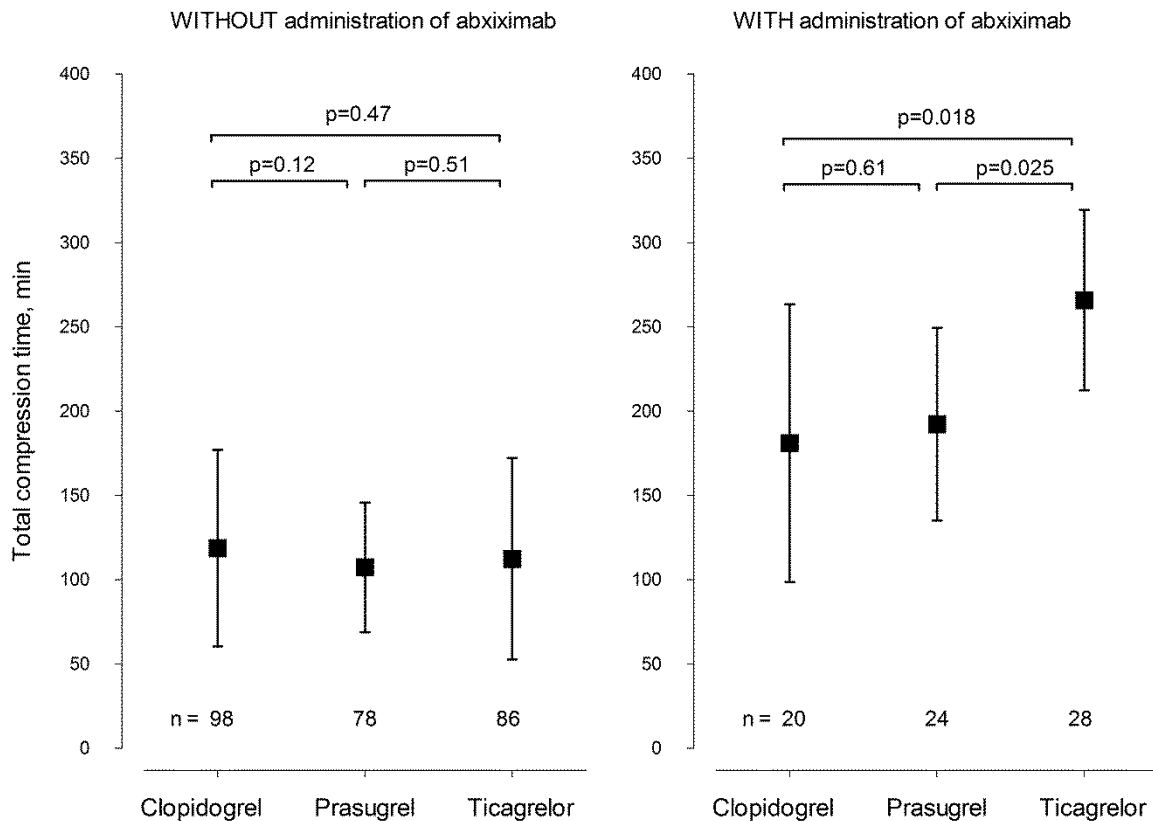
Tabulka 9 - Výskyt hematomů a trvání komprese, pacienti **bez abciximabu**  
(n=262)

	Clopidogrel n=98	Prasugrel n=78	Ticagrelor n=86	p C vs P	p C vs T	p P vs T
Hematom II. st., n (%)	3 (3.0)	4 (5.1)	6 (6.7)	0.47	0.31	0.75
Hematom III.st., n (%)	2 (2.1)	1 (1.3)	0	1.00	0.49	0.48
Perfuzní hemostáza (min)	25.2 ±13.9	21.7 ±10.6	26.1 ±14.7	0.059	0.66	0.027



U dvou pacientů ve skupině s clopidogrelem byl po sejmutí TR Bandu zjištěn RAO. Po 60 minutách následné ulnární komprese došlo u jednoho pacienta k jeho rekanalizaci. Žádné jiné lokální komplikace se ve studii nevyskytly.

Podání abciximabu bylo spojeno s téměř dvojnásobným prodloužením doby komprese radiální tepny. Tato doba komprese byla delší u pacientů léčených prasugrelem a ticagrelorom ve srovnání se skupinou s clopidogrelem. U pacientů bez abciximabu nebyl zjištěn žádný rozdíl (obrázek 31).



Obrázek 31: Graf - Čas komprese v jednotlivých skupinách P2Y<sub>12</sub> inhibitorů podle použití abciximabu

### 5.3. Studie srovnávající dva kompresní prostředky po transradiální koronární katetrizaci a intervenci

Průměrná celková doba komprese radiální tepny byla v obou skupinách po 140 pacientech (kompresní prostředky TR Band a Seal-One) krátká, statisticky pak významně kratší ve skupině pacientů se SO. Ve skupině s TB byla 90,7±38,4 minut a ve skupině se SO 64,0±26,5 minut (p<0,001).

Perfuzní hemostáza byla dosažena u většiny pacientů bezprostředně po návratu z katetrizačního sálu již při první dekompresi prostředku. Průměrný čas od počátku komprese do prokázaného dosažení perfuzní hemostázy byl v TB skupině  $17,5 \pm 10,3$  minut a  $21,4 \pm 10,5$  minut v SO skupině ( $p=0,002$ ) (tabulka 10). Pouze u 3 pacientů (1,7%) v TB skupině a 11 (6,1%) v SO skupině se nepodařilo docílit perfuzní hemostázy při první dekompresi, ale až později při dalších dekompresích.

Tabulka 10 - Časové výsledky

	<b>TR Band</b>	<b>Seal-One</b>	<b>p</b>
Průměrná celková doba komprese (min)	$90,7 \pm 38,4$	$64,0 \pm 26,5$	$< 0,001$
Dosažení perfuzní hemostázy (min)	$17,5 \pm 10,3$	$21,4 \pm 10,5$	0,002

Výskyt lokálních krvácivých komplikací byl nízký. Hematom II. stupně se vyskytl v obou skupinách u 9 pacientů (6,4%). Hematom III. st. se vyskytl pouze u 1 pacienta v TB skupině (0,7%) a u 2 pacientů v SO skupině (1,4%). Hematomy stupně IV. a V. se v obou skupinách nevyskytly žádné (tabulka 11).

Tabulka 11 - Výskyt hematomů (EASY klasifikace)

	II.	III.	IV.	V.
<b>TR Band</b>	9 (6,4%)	1 (0,7%)	0	0
<b>Seal-One</b>	9 (6,4%)	2 (1,4%)	0	0

Uzávěr radiální tepny ověřovaný reverzním Barbeau testem ani jiné další lokální komplikace nebyly při propuštění zjištěny u žádného z pacientů obou skupin. Tento výsledek lze v rámci dosud publikovaných studií považovat za výjimečný a souvisí s naším celkovým konceptem péče o radiální tepnu po výkonu.

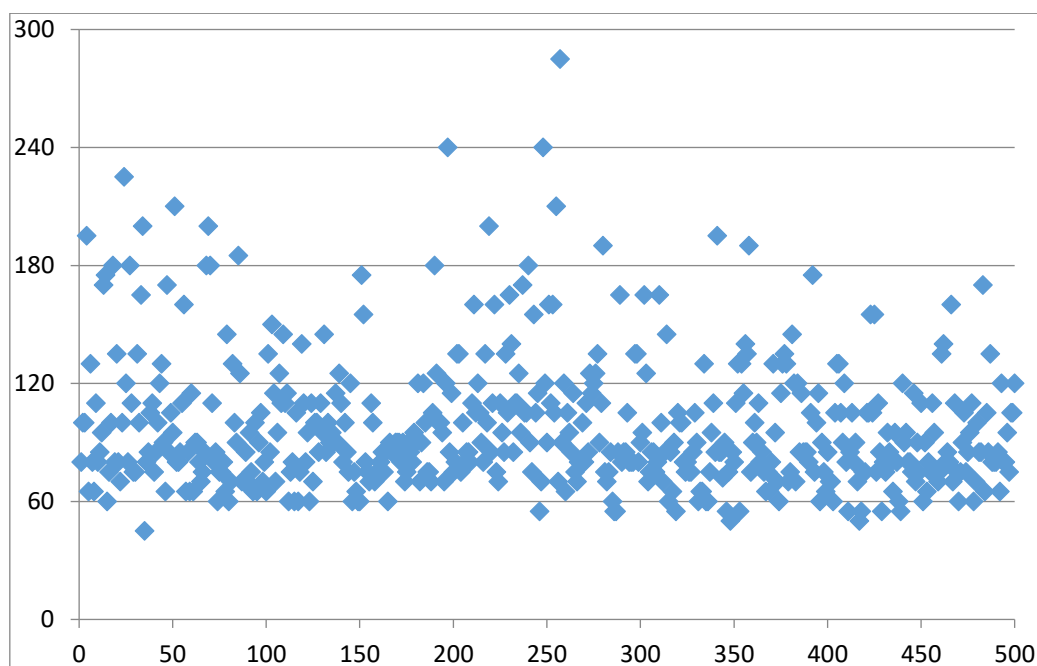
#### 5.4. Studie srovnávající dvě odlišné metody detekce průchodnosti a uzavěru radiální tepny po transradiální koronární katetrizaci a intervenci

Schopnost detekce průchodnosti a kompletního uzavěru radiální tepny oběma metodami (reverzní Barbeau test a DUSG) byla shodná. Obě metody detekovaly dva uzavěry (0,4%). Výskyt RAO ve studii byl tedy opět extrémně nízký. U 495 (99,0%) pacientů prokázaly obě metody průchodnou radiální tepnu. U tří (0,6%) pacientů prokázal reverzní Barbeau test průchodnou tepnu a DUSG inkompletní RAO. U zbylých dvou pacientů se jednalo o asymptomatický uzávěr, kdy následný pokus o rekanalizaci radiální tepny 60 minut trvající kompresí na ulnární tepnu TR Bandem nebyl úspěšný, což jsme potvrdily oběma metodami (tabulka 12).

Tabulka 12 - Detekce RAO oběma metodami

	RAO	Inkompletní RAO
Reverzní Barbeau test	2 (0,4%)	-
DUSG	2 (0,4%)	3 (0,6%)

Průměrná celková doba komprese radiální tepny ve studii byla velmi krátká  $97,8 \pm 33,7$  min. Kompresní časy u jednotlivých pacientů jsou přehledně znázorněny v grafu (obrázek 32).



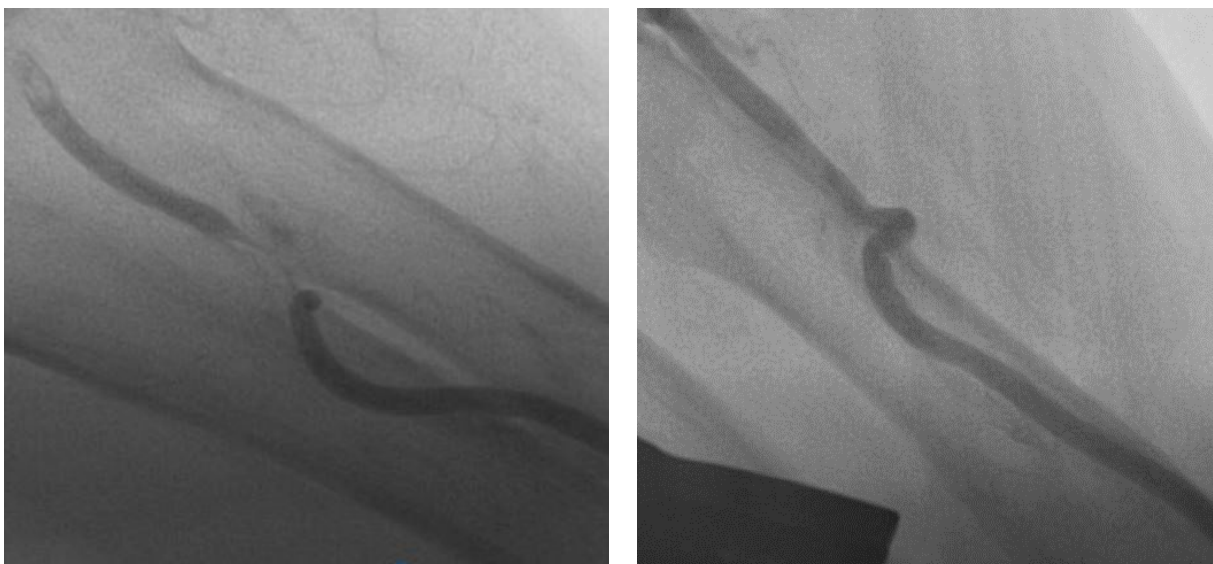
Obrázek 32: Graf - Průměrná celková doba komprese (osa x – počet pacientů, osa y – čas v minutách)

Výskyt hematomů v místě vpichu byl ve studii nízký. Hematom II. stupně se vyskytl u 27 pacientů (5,4%). Hematomy III., IV. a V. se nevyskytly žádné (tabulka 13). Všechny hematomy byly podkožní, klinicky nevýznamné a asymptomatické.

Tabulka 13 - Výskyt hematomů (EASY klasifikace)

<b>II.</b>	<b>III.</b>	<b>IV.</b>	<b>V.</b>
≥ 5-9 cm	≥ 10cm	po loket	proximálně od lokte
<b>27 (5,4%)</b>	0	0	0

Z dalších lokálních komplikací jsme zaznamenali 2 (0,4%) drobné disekce radiální tepny bez extravazace, které neměly žádné klinické konsekvence. Jedna tato disekce byla zjištěna již na začátku koronarografie angiograficky, ale nezabránila dokončení výkonu. Druhý případ disekce byl zjištěn pomocí DUSG. V obou těchto případech zůstala radiální tepna průchozí dle obou zkoumaných metod, přičemž první z postižených pacientů neměl žádný hematom a druhý hematom st. II dle EASY klasifikace. Poslední zjištěnou komplikací byla jedna (0,2%) drobná perforace radiální tepny s minimální extravazací zjištěná angiograficky na počátku výkonu, která ale nezkomplikovala jeho dokončení a při kontrolní angiografii na konci SKG již nebyla patrna (obrázky 33 a 34). U tohoto pacienta nebyl zjištěn hematom ani uzávěr ani RAO.



Obrázky 33 a 34: Angiograficky zjištěná drobná perforace a. radialis (před a po SKG)

Výsledky této naší studie lze interpretovat tak, že v praxi postačuje k potvrzení průchodnosti radiální tepny po transradiální srdeční katetrizaci provést reverzní Barbeau test, který je rychlý, jednoduchý a stačí k němu pouze pulzní oxymetr s možností detekce pletysmografické křivky. Není tedy nutno provádět DUSG, který je náročnější na přístrojové vybavení i samotné provedení. Reverzní Barbeau test tak lze používat jako standardní postup k detekci průchodnosti anebo uzávěru radiální tepny.

### 5.5. Analýza vlastních studií - Výskyt lokálních komplikací radiálního přístupu po transradiální koronární katetrizaci a intervenci

U celkem 780 pacientů zařazených do analýzy dvou vlastních studií byla průměrná celková doba komprese radiální tepny velmi krátká -  $90,4 \pm 35,7$  minut. Kompresní časy v obou studiích dle použitého kompresního prostředku jsou znázorněny v tabulce (tabulka 14).

Tabulka 14 - Průměrná celková doba komprese v analýze i jednotlivých studiích

<i>Studie</i>	<i>Kompresní prostředek a počet pacientů</i>	<i>průměrná celková doba komprese (min)</i>
<i>Obě společně</i>	TR-Band i Seal-One (n=780)	<b>90,4 ± 35,7</b>
<i>TR Band vs. Seal-One</i>	TR Band (n=140)	90,7 ± 38,4
	Seal-One (n=140)	64,0 ± 26,5
<i>Reverzní Barbeau test vs. DUSG</i>	TR Band (n=500)	97,8 ± 33,7

Výskyt RAO při propuštění pacienta z kardiostacionáře hodnocený reverzním Barbeau testem byl v naší analýze extrémně nízký, vyskytl se pouze u 2 pacientů (0,3%).

Výskyt hematomů v místě vpichu byl rovněž nízký. Hematom II. stupně se vyskytl u 45 pacientů (5,8%) a hematomy III.st. u 3 pacientů (0,4%). Hematomy IV. a V. se nevyskytly žádné. Žádný z hematomů nebyl klinicky významný.

Ve studii se dvěma kompresními prostředky (n=280) se přitom vyskytlo 18 (6,4%) hematomů II.st. a 3 (1,1%) hematomy III.st. Ve studii se dvěma metodami detekce RAO (n=500) pak bylo zaznamenáno pouze 27 (5,4%) hematomů II.st



dle EASY klasifikace. Z celkového počtu 3 hematomů III.st. se 2 vyskytly u pacientů s kompresním prostředkem Seal-One, který je však spojen se statisticky významně kratší dobou komprese ( $64,0 \pm 26,5$  minut) (tabulka 15).

Tabulka 15 - Výskyt hematomů v analýze i jednotlivých studiích (EASY klasifikace)

<i>Studie</i>	<i>Kompresní prostředek a počet pacientů</i>	<i>II. <math>\geq 5-9</math> cm</i>	<i>III. <math>\geq 10</math>cm</i>	<i>IV. po loket</i>	<i>V. prox. od lokte</i>
<i>Obě společně</i>	TR Band i Seal-One (n=780)	<b>45 (5,8%)</b>	<b>3 (0,4%)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>TR Band vs. Seal-One</i>	TR Band (n=140)	9 (6,4%)	1 (0,7%)	0	0
	Seal-One (n=140)	9 (6,4%)	2 (1,4%)	0	0
<i>Reverzní Barbeau test vs. DUSG</i>	TR Band (n=500)	27 (5,4%)	0	0	0

## 6. Závěr a význam pro klinickou praxi

Všechny námi provedené studie, analyzované v této práci, mají přímý dopad pro klinickou praxi.

Studie zabývající se radiálním přístupem u pacientů se STEMI a kardiogenním šokem prokázala možnost použití radiálního přístupu u více než 50% pacientů a nižší jednoroční mortalitu ve srovnání s přístupem femorálním. Závažné krvácení spojené s místem vpichu bylo častější ve skupině katetrizované femorálním přístupem. Tato studie se následně stala součástí metaanalýzy 8 studií, analyzujících stejnou problematiku. V této metaanalýze byl radiální přístup ve srovnání s femorálním spojen se signifikantním snížením 30ti denní mortality a MACE. Uvedené výsledky jsou obsahem aktuálních doporučení léčby kardiogenního šoku při infarktu myokardu, publikovaných v roce 2019 v časopise *European Heart Journal* [Thiele 2019].

Studie sledující komplikace radiálního přístupu u pacientů se STEMI léčených třemi různými P2Y<sub>12</sub> inhibitory prokázala, že časná perfuzní hemostáza a kratší celková doba komprese tepny v místě vpichu jsou spojeny s minimálním výskytem uzávěru tepny po výkonu a častějším výskytem klinicky nezávažných hematomů. Jejich výskyt byl významně vyšší při současném podání abciximabu a nebyl závislý na typu P2Y<sub>12</sub> inhibitoru.

Studie srovnávající dva různé typy komprese po transradiální koronární katetrizaci a intervenci prokázala, že použití obou prostředků TB a SO námi vytvořeným protokolem péče o radiální tepnu po výkonu je spojeno s časným dosažením perfuzní hemostázy a celkově krátkou dobou komprese. Komprese radiální tepny po výkonu nebyla v této studii spojena s žádným uzávěrem této tepny ani jinými lokálními komplikacemi kromě malého počtu klinicky nezávažných hematomů.

Studie srovnávající dvě odlišné metody detekce průchodnosti a uzávěru radiální tepny po transradiální koronární katetrizaci a intervenci prokázala srovnatelnou schopnost detekce průchodnosti i kompletního uzávěru tepny oběma metodami, tj. reverzním Barbeau testem a DUSG. Výskyt uzávěru radiální tepny po výkonu byl znovu mimořádně nízký, stejně jako výskyt ostatních komplikací. Studie zároveň potvrdila roli reverzního Barbeau testu jako metody volby. Pro

klinickou praxi je jednodušší a rychlejší než DUSG, který tak zůstává rezervován pro nejasné případy.

Analýza posledních dvou studií pak potvrdila mimořádně nízký výskyt lokálních komplikací u našich pacientů katetrizovaných a intervenovaných v jednodenním režimu. Uzávěr radiální tepny byl diagnostikován v <1% případů.

## 7. Soupis bibliografických citací

Allen, E.V. Thrombo-Angiitis Obliterans. *Bull N Y Acad Med*, 1942, 18(3): 165–189.

Aminian, A., Saito, S., Takahashi, A. et al. Comparison of a new slender 6 Fr sheath with a standard 5 Fr sheath for transradial coronary angiography and intervention: RAP and BEAT (Radial Artery Patency and Bleeding, Efficacy, Adverse evenT), a randomised multicentre trial. *EuroIntervention*, 2017, 13(5):e549-e556. ISSN: 1774-024X. DOI: 10.4244/EIJ-D-16-00816.

Barbeau, G.R., Arsenault, F., Dugas, L. et al. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: comparison with the Allen's test in 1010 patients. *Am Heart J.*, 2004, 147(3):489-93. ISSN 0002-8703. DOI: 10.1016/j.ahj.2003.10.038.

Bataille, Y., Déry, J.P., Larose, É. et al. Deadly association of cardiogenic shock and chronic total occlusion in acute ST-elevation myocardial Infarction. *Am Heart J.*, 2012,164(4):509-15. ISSN 0002-8703. doi: 10.1016/j.ahj.2012.07.008.

Bedford, R.F. Radial arterial function following percutaneous cannulation with 18- and 20-gauge catheters. *Anesthesiology*, 1977, 47(1):37-9. ISSN 0003-3022. doi: 10.1097/00000542-197707000-00009.

Bernat, I., Bertrand, O.F., Rokyta, R. et al. Efficacy and safety of transient ulnar artery compression to recanalize acute radial artery occlusion after transradial catheterization. *Am J Cardiol.*, 2011, 107(11):1698-701. ISSN 0002-9149. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.01.056.

Bernat, I., Horak, D., Stasek, J. et al. ST-segment elevation myocardial infarction treated by radial or femoral approach in a multicenter randomized clinical trial: the STEMI-RADIAL trial. *J Am Coll Cardiol.*, 2014, 63:964-72. ISSN 0735-1097. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.08.1651.

Bertrand, O.F., Larose, E., Rodés-Cabau, J. et al. Incidence, predictors, and clinical impact of bleeding after transradial coronary stenting and maximal antiplatelet therapy. *Am Heart J*, 2009, 157(1):164-9. ISSN 0002-8703. DOI: 10.1016/j.ahj.2008.09.010.

Boyer, N., Beyer, A., Gupta, V. et al. The effects of intra-arterial vasodilators on radial artery size and spasm: implications for contemporary use of trans-radial

access for coronary angiography and percutaneous coronary intervention. *Cardiovasc Revasc Med*, 2013, 14:321-324. ISSN 1553-838. DOI: 10.1016/j.carrev.2013.08.009.

Campeau, L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn*, 1989, 16:3-7.

Čihák, R. et al. *Anatomie 3*. 1. vyd. Praha: Grada, 1997. s. 101-108. ISBN 80-7169-140-2.

Dahm, J.B., Vogelgesang, D., Hummel, A. et al. A randomized trial of 5 vs. 6 French transradial percutaneous coronary interventions. *Catheter Cardiovasc Interv.*, 2002, 57(2):172-6. ISSN 1522-1946. DOI: 10.1002/ccd.10321.

Dangoisse, V., Guédès, A., Chenu P. et al. Usefulness of a Gentle and Short Hemostasis Using the Transradial Band Device after Transradial Access for Percutaneous Coronary Angiography and Interventions to Reduce the Radial Artery Occlusion Rate (from the Prospective and Randomized CRASOC I, II, and III Studies). *Am J Cardiol.*, 2017, 120(3):374-379. ISSN: 0002-9149. DOI: 10.1016/j.amjcard.2017.04.037.

Dharma, S., Kedev, S., Patel, T. et al. Radial artery diameter does not correlate with body mass index: A duplex ultrasound analysis of 1706 patients undergoing trans-radial catheterization at three experienced radial centers. *Int J Cardiol.*, 2017, 228: 169–172. ISSN 0167-5273. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.11.145.

Dharma, S., Kedev, S., Patel, T. et al. The predictors of post-procedural arm pain after transradial approach in 1706 patients underwent transradial catheterization. *Cardiovasc Revasc Med.*, 2018, ISSN 1553-8389. DOI: 10.1016/j.carrev.2018.09.006.

Ercan, S., Unal, A., Altunbas, G. Et al. Anxiety score as a risk factor for radial artery vasospasm during radial interventions: a pilot study. *Angiology*, 2014, 65(1):67-70. ISSN: 0003-3197. DOI: 10.1177/0003319713488931.

Gorgulu, S., Norgaz, T., Karaahmet, T. et al. Incidence and predictors of radial artery spasm at the beginning of a transradial coronary procedure. *J Interv Cardiol.*, 2013, 26(2):208-13. ISSN: 0896-4327. DOI: 10.1111/joic.12000.

Haladaj, R., Wysiadecki, G., Dudkiewicz, Z. et al. The High Origin of the Radial Artery (Brachioradial Artery): Its Anatomical Variations, Clinical Significance,



and Contribution to the Blood Supply of the Hand. *Biomed Res Int.*, 2018, 2018:1520929. ISSN 1110-7243 DOI: 10.1155/2018/1520929.

Chen, C.W., Lin, C.L., Lin, T.K. et al. A simple and effective regimen for prevention of radial artery spasm during coronary catheterization. *Cardiology*, 2006, 105:43-47. ISSN 1897-5593. DOI: 10.1159/000089246.

Ibanez, B., James, S., Agewall, S. et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *European Heart Journal*, 2018, 39: 119–177. ISSN 0195-668X. DOI:10.1093/eurheartj/ehx393.

Indolfi, C., Passafaro, F., Sorrentino, S. et al. Hand Laser Perfusion Imaging to Assess Radial Artery Patency: A Pilot Study. *J Clin Med.*, 2018, 7(10). ISSN 2077-0383. DOI: 10.3390/jcm7100319.

Jolly, S.S., Yusuf, S., Cairns, J., et al. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial. *Lancet*, 2011, 377:1409-1420. ISSN 0140-6736. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60404-2.

Kiemeneij, F., Laarman, G.J. Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation. *Cathet Cardiovasc Diagn*, 1993, 30(4):358. ISSN 0098-6569.

Kim, M.H., Cha, K.S., Kim, H.J. et al. Primary stenting for acute myocardial infarction via the transradial approach: a safe and useful alternative to the transfemoral approach. *J Invasive Cardiol*, 2000, 12: 292-296. ISSN 1042-3931.

Koga, S., Ikeda, S., Futagawa, K. et al. The use of a hydrophilic-coated catheter during transradial cardiac catheterization is associated with a low incidence of radial artery spasm. *Int J Cardiol*, 2004, 96(2):255-258. ISSN 0167-5273. DOI: 10.1016/j.ijcard.2003.07.016.

Kristic, I., Lukenda, J. Radial artery spasm during transradial coronary procedures. *J Invasive Cardiol*, 2011; 23: 527-31, ISSN 1042-3931.

Lo, T.S, Nolan, J., Fountzopoulos, E. et al. Radial artery anomaly and its influence on transradial coronary procedural outcome. *Heart*, 2009, 95:410–5. ISSN 1355-6037. DOI: 10.1136/hrt.2008.150474.

Mehran, R., Rao, S.V., Bhatt, D.L. et al. Standardized bleeding definitions for cardiovascular clinical trials: a consensus report from the Bleeding Academic

Research Consortium. *Circulation*, 2011, 123(23):2736-47. ISSN 0009-7322. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.009449.

Mehta, S.R., Jolly, S.S., Cairns, J. et al. Effects of radial versus femoral artery access in patients with acute coronary syndromes with or without ST-segment elevation. *J Am Coll Cardiol.*, 2012, 60(24):2490-9. ISSN: 0735-1097. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.07.050.

Neumann, F-J., Sousa-Uva, M., Ahlsson, A. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*, 2018, 00:1–96. ISSN 0195-668X. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394.

Nicolosi, A.C., Pohl, L.L., Parsons, P. et al. Increased incidence of radial artery calcification in patients with diabetes mellitus. *J Surg Res.*, 2002, 102(1):1-5. ISSN 0022-4804. DOI: 10.1006/jsre.2001.6303.

Obaid, D., Hailan, A., Chase, A. et al. Balloon-Assisted Tracking Use Reduces Radial Artery Access Failure in an Experienced Radial Center and is Feasible During Primary PCI for STEMI. *J Invasive Cardiol.*, 2017, 29(7):219-224. ISSN 1042-3931.

Okuyan, H., Hızal, F., Taçoy, G. et al. Angiographic evaluation of the radial artery diameter in patients who underwent coronary angiography or coronary intervention. *J Invasive Cardiol.*, 2013, 25(7):353-7. ISSN 1042-3931.

Oshima, A., Takeshita, S., Kozuma, K. et al. Intravascular ultrasound analysis of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.*, 2005, 79(1):99-103. ISSN 0003-4975. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2004.06.084.

Ostojić, Z., Bulum, J., Ernst, A. et al. Frequency of radial artery anatomic variations in patients undergoing transradial heart catheterization. *Acta Clin Croat.*, 2015, 54(1):65-72. ISSN 0353-9466.

Pancholy, S.B., Coppola J., Patel, T. et al. Prevention of radial artery occlusion-patent hemostasis evaluation trial (PROPHET study): a randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv.*, 2008, 72(3):335-340. ISSN 1522-1946. DOI: 10.1002/ccd.21639.

Pancholy, S.B. Comparison of the effect of intra-arterial versus intravenous heparin on radial artery occlusion after transradial catheterization. *Am J Cardiol.*, 2009, 104:1083-1085. ISSN 0002-9149. DOI: 10.1016/j.amjcard.2009.05.057.

Pancholy, S.B. Impact of two different hemostatic devices on radial artery outcomes after transradial catheterization. *J Invasive Cardiol.*, 2009, 21(3):101-4. ISSN 1042-3931.

Pancholy, S.B., Patel, T.M. Effect of duration of hemostatic compression on radial artery occlusion after transradial access, *Catheter Cardiovasc Interv*, 2012, 79: 78-81. ISSN 1522-726X. DOI: 10.1002/ccd.22963.

Pancholy, S.B., Palamaner Subash Shantha, G., Romagnoli, E. et al. Impact of access site choice on outcomes of patients with cardiogenic shock undergoing percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis. *Am Heart J*, 2015, 170: 353-361. ISSN 0002-8703. DOI: 10.1016/j.ahj.2015.05.001.

Pancholy, S.B., Bernat, I., Bertrand O.F. et al. Prevention of Radial Artery Occlusion After Transradial Catheterization: The PROPHET-II Randomized Trial. *JACC Cardiovasc Interv.*, 2016, 9(19):1992-1999. ISSN 1936-8798. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.07.020.

Patel, A., Parikh, R., Bertrand, O.F. et al. A novel patent hemostasis protocol - Prevention of pseudoaneurysm after tibiopedal arterial access for evaluation and treatment of peripheral arterial disease. *Cardiovasc Revasc Med.*, 2019, 20(7):598-602. ISSN 1553-8389. DOI: 10.1016/j.carrev.2018.08.023.

Patel, T., Shah, S., Pancholy, S. et al. Balloon-assisted tracking: a must-know technique to overcome difficult anatomy during transradial approach. *Catheter Cardiovasc Interv.*, 2014, 83(2):211-20. ISSN 1522-726X. DOI: 10.1002/ccd.24959.

Petroglou, D., Didagelos, MM., Chalikias, G. et al. Manual Versus Mechanical Compression of the Radial Artery After Transradial Coronary Angiography: The MEMORY Multicenter Randomized Trial. *JACC Cardiovasc Interv.*, 2018, 11(11):1050-1058. ISSN 1936-8798. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.03.042.

Radunovic, M., Vukcevic, B., Radojevic, N. et al. Superficial palmar branch of the radial artery: A study of occurrence and diameter. *Ann Anat.*, 2018, 220:55-59. ISSN 0940-960. DOI: 10.1016/j.aanat.2018.07.005.

Ramagnoli, E., Biondi-Zoccai, G., Sciahbasi, A. et al., Radial versus femoral randomized investigation in ST-segment elevation acute coronary syndrome: the RIFLE-STEACS (Radial Versus Femoral Randomized Investigation in ST-Elevation Acute Coronary Syndrome) study. *J Am Coll Cardiol.*, 2012, 60: 2481-2489. ISSN 0735-1097 . DOI: 10.1016/j.jacc.2012.06.017.

Rashid, M., Kwok, C.S., Pancholy, S. et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.*, 2016, 5 (1). ISSN 2047-9980. DOI: 10.1161/JAHA.115.002686.

Rathore, S., Stables, R.H., Pauriah, M. et al. A Randomized Comparison of TR Band and Radistop Hemostatic Compression Devices After Transradial Coronary Intervention. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010,76(5):660-7.ISSN 1522-726X. DOI: 10.1002/ccd.22615.

Ruiz-Salmerón, R.J., Mora, R., Vélez-Gimón, M. et al. Radial artery spasm in transradial cardiac catheterization. Assessment of factors related to its occurrence, and of its consequences during follow-up. *Rev Esp Cardiol.*, 2005, 58(5):504-11. ISSN 1885-5857

Saito, S., Miyake, S., Hosokawa, G. et al. Transradial coronary intervention in Japanese patients. *Catheter Cardiovasc Interv.*, 1999, 46:37-41. ISSN 1522-1946. DOI: 10.1002/(SICI)1522-726X(199901)46:1<37::AID-CCD10>3.0.CO;2-Y.

Sanmartin, M., Gomez, M., Rumoroso, J.R. et al. Interruption of blood flow during compression and radial artery occlusion after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2007, 70(2):185-9. ISSN 1522-1946. DOI: 10.1002/ccd.21058.

Schiano, P., Barbou, F., Chenilleau, M.C. et al. Adjusted weight anticoagulation for radial approach in elective coronarography: the AWARE coronarography study. *EuroIntervention*, 2010, 6:247-250. ISSN 1774-024X. DOI: 10.4244/

Spaulding, C., Lefèvre, T., Funck, F. et al. Left radial approach for coronary angiography: results of a prospectove study. *Cathet Cardiovasc Diagn*, 1996, 39: 365-70. ISSN 0098-6569. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0304(199612)39:4<365::AID-CCD8>3.0.CO;2-B.

Thiele, H., Ohman, E.M., de Waha-Thielem S. et al. Management of cardiogenic shock complicating myocardial infarction: an update 2019, *European Heart Journal*, 2019, Volume 40, Issue 32, 2671–2683, ISSN: 0195-668X. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz363.

Valgimigli, M., Gagnor, A., Calabró, P. et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial. *Lancet*, 2015, 385(9986):2465-76. ISSN: 0140-6736. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60292-6.

Campo G, Penzo C et. al. Transradial coronary catheterization and intervention across the whole spectrum of Allen test results. *J Am Coll Cardiol.*, 2014, 63(18):1833-41. ISSN: ISSN 0735-1097. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.12.043.

Wang, N., Yang, J., Yu, X. et al. Radial artery calcification in end-stage renal disease patients is associated with deposition of osteopontin and diminished expression of alpha-smooth muscle actin. *Nephrology (Carlton).*, 2008, 13(5):367-75. ISSN 1440-1797. DOI: 10.1111/j.1440-1797.2008.00941.

Yonetsu, T., Kakuta, T., Lee, T., et al. Assessment of acute injuries and chronic intimal thickening of the radial artery after transradial coronary intervention by optical coherence tomography. *Eur Heart J*, 2010, 31:1608-1615. ISSN 0195-668X. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq102.

Zarzecki, M.P., Popieluszko, P., Zayachkowski, A. et al. The surgical anatomy of the superficial and deep palmar arches: A Meta-analysis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2018, 71(11):1577-1592. ISSN 748-6815. DOI: 10.1016/j.bjps.2018.08.014.

Zhou, Y., Kiemeneij, F., Saito, S. et al. *Transradial Approach for Percutaneous Interventions*. Dordrecht (Holandsko): Springer, 2017, s. 33-40. ISBN 978-94-017-7349-2.



## 8. Seznam publikací

### Publikace v recenzovaných časopisech bez IF – 1. autor:

**Jirous, S.**, Bernat, I., Durspek, J., Rokyta, R. Patent hemostasis and comparison of two compression devices after transradial coronary catheterization and intervention. *Cor et Vasa*, 2018, vol. 60 (2): 122-126. ISSN 0010-8650. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crvasa.2017.07.003>

### Články v časopisech s IF – spoluautor:

Bernat, I., Abdelaal, E., Plourde, G., Bataille, Y., Cech, J., Pesek, J., Koza, J., **Jirous, S.**, Machaalany, J., Déry, J.P., Costerousse, O., Rokyta, R., Bertrand, O.F. Early and late outcomes after primary percutaneous coronary intervention by radial or femoral approach in patients presenting in acute ST-elevation myocardial infarction and cardiogenic shock. *Am Heart J*. 2013 Mar;165(3):338-43. ISSN 0002-8703. DOI: 10.1016/j.ahj.2013.01.012. **IF 4,497**

Hromadka, M., Bernat, I., Seidlerova, J., **Jirous, S.**, Dragounova, E., Pechman, V., Tumová, P., Rokyta, R. Access-site bleeding and radial artery occlusion in transradial primary percutaneous coronary intervention: influence of adjunctive antiplatelet therapy. *Coron Artery Dis*. 2016 Jun;27(4):267-72. ISSN 0954-6928. DOI: 10.1097/MCA.0000000000000352 **IF 1,554**

Sionova, M., Blasko, P., **Jirous, S.**, Vindis, D., Rokyta, R., Motovska, Z. Association of polymorphisms of platelet receptors GPIa (807C>T), GPVI (13254T>C), and P2Y12 (34C>T and H1/H2 haplotype) with increased risk of periprocedural bleeding in patients undergoing coronary angiography/percutaneous coronary intervention. *Postepy Kardiol Interwencyjne*. 2017;13(3):202-209. ISSN 1734-9338. DOI: 10.5114/aic.2017.70187 **IF 0,917**

Sionova, M., Blasko, P., **Jirous, S.**, Vindis, D., Rokyta, R., Posch, L., Motovska, Z. Number of severe bleeding complications according to classification used: Is unified classification of bleeding complications really necessary? *Cardiol J*. 2015;22(6):665-74. ISSN 1897-5593. DOI: 10.5603/CJ.a2015.0044. **IF 1,062**

**Abstrakta časopisech s IF – spoluautor:**

Bernat, I., Bertrand, O.F., **Jirous, S.**, Rokyta, R. Transradial PCI via 4 French diagnostic catheters - initial experience. *J Invasive Cardiol* 2013;25: Supplement E;12E. **IF 1,569**

## **9. Poděkování**

Děkuji tímto svému školiteli, doc. Ivovi Bernatovi, Ph.D., za odbornou pomoc a rady při realizaci výzkumu. Dále děkuji celému týmu intervenční kardiologie a kardiostacionáře Kardiologické kliniky FN a LF UK Plzeň za pomoc při provádění výzkumu.