

Univerzita Karlova

Lékařská fakulta v Plzni



Autoreferát disertační práce

Minimálně invazivní postupy v léčbě ICHS

**Minimally invasive approaches in the treatment of coronary artery
disease**

MUDr. David Horák

Plzeň 2024

Disertační práce byla vypracována v rámci kombinovaného doktorského studijního programu Vnitřní nemoci (P5129) na kardiologické klinice LF UK a FN v Plzni.

Uchazeč: MUDr. David Horák
Kardiologická klinika Fakulty Zdravotnických Studií Univerzity J.E.Purkyně
Sociální péče 3316/12A, 400 11 Ústí nad Labem

Předseda oborové rady: Prof. MUDr. Martin Matějovič, Ph.D.
I.interní klinika LF a FN Plzeň, Alej Svobody 80, 323 00 Plzeň

Školitel: Prof. MUDr. Ivo Bernat, Ph.D.
Kardiologická klinika LF a FN Plzeň, Alej Svobody 80, 323 00 Plzeň

Oponenti: Prof. MUDr. Petr Ošťádal, Ph.D., FESC
Kardiologická klinika 2. LF UK a FN Motol, V Úvalu 84, 150 06 Praha 5

Doc. MUDr. Martin Mates, CSc.
Kardiovaskulární centrum, Nemocnice Na Homolce, Roentgenova 37/2,
150 30 Praha 5

Obhajoba disertační práce před komisí pro obhajobu disertačních prací studijního programu Vnitřní nemoci (P5129)

se koná dne: 11.6.2024 v 15:30 hod.

Místo obhajoby: I. Interní klinika FN Plzeň, Alej Svobody 80, 323 00 Plzeň

S disertační prací je možno se seznámit na děkanátě Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Plzni, alej Svobody 76, Plzeň.

Obsah

1	ABSTRAKT	3
2	SUMMARY	4
3	ÚVOD	5
4	VÝCHODISKO	9
5	CÍLE	9
6	HYPOTÉZY	9
7	METODOLOGIE	10
7.1	PILOTNÍ PROJEKT – ZAHÁJENÍ RUTINNÍHO POUŽÍVÁNÍ DRA VE FN PLZEŇ	10
7.2	PARTICIPACE NA PROJEKTU DISCO-RADIAL.....	11
7.2.1	<i>Cíle studie a metodika</i>	13
7.2.2	<i>Analýza dat a statistické hodnocení</i>	13
7.3	DISTÁLNÍ RADIÁLNÍ PŘÍSTUP A POSTPROCEDURÁLNÍ ULTRAZVUKOVÉ HODNOCENÍ DISTÁLNÍ A PROXIMÁLNÍ RADIÁLNÍ TEPNY	14
7.3.1	<i>Cíle práce a metodika</i>	14
7.3.2	<i>Duplexní ultrasonografie při hodnocení tepny</i>	16
7.3.3	<i>Analýza dat a statistické hodnocení</i>	16
7.4	SYSTEMATICKÉ VYUŽITÍ ULTRAZVUKU PŘI ZÍSKÁNÍ DISTÁLNÍHO RADIÁLNÍHO ARTERIÁLNÍHO PŘÍSTUPU	17
7.4.1	<i>Cíle práce a metodika</i>	17
7.4.2	<i>Systematické – rutinní použití ultrazvukem vedené punkce</i>	17
7.4.3	<i>Statistická analýza</i>	18
7.5	TECHNIKA PUNKCE ZA POUŽITÍ UZ	19
8	VÝSLEDKY	21
8.1	PILOTNÍ PROJEKT – ZAHÁJENÍ RUTINNÍHO POUŽÍVÁNÍ DRA VE FN PLZEŇ	21
8.2	PARTICIPACE NA PROJEKTU DISCO-RADIAL.....	22
8.3	DISTÁLNÍ RADIÁLNÍ PŘÍSTUP A POSTPROCEDURÁLNÍ ULTRAZVUKOVÉ HODNOCENÍ DISTÁLNÍ A PROXIMÁLNÍ RADIÁLNÍ TEPNY	26
8.4	SYSTEMATICKÉ VYUŽITÍ ULTRAZVUKU PŘI ZÍSKÁNÍ DISTÁLNÍHO RADIÁLNÍHO ARTERIÁLNÍHO PŘÍSTUPU	28
9	DISKUSE	31
10	LIMITACE	35
11	ZÁVĚRY DISERTAČNÍ PRÁCE	36
12	SEZNAM ZKRATEK	37
13	SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA	38
13.1	PUBLIKACE VZTAHUJÍCÍ SE K DISERTAČNÍ PRÁCI S IF (1-7) A BEZ IF (8-13).....	38
13.2	PUBLIKACE AUTORA, KTERÉ SE BEZPŘÍMĚ NEVZTAHUJÍ K DISERTAČNÍ PRÁCI	40
14	POUŽITÁ LITERATURA:	42

1 ABSTRAKT

Srdeční katetrizace provedená přes distální radiální tepnu (DRA) z oblasti anatomického snuffboxu nebo distálního dorsálního radiálního přístupu je nová metoda arteriálního přístupu. Oproti konvenčnímu radiálnímu přístupu (cTRA) přináší některé výhody mezi něž patří výrazné omezení postprocedurální okluze radiální tepny (RAO), zkrácení času nutného k hemostáze, snížení počtu krvácivých komplikací a jejich závažnosti. Tato metoda usnadňuje využití nedominantní, levé horní končetiny (LHK) i pro operatéry zvyklé přistupovat ke katetrizaci z pravé HK.

CÍLE: 1) zavést distální radiální arteriální přístup (dTRA) při srdeční katetrizaci pro pacienty s podezřením na nebo již známou ischemickou chorobou srdeční. 2) Optimalizovat systém postprocedurální péče o radiální tepnu po výkonu z distální radiální arterie. 3) Prokázat použitelnost levého distálního radiálního přístupu v rutinní klinické praxi. 4) Prokázat přínos rutinního použití ultrazvukem vedených punkcí distální radiální arterie.

METODIKA A VÝSLEDKY: 1) Do pilotního projektu screenovali 75 pacientů vhodných pro provedení katetrizačního vyšetření cestou DRA. Na základě ultrazvukových kritérií bylo do projektu zařazeno 55 pacientů. Z nich bylo úspěšně katetrizováno 46(84%). Z levé, nedominantní končetiny bylo provedeno 91% výkonů. Zachytili jsme pouze dvě klinicky nezávažné komplikace. U žádného z katetrizovaných pacientů nebyl přítomný postprocedurální RAO.

2) Participace na první velké randomizované studii DISCO-RADIAL porovnávající primárně RAO v proximální radiální arterii (PRA) u dTRA a cTRA u širokého spektra pacientů. V 15 centrech bylo celkem zařazeno 1307 pacientů z nichž 650 bylo randomizováno pro dTRA. Stabilní formy ICHS mělo 84% pacientů, 16% akutní koronární syndrom. Práce potvrdila nízký výskyt RAO dTRA (0,31%). Zdánilivě překvapivý nález velmi nízkého RAO ve skupině cTRA potvrzuje, že důsledná prevence RAO vede k zásadnímu snížení RAO i u cTRA. Frekvence komplikací byla velmi nízká v obou skupinách (vaskulární komplikace a závažné krvácení pod 1,2%). Frekvence selhání dTRA (7,4%) byla proti cTRA (3,5%) statisticky signifikantně vyšší. 3) Ve třetí části práce jsme se zaměřili na UZ hodnocenou postprocedurální průchodnost DRA a optimalizaci hemostatického protokolu. Bylo zařazeno celkem 115 pacientů s dTRA (20% ženy, 97% přístup z LHK, 15% 6F instrumentarium, 85% 5F, 34% PCI). Komprese byla provedena pomocí modifikovaného přípravku TR Band specifickým, zjednodušeným protokolem. U žádného pacienta nebyla zachycena RAO ani v PRA ani v DRA. Nebyly přítomné žádné komplikace. Kompresní čas pod 90 min. mělo 80% pacientů. Ve srovnání s předchozími pracemi je čas hemostázy významně kratší než při cTRA.

4) Pacienti bez hmatné DRA nejsou většinou shledáni pro dTRA vhodnými. V této části práce jsme zjišťovali, zda pomocí UZ je možné bezpečně i tyto pacienty katetrizovat cestou DRA a umožnit tak širší populaci profitovat z dTRA. Do studie jsme zařadili 100 konsekutivních pacientů bez preselekcce palpací. 11% mělo nehmatnou DRA; pomocí UZ naváděné punkce byla katetrizace možná v 82%. Celkem bylo možno provést vyšetření u 94% pacientů v neselektované populaci.

ZÁVĚR: Katetrizace cestou DRA vedou k minimalizaci invazivity diagnosticko-terapeutických katetrizací u pacientů s podezřením na nebo již známou ICHS. Omezení komplikací, zkrácení hemostatických časů, facilitace levostranného přístupu vede ke zvýšení bezpečnosti a zvýšení komfortu jak pro pacienty, tak pro katetrizující lékaře. Metoda významně usnadňuje logistiku jednodenních výkonů. Je vhodná pro široké, většinové spektrum pacientů s ICHS.

2 SUMMARY

Cardiac catheterization performed via the distal radial artery (DRA) from the anatomical snuffbox or distal dorsal radial access is a new method of arterial access. Compared to the conventional radial approach (cTRA), it offers some advantages including a significant reduction in postprocedural radial artery occlusion (RAO), reduction in the time required for hemostasis, and reduction in bleeding complications and their severity. This method facilitates the use of the non-dominant, left upper limb (LUE) even for operators accustomed to approaching catheterization from the right UE.

OBJECTIVES: 1) To introduce the distal radial artery approach (dTRA) in cardiac catheterization for patients with suspected or known coronary artery disease. 2) To optimize the system of post-procedural care after surgery from the distal radial artery. 3) To demonstrate the utility of the left distal radial approach in routine clinical practice. 4) To demonstrate the benefit of routine use of ultrasound-guided distal radial artery punctures.

METHODS AND RESULTS: 1) We screened 75 patients suitable for catheterization via the DRA route in a pilot project. Based on ultrasound criteria, 55 patients were included. Of these, 46(84%) were successfully catheterized. 91% of procedures were performed from the left, non-dominant limb. Only two clinically non-serious complications were captured. No postprocedural RAO was present in any of the catheterized patients.

2) Participation in the first large, randomized DISCO-RADIAL trial comparing primary RAO in the proximal radial artery (PRA) in dTRA and cTRA in a wide range of patients. A total of 1307 patients were enrolled in 15 centers of which 650 were randomized to dTRA. Stable forms of CHD accounted for 84% of patients, and 16% had acute coronary syndrome. This work confirmed the low RAO rate in dTRA (0.31%). The surprising finding of very low RAO in the cTRA group seems to confirm that rigorous RAO prevention leads to a substantial reduction of RAO in cTRA. The complication rate was very low in both groups (vascular complications and major bleeding below 1.2%). The crossover rate in dTRA (7.4%) versus cTRA (3.5%) was statistically significantly higher.

3) In the third part of the study, we focused on the ultrasound-assessed postprocedural patency of DRA and optimization of the hemostatic protocol. A total of 115 dTRA patients were included (20% female, 97% LUE access, 15% 6F catheters, 85% 5F, 34% PCI).

Compression was performed using a modified TR-Band tool with a specific, simplified protocol. No patient had RAO captured in either PRA or DRA. No complications were present. Compression time was below 90 min in 80% of patients. Compared with previous works, hemostasis time was significantly shorter than in cTRA.

4) Patients without palpable DRA are usually not found suitable for dTRA. In this part of the paper, we investigated if ultrasound-guided puncture can also be used to safely catheterize these patients via the DRA, allowing a wider population to benefit from dTRA. We enrolled 100 consecutive patients in the study without preselection by palpation. 11% had non-palpable DRA; using ultrasound-guided puncture, catheterization was possible in 82%. Overall, 94% of patients in the unselected population could be examined.

CONCLUSION: Catheterization by DRA leads to minimization of diagnostic and therapeutic invasiveness in patients with suspected or known ICHS. Reduction of complications, reduction of hemostatic times, and facilitation of left-sided access lead to increased safety and comfort for both patients and catheterizing physicians. The method significantly improves the logistics of same-day procedures. It is suitable for a broad, majority spectrum of patients with IHD.

3 Úvod

Od samotného vzniku katetrizačně intervenčních metod v léčbě ischemické choroby srdeční (ICHS), který by bylo možné datovat od první angioplastiky věnčitých tepen provedené v r. 1977 A. Gruentzigem, probíhá jejich trvalý dynamický vývoj. Cílem těchto postupů je poskytnout pacientům optimální ošetření při co nejmenším (*nejméně agresivním*) zásahu do integrity organismu. To zamezuje vzniku komplikací spojených s přílišnou invazivitou postupu, urychluje hojení vstupního místa a zkracuje dobu rehabilitace po výkonu.

Zkracování doby hospitalizace umožnilo provádění jednodenních výkonů (1–3). To vedlo k výraznému zvýšení komfortu, ale i bezpečnosti spojené s kratším pobytem ve zdravotnickém zařízení. Zkracování pobytu změnilo logistiku nemocničních výkonů, které se začaly provádět při pobytu pacientů v denních stacionářích.

Snížila se pracovní zátěž ošetřujícího personálu a ne nepodstatné jsou i ekonomické úspory spočívající mimo jiné v limitaci prostor, potřeb a služeb nutných pro management pacientů (4).

K uvedeným změnám mohlo dojít zejména v souvislosti se zavedením méně invazivního radiálního přístupu (tedy přes radiální tepnu na zápěstí) místo do té doby standardního femorálního (vstupní místo do arteriálního řečiště je a. femoralis v inguině). Radiální přístup vedl mimo jiné k výraznému snížení počtu komplikací (řádově 10x) v místě vstupu do arteriálního řečiště (5–7).

Paralelně s tím se rozvíjejí další metodiky a technologie, které optimalizují výsledky diagnostických i intervenčních technik optimalizují. Jejich kompletní rozbor vybočuje z rámce této práce, a proto jmenuji jen některé.

V první řadě musím zmínit invazivní zobrazovací metody, zejména intravaskulární ultrazvukové vyšetření (IVUS) a zobrazení pomocí optické koherentní tomografie (OCT). Důležité jsou také hemodynamické metody poskytující informace o průtoku ve věnčitých tepnách (koronární fyziologie). Tyto metody umožňují komplementárním způsobem kvantifikovat stenotická postižení věnčitých tepen. Použití intravaskulárních zobrazovacích metod a hemodynamického vyšetření doplňuje a zpřesňuje angiografické zobrazovací metody. Tyto metody byly validované v celé řadě klinických studií a jejich použití má vliv na

volbu dalšího postupu (8). Umožňuje například komplexní plánování kompletní revaskularizace pacientů po proběhlých akutních koronárních syndromech (9,10).

U akutních koronárních syndromů se objevuje snaha o odstranění trombotických hmot tromboaspirací s cílem zlepšit průtok v infarktové tepně a zlepšit ochrany myokardu před ischemií a nekrózou (11–13). Byť tyto studie neprokázaly vhodnost rutinní tromboaspirace, rozšířili naše znalosti o možnostech ovlivnění koronárního průtoku v souvislosti s intrakoronární trombózou.

Rozvíjejí se také techniky pro ošetření komplexních lézí, mezi které patří bifurkační léze a ošetřování chronických totálních okluzí.

Zcela stranou ponechávám nezanedbatelné pokroky ve farmakoterapii.

Zásadním jmenovatelem minimálně invazivních metod (pro léčbu ICHS) je přístup k věnčitým tepnám, který se posunul od původně otevřeného chirurgického přístupu přes sternotomii k přístupu punkčním přes tepenné řečiště. Každá z kardiologických invazivně intervenčních technik je rámována na začátku vstupem do organismu, typicky do tepenného systému a je ukončen nastolením hemostázy po stažení instrumentária opět typicky z tepenného řečiště, a to často u pacienta s aktivní antitrombotickou léčbou.

Prvním a po dlouhou dobu standardním přístupem byla společná femorální tepna v inguině. Významným pokrokem byla změna preferovaného arteriálního přístupu z femorálního na radiální. Transradiální přístup (TRA) se začíná ve velké míře užívat zejména kontinentální Evropě přibližně od r. 1990. V ČR dochází k významnému rozvoji TRA od r. 2007 (2,3,14,15). V roce 2009 vznikají ve FN Plzeň a v Krajské nemocnici Liberec první moderní kardiostacionáře podle vzoru Nizozemské nemocnice OLVG. Stacionář Plzeňské kardiologické kliniky je dnes citován jako vzor v mezinárodně uznávané učebnici intervenční kardiologie (16).

Zavedení TRA znamenalo významné snížení krvácivých komplikací spojených s invazivními procedurami. Tento trend se projevil ve snížení morbidity a mortality u nemocných léčených pomocí katetrizačních metod a posléze se radiální přístup stal v doporučení Evropské kardiologické společnosti (ESC) arteriálním přístupem první volby s úrovní doporučení IA nejprve pro pacienty s akutními koronárními syndromy (AKS) a posléze obecně doporučovaným přístupem pro všechny perkutánní revaskularizace (17,18).

Přes významný, přibližně desetinásobný, pokles komplikací svázaných s místem vstupu do tepenného řečiště však není TRA zcela prost komplikací (19,20).

Komplikací s nejvyšší frekvencí je postprocedurální uzávěr radiální tepny na předloktí (RAO – Radial Artery Occlusion). Ten se vyskytuje v poměrně širokém rozmezí od hodnot pod 1% až 7% i více procent (21–23). Výskyt RAO lze významně snížit pod 1% implementací pokročilých hemostatických protokolů – tzv. perfúzní (nonokluzivní) hemostázy (24). Jde o relativně složitý protokol, vyžadující expertízu, čas a podrobné zaškolení ošetřujícího, zejména středního zdravotnického personálu.

I další málo frekventní komplikace, mohou být pro pacienty nepříjemné a některé i nebezpečné s potenciálem trvalých následků. Mezi ně lze zařadit přetrvávající dysfunkce ruky. Vzácnou akutní komplikací je obávaný kompartment syndrom akutně ohrožující končetinu.

Snahy o zvýšení bezpečnosti a komfortu pro pacienty jsou patrná z používání primárně nedominantní končetiny. Úsilí o snížení invazivity tak vede i ke zkoumání možností jiných vstupů do arteriálního řečiště a mezi ně lze zařadit i distální radiální přístup.

Distální radiální přístup má překvapivě dlouhou historii. První publikace o využití DRA byla uveřejněna v roce 1977 v souvislosti s invazivní monitorací pediatrických pacientů (25). O pět let později publikuje Pyles s kolegy zprávu o využití DRA u perioperačního invazivního monitoringu pacientů (26). Cílem byla snaha o snížení rizika ischemie ruky během invazivního sledování. V r. 1966 byla distální radiální tepna použita pro vytvoření dialyzační fistule se záměrem zachovat další místa proximálně pro použití při případném zániku či poškození stávajícího zkratu (27).

O patnáct let později popsal Babunashvili využití distální radiální arterie (DRA) k rekanalizaci uzávěrů v proximální radiální tepně (28). Na základě zkušeností Kaledina a Roghaniho s tisíci respektive stovkami pacientů publikoval Ferdinand Kiemeneij v roce 2017 první systematickou práci, která detailně popisuje využití levého distálního radiálního přístupu (ldTRA) při srdečních katetrizacích (29–31).

S použitím nových technologií, včetně tenkostěnných cévních zavaděčů, získává distální radiální přístup stále větší popularitu mezi lékaři, kteří běžně využívají konvenční radiální přístup jak pro koronární, tak mimokoronární procedury (32,33).

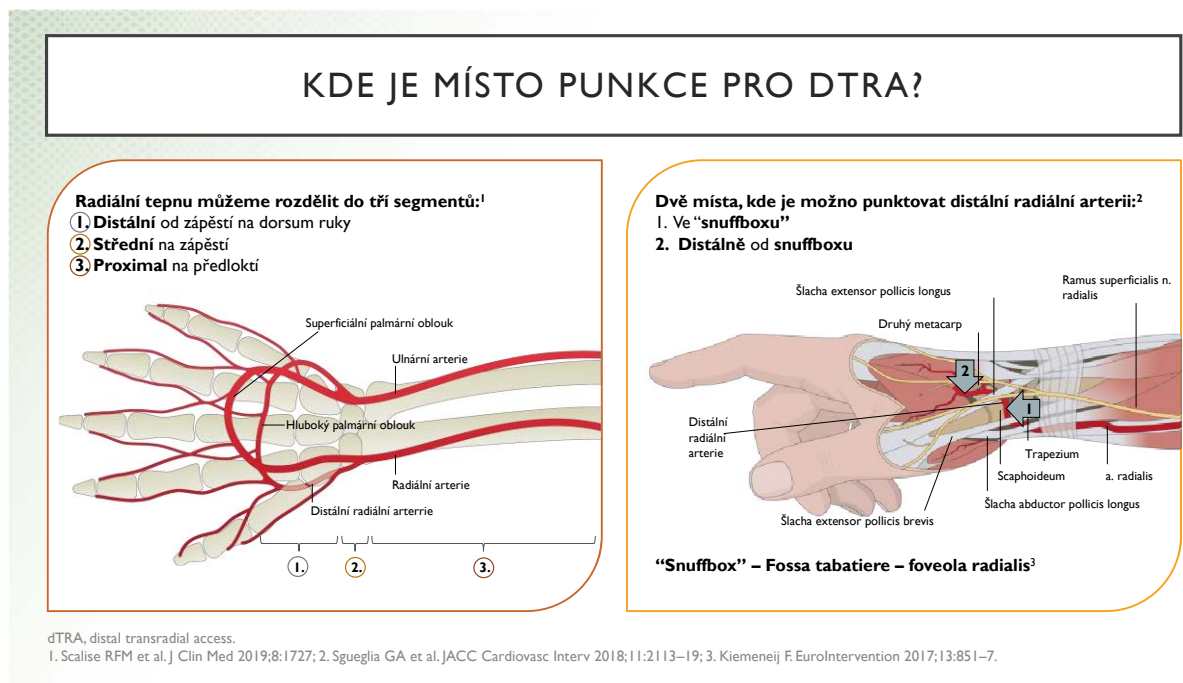
Existuje několik důvodů, proč popularita distálního transradiálního přístupu (dTRA) roste. Za prvé, publikované práce konzistentně ukazují, že výskyt okluze radiální tepny (RAO) jak v místě konvenčního, tak distálního přístupu je velmi nízký, méně než 1-2% (23,34–38). Naopak, v metaanalýze z roku 2016 byla u konvenčního radiálního přístupu zjištěna RAO ve

24 hodinách u 7,7% pacientů, která klesla na 5,5% na konci prvního týdne (21). Snížení RAO v místě konvenčního radiálního přístupu (proximální radiální tepna) po katetrizaci cestou DRA lze vysvětlit absencí poranění stěny tepny způsobené punkcí a kompresí proximální radiální tepny (PRA) (24,39).

Dále existuje také zřetelná tendence k menšímu výskytu krvácivých a dalších komplikací při použití dTRA (34,35,37,38). Anatomické hledisko bere v potaz místo punkce v anatomickém snuffboxu nebo distální dorsální radiální tepně (DDRA), které je až za odstupem větve pro hluboký palmární oblouk. Ta zásobuje ruku v případě uzávěru v místě punkce DRA (40–42) (viz též Obrázek 1).

Další z výhod distálního radiálního přístupu je usnadnění výkonu z nedominantní - levé horní končetiny, pro přirozenou polohu končetiny během katetrizace.

Využití distální radiální tepny jako primárního místa punkce může efektivně šetřit proximální radiální tepnu pro budoucí použití při dalších katetrizačních výkonech, pro dialyzačního zkrat či jako bypassový štěp (43).



Obrázek 1: Anatomie a místa punkce DRA. 1 SnuffBox, 2 DDRA.

4 Východisko

Od roku 2018 je klasický radiální přístup ze zápěstí (tzv. konvenční proximální) v doporučených postupech Evropské kardiologické společnosti pro perkutánní intervenční léčbu ischemické choroby srdeční uváděn v třídě doporučení I. s úrovní důkazů A. Levý radiální přístup je využíván zcela výjimečně, a to u méně než 5% pacientů (44). Od roku 2017 byly postupně publikovány první práce s použitím nového tepenného přístupu, tzv. distálního radiálního. V České republice se tento přístup dosud vůbec nepoužíval.

5 Cíle

1. Zavést distální radiální přístup jako zcela nový inovativní přístup ke koronárním katetrizacím a intervencím u pacientů s podezřením nebo již zjištěnou ischemickou chorobou srdeční.
2. Optimalizovat systém postprocedurální péče o radiální tepnu distálním přístupem vhodným hemostatickým protokolem.
3. Prokázat použitelnost IdTRA v rutinní klinické praxi.
4. Prokázat, že rutinní použití ultrazvukem vedených punkcí distální radiální arterie v rutinní klinické praxi je přínosné.

6 Hypotézy

1. DRA umožní jednodušší, kratší a bezpečnější zajištění hemostázy a bude minimalizovat lokální komplikace po invazivních výkonech.
2. Elektivní katetrizační a intervenční výkony prováděné v jednodenním režimu bude možné zcela bezpečně provádět u většiny pacientů oběma přístupy. Použití specifických hemostatických protokolů zajistí bezpečnou, časově a pro ošetřující personál co nejméně náročnou hemostázu u cTRA i dTRA.
3. Výkony bude možné rutinně provádět pacientovi z nedominantní, tj. převážně levé horní končetiny pacienta.
4. DRA se stane rovnocennou alternativou ke konvenčnímu radiálnímu přístupu, případně se stane arteriálním vstupem první volby ke koronárním

katetrizacím a intervencím. Použití ultrazvuku pro vedení punkce umožní dTRA i u pacientů s minimálně hmatnou nebo nehmatnou DRA.

7 Metodika

7.1 Pilotní projekt – zahájení rutinního používání DRA ve FN Plzeň

Možnost provedení katetrizace cestou DRA byla demonstrována na několika observačních klinických registrech a menších klinických studiích (23). Tyto práce prokázaly dostatečně vysokou technickou úspěšnost a zejména nízký výskyt RAO v proximální radiální tepně ve srovnání s konvenčním radiálním přístupem. Hemostáza byla prováděna převážně prostou bandáží, tedy bez pokročilých technik používajících specifické kompresní prostředky. Rozdíl ve výskytu RAO 24 hodin po výkonu mezi DRA a cTRA byl zkoumán například ve studii DAPRAO (45), ve které byli pacienti randomizováni k výkonu buď z cTRA nebo z DRA.

Od začátku roku 2020 jsme začali na našem pracovišti zavádět distální radiální přístup jako standardní arteriální vstup u pacientů s plánovanou koronarografií nebo PCI. Prvních 75 pacientů vyšetřených z DRA bylo přijato na kardiostacionář nebo standardní lůžkové oddělení Kardiologické kliniky FN Plzeň k srdeční katetrizaci. Před plánovaným výkonem byli vyšetřeni duplexní sonografií (DUSG, přístroj GE Vivid S6, lineární sonda 9L 2,4-10,0 MHz). Byl jim měřen průměr radiální tepny na zápěstí v místě konvenčního radiálního přístupu a dále v obou místech distálního radiálního přístupu tedy v anatomickém snuffboxu (SB) a dále těsně za šlachou dlouhého extenzoru palce (DDRA – distal dorsal radial access) jak je patrné z Obrázku 1. U všech pacientů byla radiální tepna ve všech třech místech palpovatelná. Dostatečné kolaterální zásobení ruky přes ulnární tepnu bylo potvrzeno pomocí Barbeau testu. Protože se jednalo o první sérii pacientů vyšetřených z distálního radiálního přístupu v České republice stanovili jsme si z důvodu bezpečnosti následující kritéria pro provedení srdeční katetrizace a/nebo intervence:

- 1) Výška pacienta ≤ 190 cm (délka běžně používaných katétrů -100 cm nemusí být při distálně voleném místě punkce dostatečná k dosažení ústí věnčitých tepen)
- 2) U pacientů antikoagulovaných warfarinem hodnota INR ≤ 2
- 3) Průměr distální radiální tepny v místě punkce ≥ 2 mm.

- 4) Souhlas pacienta s výkonem z levé horní končetiny – u většiny pacientů z nedominantní.

U prvních 55 pacientů měla třetina pacientů průměr distální radiální tepny menší než 2 mm a byla tak vyřazena a mohli jsme výkon provést pouze u 37 z 55 pacientů. Z toho důvodu jsme snížili tuto hranici u následujících 20 pacientů na $\geq 1,8$ mm. Z těchto pacientů již měli průměr pod 1,8 mm pouze 2 pacienti a vyšetřeno bylo tedy 18 z 20 pacientů (90%). Celkově tedy bylo zařazeno 55 ze 75 screenovaných pacientů.

Výkony provádělo celkem pět intervenčních kardiologů s mnohaletými zkušenostmi se standardním radiálním přístupem. Po lokální anestezii 1–2 ml 1% trimecain-hydrochloridem subkutánně byl po úspěšné kanylaci tepny zaveden sheath 5F Glidesheath Slender (Terumo) 44x a 6F Glidesheath Slender 3x. Následně byl podán nefrakcionovaný heparin (UFH) v dávce 5 000 IU a 200 ug isosorbid-dinitrátu intraarteriálně. Dávka heparinu byla v případě PCI a vyšší hmotnosti pacienta navýšena. Celkem 4x byl výkon proveden u pacientů před plánovaným zařazením do dialyzačního programu.

Ke kompresi tepny po výkonu jsme používali upravený TRBand (Terumo™), ze kterého jsme vyjmuli jeho pevnou plastovou část. Dále jsme pokračovali podle modifikovaného protokolu pro kompresi proximální radiální tepny, který je zjednodušen o oxymetrické stanovení průtoku v komprimované tepně a je tedy jednodušší (viz též Tabulka 1 a Obrázek 2).

7.2 Participace na projektu DISCO-RADIAL

Projekt DISCO-RADIAL (Distal vs Conventional Radial Access - NCT04171570) byla prospektivní, multicentrická, mezinárodní, otevřená randomizovaná studie jejímž cílem bylo posoudit výhodnost DRA ve srovnání s konvenční TRA zejména s ohledem na výskyt RAO na předloktí resp. v místě konvenčního přístupu při propuštění z nemocnice.

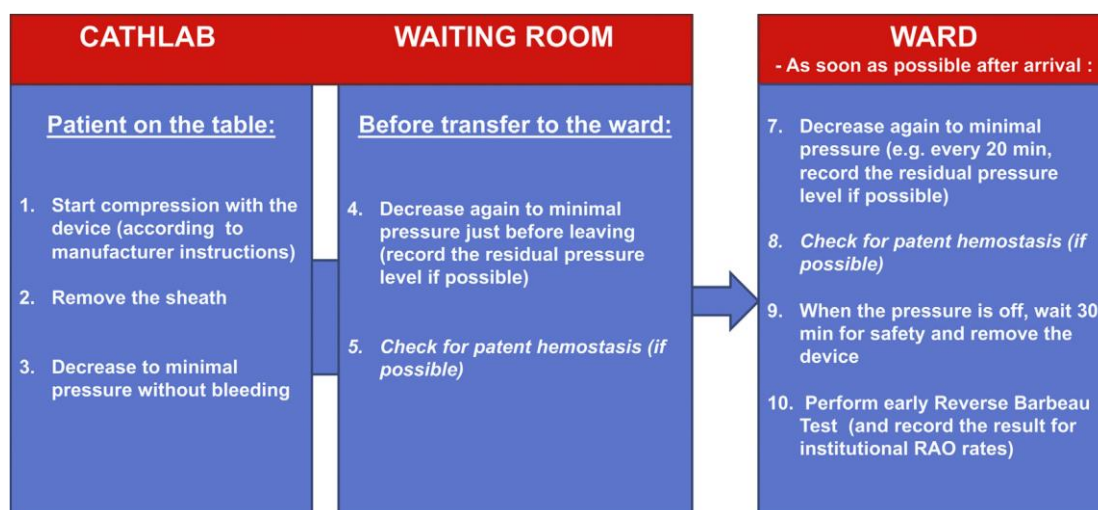
Do studie bylo plánováno zařazení 1300 vhodných pacientů u kterých byla plánována SKG a/nebo PCI pro podezření nebo známou ICHS nebo AKS bez ST elevací. Vhodnost pro zařazení do studie byla stanovena palpací radiální tepny v místě standardního radiálního přístupu a v místě distální radiální tepny. Pokud byl podle posouzení operátéra dostatečně kvalitní puls v obou místech, byl pacient shledán vhodným pro randomizaci. Vhodní pacienti byli randomizováni v poměru 1:1 pomocí internetového interaktivního randomizačního

systemu. Ve studii byl u všech pacientů používán 6F cévní zavaděč Glidesheath Slender (tenkostěnný cévní zavaděč firmy Terumo) jako standardního cévního zavaděče(46). Pacienti byli zařazováni v různých centrech v Evropě a Japonsku. Studie byla provedena v souladu s Helsinskou deklarací, schválena etickou komisí a všichni pacienti poskytli informovaný souhlas.

Vylučovacími kritérii byla chronická hemodialýza, infarkt myokardu s elevací úseku ST a plánovaná PCI pro chronickou totální okluzi věnčité tepny. Pacienti byli sledováni až do propuštění z nemocnice.

Volba pravé nebo levé radiální tepny byla ponechána na uvážení operátora, stejně jako použití ultrazvuku k vedení arteriální punkce.

Po lokální anestezii byla pro zavedení vaskulární zavaděče použita standardní technika shodná pro oba přístupy. Po zavedení 6F Glidesheath Slender (GSS) byl podán intraarteriálně spasmolytický koktejl sestávající z ředěného verapamilu (alternativně se podává roztok nitroglycerinu). Zmíněný koktejl slouží k prevenci arteriálního spasmu. Všichni pacienti také dostali úvodní bolus 5 000 IU UFH, v případě potřeby s doplňkovým bolusem k dosažení ACT 250 až 300 s podle současných doporučených postupů (24). Pokud první pokus o získání cévního přístupu v randomizovaném místě přístupu (DRA nebo konvenční TRA) selhal z důvodu refrakterního spasmu, nepřiměřené bolesti, poškození cévy nebo nadměrné tortuozity cévy, byly všechny další pokusy o získání cévního přístupu v jiném místě na téže končetině nebo na jiné končetině považovány crossover.



Obrázek 2: Protokol perfuzní (nonokluzivní) hemostázy podle Bernat et. al. Best Practises for the Prevention of RAO, JACC 2019

Postprocedurálně bylo vyžadováno u cTRA důsledné použití institucionálního protokolu perfúzní - nonokluzivní hemostázy (protokol viz Obrázek 2). Udržení a nastolení hemostázy bylo protokolárně sledováno.

7.2.1 Cíle studie

Primárním endpointem studie byl výskyt RAO na předloktí při propuštění z hospitalizace, který hodnotil nezávislý klinický zkoušející, který se nepodílel na zákroku a nebyl zainteresován na výsledcích studie. Průchodnost radiální tepny byla posuzována přítomností nebo absencí duplexního ultrazvukového signálu distálně od místa přístupu do radiální tepny (v případě cTRA), ideálně mezi 8 a 48 hodinami po výkonu. Tepna byla považována za uzavřenou, pokud nebyl zachycen žádný průtokový signál.

U pacientů zařazených do DRA byla hodnoceno jak radiální tepna na předloktí, tak distální radiální tepna.

Sekundární endpointy zahrnovaly úspěšné zavedení sheathu, crossover punkčního místa, dobu zavedení cévního zavaděče, dobu zákroku, celkové krvácení definované podle kritérií Bleeding Academic Research Consortium, krvácení v místě vpichu definované podle kritérií EASY (Early Discharge After Transradial Stenting of Coronary Arteries Study), komplikace v místě cévního přístupu, spasmus radiální tepny, bolest související s přístupem hodnocená podle vlastní vizuální analogové škály, doba do hemostázy, použití perfúzní – nonokluzivní hemostázy (ve skupině TRA) a distální okluze tepny (ve skupině DRA)(47–49).

7.2.2 Analýza dat a statistické hodnocení

Primární hypotézou studie bylo, že DRA má statisticky významně nižší RAO v době dimise ze zdravotnického zařízení než konvenční TRA. U skupiny TRA byl předpoklad, že u 3,5% pacientů dojde k RAO, a to na základě údajů z podskupiny 6F Glidesheath Slender ve studii RAP and BEAT (Radial Artery Patency and Bleeding, Efficacy, Adverse Event)(50). U skupiny DRA byl předpoklad výskytu RAO předloktí 1,0%, a to na základě četných předchozích studií. Pro dosažení statistické síly 80% a hladiny významnosti alfa 0,05, za předpokladu frekvence crossover přístupového místa 10% a procenta vyřazených pacientů 5%, bylo zapotřebí 648 pacientů pro každou skupinu. Celková velikost vzorku byla proto stanovena na 1300 pacientů.

Normalita dat byla posouzena pomocí Shapiro-Wilkova testu a spojité proměnné jsou uváděny jako průměr \pm SD nebo jako medián nebo jako kvartilové rozpětí (IQR), pokud nemají normální rozdělení. Srovnání spojitých proměnných bylo provedeno pomocí Studentova t-testu nebo případně Mannova-Whitneyho U testu. Kategoriální proměnné jsou uváděny jako počet (procento) a srovnávací testování bylo provedeno pomocí chí-kvadrát testu nebo Fisherova exaktního testu. Hodnota $P < 0,05$ byla považována za statisticky významnou.

7.3 Distální radiální přístup a postprocedurální ultrazvukové hodnocení distální a proximální radiální tepny

7.3.1 Cíle práce a metodika

V pokračování naší práce jsme se zaměřili na postprocedurální průchodnost distální radiální tepny. Jednou z podstatných výhod distálního radiálního přístupu je nízká frekvence RAO ve srovnání cTRA. Zatím však není jasné, jaká je frekvence uzávěrů punktované distální radiální tepny, jejíž průměr je ve srovnání s tepnou na zápěstí o 10-20% menší (32,51–53).

V práci jsme se tedy zaměřili na vyšetření pacientů po provedené srdeční katetrizaci z distálního radiálního přístupu s cílem ověřit průchodnost distální radiální tepny po katetrizaci a zároveň konfirmovat diametr DRA a PRA po provedené katetrizaci. Dalším z cílů, které jsme sledovali bylo ověření našeho kompresního protokolu se specificky upravenou kompresní pomůckou TRBand (viz Obrázek 3) a srovnání doby komprese u dTRA s daty cTRA známými z předchozích prací.

Analyzovali jsme 115 pacientů, kteří podstoupili diagnostickou a/nebo intervenční srdeční katetrizaci prostřednictvím dTRA ze SB nebo DDRA. Průchodnost v místech punkcí PRA a DRA byla hodnocena pomocí duplexního ultrazvuku. Všichni pacienti poskytlí informovaný písemný souhlas a studie byla v souladu s institucionálními etickými doporučeními (zásadami) a Helsinskou deklarácí.

Způsobilost pacientů k dTRA byla hodnocena operátérem, a to převážně palpací tepny v místě přepokládané punkce. Konečný výběr místa distální radiální punkce (tj. SB nebo DDRA) bylo na uvážení operátéra. Do hodnocení byli zahrnuti pouze pacienti s úspěšnou distální radiální punkcí. Jako optimální techniku jsme považovali „anterior wall puncture“, tedy punkce pouze přední stěnou, čímž je dosaženo intraluminální pozice bez

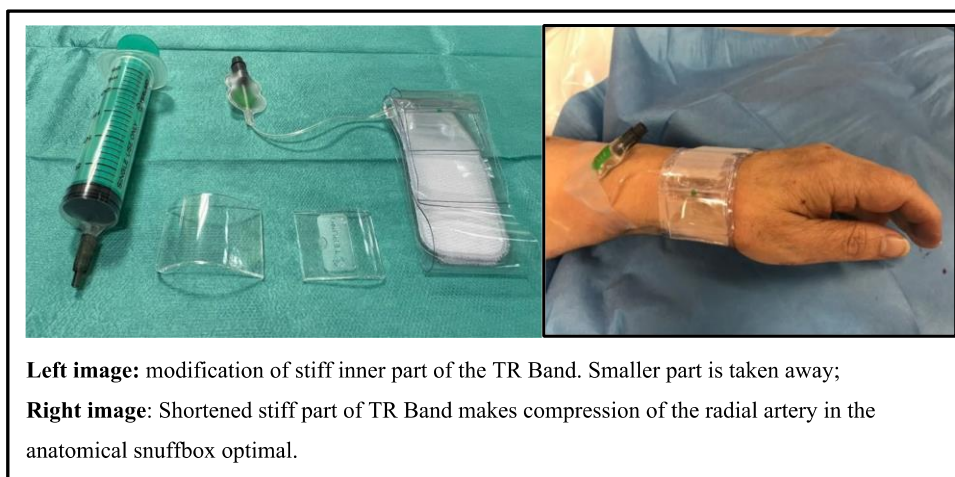
porušení/poranění zadní – dorsální stěny tepny na rozdíl od takzvané „double wall“ nebo „through and through“ techniky. Dva ze tří operatérů používali jehlu 22G a coil wire (ocelový vodič s opletem) (Terumo, GSS, 5 nebo 6F) a další používal kanylu 20G (BBraun, Introcan Safety® 20G × 1 1/4") a polymerový vodič (Terumo™). Punkce byly většinou vedeny palpací a jen ve výjimečných případech UZ navigací podle uvážení operátora. Ve studii byly použity cévní zavaděče Glidesheath slender (GSS, o průměru 5F u 109 a 6F u 6 pacientů).

Všichni pacienti byli antikoagulováni podle standardního protokolu 5000 IU UFH. Pro intervenční výkony bylo použito 75 IU UFH/kg nebo pomocí ACT upravená dávka s cílem ACT 300 s. Veškerá následná protidestičková léčba se řídila aktuálními doporučeními.

Po výkonu byl ihned na katetrizačním stole odstraněn cévní zavaděč a byla provedena komprese punktované tepny modifikovaným kompresním prostředkem TR Band s počátečním nafouknutím 12 ml vzduchu a snížením tlaku, resp. objemu vzduchu na minimální hodnotu zaručující hemostázu ještě před odjezdem ze sálu (viz Tabulka 1).

Protokol hemostázy v naší studii vycházel z našeho protokolu pro kompresi proximální radiální tepny podrobně popsáno dříve (53). Jednou z výhod distálního radiálního přístupu je jednodušší protokol komprese, u kterého není nutné dodržovat tzv. perfúzní hemostázu (viz Tabulka 1). Naše specifická modifikace kompresního prostředku TR Band byla inspirována Martinezem-Crespem (54) (viz Obrázek 3).

Obrázek 3: Modifikace kompresního prostředku TR band



Po odstranění kompresního zařízení a úspěšné hemostáze byla zaznamenána doba komprese a případné komplikace. Vyšetření duplexní ultrasonografií, měření a hodnocení průchodnosti PRA a DRA bylo provedeno před propuštěním, a to buď tentýž den, nebo následující ráno.

Protokol hemostázy u DRA použitý v naší práci:

Tabulka 1: Hemostatický protokol pro DRA.

Hemostatický protokol DRA s použitím modifikovaného kompresního prostředku TR Band	
Katetrizační laboratoř	Oddělení nebo Kardiostacionář
1. Provedena inflace TR Band na 12 ml a odstranění cévního zavaděče	1. Každých dvacet minut snížit tlak (obvykle o 2-3 ml vzduchu) a zaznamenat residuální objem.
2. Tlak v TR Band je snížen ne minimální hodnotu, která brání krvácení. Je zapsána zbytková hodnota objemu vzduchu v TR Bandu	2. V případě, že se objeví krvácení, je tlak zvýšen tak, aby došlo k zastavení krvácení. Zaznamenat objem vzduchu a pokračovat v protokolu.
3. Krok 2. je zopakován před odjezdem z katetrizační laboratoře	

7.3.2 Duplexní ultrasonografie při hodnocení tepny

Duplexní ultrasonografie (DUSG) umožňuje strukturální vizualizaci radiální tepny a hodnocení průtoku krve pomocí barevného a pulzního dopplerovského vyšetření. Nepřítomnost průtoku ukazuje na uzávěr tepny. Tato metoda je považována za zlatý standard neinvazivního hodnocení průchodnosti tepny. V naší studii byla všechna DUSG hodnocení provedena po odstranění TR Bandu v prvních 24 hodinách po katetrizaci. Tepny byly měřeny ve dvou na sebe kolmých průměrech – v místě punkce (buď SB, nebo na DDRA) a v konvenčním místě punkce radiální tepny, tj. 1-2 cm proximálně od processus styloideus radii. Průtok byl hodnocen pomocí barevné a pulzní dopplerovské analýzy. Nepřítomnost průtoku indikovala okluzi tepny (22).

Pro UZ hodnocení byl použit sonograf GE Vivid S6 s lineární sondou 9L (2,4-10,0MHz). Výtisky měření byly archivovány. Měření prováděli dva sonografisté.

7.3.3 Analýza dat a statistické hodnocení

Data byla analyzována pomocí popisné statistiky. Rozdíly průměrů RA v konvenčním místě a v místě punkce DRA byly porovnány pomocí Studentova T testu v programu MS Excel. Jako statisticky významná byla považována hodnota $p < 0,05$. Kompresní časy dosažení

hemostázy byly zobrazeny graficky jako histogram a kvartilové rozpětí (IQR) krabicovým grafem (box plot).

7.4 Systematické využití ultrazvuku při získání distálního radiálního arteriálního přístupu

7.4.1 Cíle práce a metodika

V předchozích částech práce jsme popisovali ultrazvuk jako pomocnou, respektive popisnou metodu k měření rozměrů, zobrazení průběhu a průtoku v distální radiální arterii. Ultrazvuk lze ale použít i „aktivně“ při punkci, kterou tak provádíme pod kontrolou zraku a ne pouze „naslepo“, kdy se orientujeme pouze palpací. Z literatury je známo, že využití ultrazvuku při punkci v jiných oblastech (femorální tepna či žíla, proximální radiální arterie), ale i u DRA vede ke snížení počtu punkčních pokusů a celkově zvýšení úspěšnosti a bezpečnosti procedury (55–59). Nicméně je i nadále známo, že zejména zkušení intervenční kardiologové UZ pro získání přístupu používají velmi málo a to právě v oblasti radiálního přístupu (60). Důvodem je konzervativismus a jistá neochota zkušených intervenčních kardiologů vystupovat z komfortní zóny, kterou zavedení (každé) nové metody představuje. Většina intervenčních kardiologů tak v praxi i ve vědeckých pracích užívá palpaci jako vstupní kritérium pro vhodnost pacienta pro punkci a použití distálního radiálního přístupu. A to i v případě, že pro vlastní punkci používá UZ (57).

Vyvstává tím několik otázek. 1) jaké procento pacientů může být označeno jako nevhodné pro distální radiální přístup při selekci pacientů palpací? 2) Jaký je vztah mezi charakterem palpce a diametrem DRA? 3) A konečně nejdůležitější otázka: je možné úspěšně punktovat tepnu a zavést arteriální zavaděč u pacientů, kteří nemají palpovatelnou pulzaci na DRA?

7.4.2 Systematické – rutinní použití ultrazvukem vedené punkce

UZ pro punkci a získání radiálního přístupu lze samozřejmě používat jako „bail-out“ metodu, pokud se nedaří punktovat tepnu pomocí palpce. V našem výzkumu jsme se i z metodologických důvodů rozhodli používat ultrazvuk při punkci DRA mandatorně u všech konsektivních pacientů. Naší snahou bylo validovat následující hypotézy: 1) Rutinní použití ultrazvuku při punkci DRA může rozšířit populaci pacientů vhodných pro vyšetření cestou

DRA. 2) U pacientů bez palpovatelné DRA je možno provést punkci pod UZ kontrolou.3) Rutinní použití ultrazvuku je možné v běžném pracovním procesu. 4) Není třeba preselektce pacientů palpací před rozhodnutím o místě punkce.

Vynecháni byli primárně pacienti se STEMI a obecně pacienti u kterých by potenciální zpoždění mohlo znamenat negativní ovlivnění prognózy. Vynecháni byli též pacienti u kterých jejich výška, či délka horní končetiny mohla být příliš velká pro standardní 100 cm katétry

Celkový nábor byl plánován na 100 konsektivních pacientů s výše uvedenými výjimkami. Vzorek byl zvolen tak, aby v co nejkratším čase prokázal plauzibilitu punkce DRA při absenci palpovatelných pulzací a bylo možné provést odhad počtu pacientů s nepulzatilní tepnou. Z našich předchozích zkušeností jsme přepokládali výskyt těchto pacientů asi v 10%. Část pacientů s hmatnou tepnou jí má hmatnou velmi slabě. Rozdělili jsme tedy palpaci do 6 stupňů a ty po dvou do tří tercilů jak je uvedeno v Tabulka 2.

Tabulka 2: Kvalita pulzace - rozdělení do tercilů

- **Kvalita pulzace**
 - **Tercil 1** – všeobecně podle palpce není DRA vhodná k punkci “bez palpce umožňující punkci = žádná punkce)
 - **0** – kompletní absence pulzace
 - **1** – nejistá, slabá pulzace
 - **Tercil 2** – Slabá, nebo velmi slabá pulzace – punkce nejistá
 - **2** – Velmi slabá pulzace, punkce nejistá
 - **3** – Slabá, ale spolehlivě hmatná pulzace, punkce pravděpodobně možná
 - **Tercile 3** – dobře hmatná pulzace – vhodná pro punkci
 - **4** – dobrá pulzace vhodná pro punkci
 - **5** – velmi dobrá pulzace, punkce velmi pravděpodobně úspěšná

Všichni pacienti podepsali institucionální informovaný souhlas.

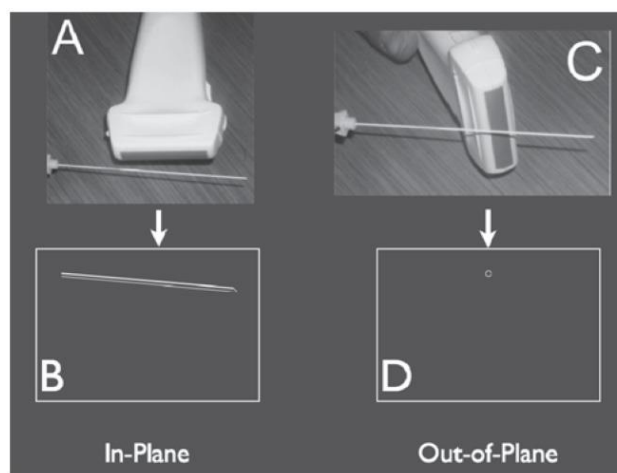
7.4.3 Statistická analýza

Výsledky byly zpracovány pomocí programu Microsoft Excel s popisnou statistikou a tvorbou tabulek a grafů. Diskrétní kategoriální proměnné byly vizualizovány jako histogram.

Pro zobrazení a analýzu spojitých proměnných bylo použito kvartilové rozmezí a krabicové grafy.

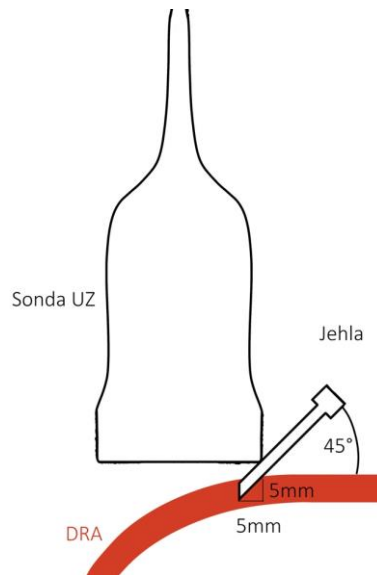
7.5 Technika punkce za použití UZ

Metodika použití UZ pro vedení punkcí je dobře známá a je popsána ve výše citovaných pracích (55–59). Obecně se používají dvě metody zobrazení tepny během punkce, eventuálně jejich kombinace. A to metoda Out-of-Plane (SAOOP - **Short Axis Out of Plane**) a In-Plane (LAIP – **Long Axis in Plane**) (58,61,62)



Obrázek 4: Schéma In-Plane a Out-of-Plane metody ultrazvukem vedené punkce. Na panelech A a C je vidět vztah jehly k lineární sondě. Panely B a D znázorňují schematicky obraz na UZ přístroji.

Většina prací se shoduje, že volba metody punkce je převážně individuální. Autor této práce se domnívá, že pro použití UZ pro vedení punkce do DRA je vhodnější krátká osa při Out-of-Plane metodě. Při použití In-Plane je v relativně malém prostoru snuffboxu poměrně obtížné pod sondu zavést jehlu a provést punkci. Tepna je přibližně 0,5 cm hluboko a při 45° sklonu jehly je již 5 mm za místem vpichu na úrovni (hloubce) punktované DRA. Je tedy téměř mimo UZ svazek.



Obrázek 5: Schéma punkce pod UZ kontrolou v malé hloubce In-Plane metodou

Před vlastním použitím UZ pro punkci, je nutná jeho příprava; sonda je zasunuta do sterilního rukávu s UZ gelem naneseným na sondu. Transfer UZ vln přes plastickou hmotu rukávu není významně utlumen. Je však třeba dbát na odstranění vzduchových bublin z prostoru mezi sondou a plastovým rukávem. Pro kontakt mezi rukávem a povrchem kůže se používá buď sterilní UZ gel, nebo fyziologický roztok, který jsme používali my (viz Obrázek 6).

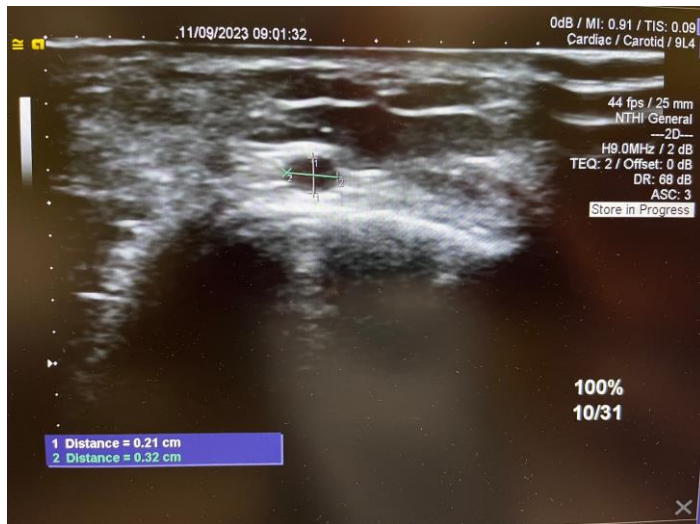


Obrázek 6: Punkce DRA pod UZ kontrolou: Out-of-Plane metoda, sterilní krytí UZ sondy

Kvalita obrazu je dostatečná při použití standardního sonografického přístroje GE Vivid S6 s lineární sondou 9L (2,4-10,0 MHz) (viz Obrázek 7).

Kromě vlastního vedení punkce jsme před začátkem procedury změřili diametr DRA ve dvou na sobě kolmých osách. Výkon začíná instilací malého množství anestetika (cca 0,2-0,5 ml 1% trimekain hydrochloridu) také pod UZ kontrolou. Následně je punktována tepna se snahou o „single wall puncture“, pokud možno bez poškození dorsální stěny tepny. Punkce byla prováděna 21G jehlou a spring coil vodičem dodávaným v setu s cévním zavaděčem.

Velikost cévního zavaděče byla určena v závislosti na komplexitě daného výkonu bez ovlivnění měřením diametru DRA. Používali jsme 5 a 6F instrumentarium. U všech pacientů byl použit 10 cm tenkostěnný Glide Sheath Slender fy Terumo. Po umístění zavaděče byl podán spasmolytický koktejl a UFH dle institucionálních standardů.



Obrázek 7: Ultrazvukový obraz příčného průřezu DRA ve snuffboxu s měřením diametru ve dvou na sebe kolmých osách. Pod tepnou jsou patrné zápěstní kůstky.

8 Výsledky

8.1 Pilotní projekt – zahájení rutinního používání DRA ve FN Plzeň

Do iniciálního pilotního projektu bylo zahrnuto 75 pacientů, ze kterých bylo zejména kvůli bezpečnostním UZ kriteriím (minimální diametr DRA) 20 pacientů vyřazeno. Technický neúspěch ve smyslu selhání přístupu s nutností konverze na jiné místo vstupu do arteriálního řečiště jsme zaznamenali u 9 (16%) pacientů.

V našem souboru 75 pacientů bylo 20% žen (15/75), z nichž dvě třetiny (n=10) měly distální kalibr menší než námi stanovený rozměr tepny. U zbylých pěti žen byl výkon z DRA úspěšně dokončen ve třech případech, dvakrát byla nutná konverze na klasický radiální přístup.

Celková doba komprese byla krátká a trvala v průměru 70 min. U celkem 47 výkonů z DRA se vyskytly pouze dvě klinicky nezávažné lokální komplikace – hematomy velikosti nad 5 cm, z nichž jeden byl spojen s mírným otokem na dorzu palcové strany levé ruky, oba byly léčeny konzervativně.

Počet pacientů katetrizovaných z DRA: (n = 55)	
věk (roky)	66 (46–80)
výška (cm)	176 (162–190)
váha (kg)	94 (71–125)
muži	50
DUSG PRA (mm)	2,7 (2,2–3,5)
DUSG SB (mm)	2,3 (1,9–2,9)
DUSG DDRA (mm)	2,2 (1,8–2,8)
technický neúspěch	9
Úspěšně dokončené výkony z DRA: 47 u 46 pacientů	
SKG	33
SKG+PCI	14
kontrastní látka (ml)	119
skia (min)	8,4 (1,7–35,7)
<i>DRA – distální radiální přístup; PRA – rozměr radiální tepny na zápěstí; SB – rozměr tepny ve „snuffbox“; DDRA – rozměr radiální tepny distálně od SB</i>	

Tabulka 3: Charakteristika pacientů a výsledky výkonů z DRA

U všech pacientů byla průchodnost proximální radiální tepny po její kompresi potvrzena reverzním Barbeau testem (22). Tato iniciální systematická práce nám potvrdila, že přinejmenším pro část pacientů může být distální radiální přístup bezpečně použit pro provádění srdečních katetrizací.

8.2 Participace na projektu DISCO-RADIAL

Do studie DISCO-RADIAL bylo v 15 participujících centrech včetně intervenčně kardiologického pracoviště FN Plzeň zařazeno celkem 1307 pacientů. Z toho bylo randomizováno do větve s konvenčním TRA 657 a do větve s distálním TRA 650 pacientů, kteří konstituovali intention-to-treat (ITT) populaci pro analýzu primárního endpointu. Pro analýzy sekundární endpointů byla použita jednak ITT populace a per-protocol populace. Ta zahrnovala původní skupinu pacientů, ze které bylo vyřazeno 71 pacientů se selháním přístupu a crossoverem do jiného místa vstupu (48 u DRA a 23 u TRA) a dalších 20 pacientů bylo vyřazeno pro zásadní odchylku od protokolu studie. V kohortách per-protocol bylo hodnoceno ve větvi s cTRA 622 a dTRA 596 pacientů, celkem 1218 pacientů. Baseline charakteristiky jsou uvedeny v Tabulka 4.

Z uvedeného je patrné, že se populace zásadně neodlišuje od běžné „all-comers“ populace, která přichází ke katetizačním výkonům. Čtrnáct, resp. 15 procent pacientů bylo léčeno antikoagulační terapií. Necelé ¼ pacientů byli muži. Přibližně 16% pacientů bylo katetrizováno pro akutní koronární syndrom.

Tabulka 4: DISCO-RADIAL Baseline charakteristika

	TRA (n = 657)	DRA (n = 650)	P Value
Age, y	68.2 ± 11.1 (657)	68.0 ± 10.7 (650)	0.74
Male	71.2 (468/657)	73.7 (479/650)	0.32
Body mass index, kg/m ²	28.2 ± 5.1 (653)	27.7 ± 5.1 (648)	0.081
Current smoking	21.4 (121/566)	22.4 (126/563)	0.68
Diabetes	28.9 (190/657)	30.2 (196/649)	0.61
Hypertension	79.6 (520/653)	76.7 (496/647)	0.19
Hyperlipidemia	72.4 (472/652)	69.2 (442/639)	0.20
Previous MI	23.8 (155/651)	22.2 (142/641)	0.48
Previous PCI	40.6 (267/657)	35.9 (233/650)	0.075
Previous PCI with radial access	34.8 (228/656)	32.8 (213/649)	0.46
Previous CABG	5.5 (36/657)	5.5 (36/650)	0.96
Peripheral artery disease	10.4 (66/636)	10.5 (65/622)	0.97
Chronic coronary syndrome			
Silent ischemia	33.6 (221/657)	36.5 (237/650)	0.28
Stable angina	50.2 (330/657)	49.5 (322/650)	0.80
Acute coronary syndrome			
Unstable angina	8.7 (57/657)	7.2 (47/650)	0.33
NSTEMI	7.5 (49/657)	6.8 (44/650)	0.63
Hemoglobin, g/L	139.3 ± 16.9 (639)	139.7 ± 17.3 (639)	0.63
Hematocrit, %	41.2 ± 4.7 (622)	41.3 ± 4.7 (627)	0.65
White blood cell count, 10 ⁹ /L	7.5 ± 2.4 (636)	7.5 ± 2.3 (635)	0.88
Red blood cell count, 10 ¹² /L	4.6 ± 0.6 (618)	4.6 ± 0.6 (623)	0.47
Blood platelet count, 10 ⁹ /L	232.8 ± 77.5 (618)	235.8 ± 73.1 (625)	0.48
Serum creatinine, µmol/L	87.8 ± 27.1 (640)	88.1 ± 27.1 (638)	0.82
Antiplatelet medication			
Aspirin	69.3 (455/657)	63.7 (414/650)	0.033
Clopidogrel	21.8 (143/657)	23.1 (150/650)	0.57
Ticagrelor	7.8 (51/657)	6.0 (39/650)	0.21
Prasugrel	5.0 (33/657)	3.7 (24/650)	0.24
Oral anticoagulants	13.7 (90/657)	15.1 (98/650)	0.48
Lipid lowering medication	73.5 (483/657)	70.3 (457/650)	0.20
Antihypertensive medication	82.7 (543/657)	77.7 (505/650)	0.025
Insulin	8.7 (57/657)	8.3 (54/650)	0.81

Values are mean ± SD (N) or % (n/N).
CABG = coronary artery bypass grafting; DRA = distal radial access; MI = myocardial infarction; NSTEMI = non-ST-segment elevation myocardial infarction; PCI = percutaneous coronary intervention; TRA = transradial access.

Procedurální charakteristiky jsou přehledně v Tabulka 5. Dvacet procent pacientů bylo vyšetřeno z levé horní končetiny. V obou skupinách (cTRA i dTRA) bylo přibližně 37% PCI. Rozdíl byl ve způsobu komprese distální radiální tepny, kde selektivní kompresní zařízení typu TR Band nebo PreludeSyncDistal bylo použito jen u 88% pacientů a u zbývajících 12% byla použita bandáž. U cTRA bylo ve více než 99% použito kompresní zařízení.

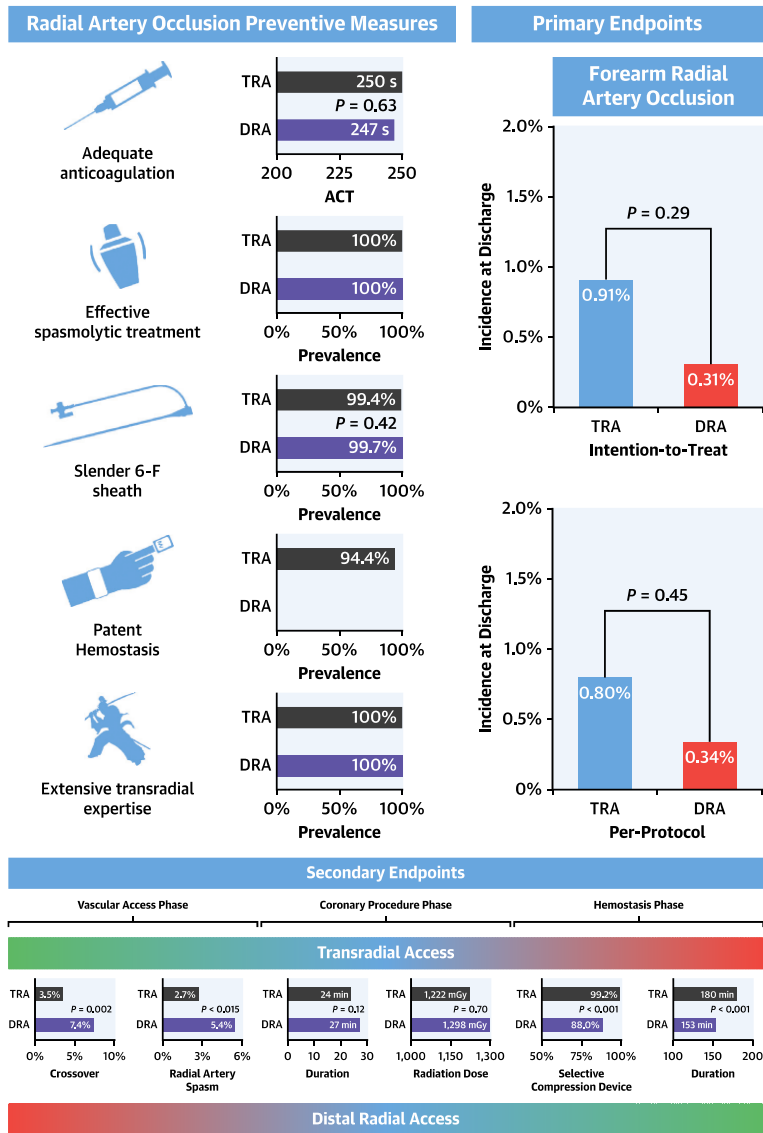
Tabulka 5: DISCO-RADIAL procedurální charakteristiky

	TRA (n = 657)	DRA (n = 650)	P Value
Right access side	80.5 (528/656)	80.8 (525/650)	0.90
Diagnostic angiography only	62.7 (412/657)	63.5 (413/650)	0.76
PCI	37.3 (245/657)	36.5 (237/650)	0.76
Elective PCI	17.5 (115/657)	17.1 (111/650)	0.84
Left main treated	8.2 (20/245)	8.9 (21/237)	0.78
Median number of stents implanted	1.0 (1-2) (244)	1.0 (1-2) (235)	0.36
Crossover rate	3.5 (23/657)	7.4 (48/650)	0.002
To the other access, same side	0.2 (1/657)	4.6 (30/650)	
To the other access, other side	0.0 (0/657)	0.3 (2/650)	
To the other side, same access	1.5 (9/657)	0.5 (3/650)	
To ulnar or brachial	0.3 (3/657)	0.2 (1/650)	
To femoral	1.5 (10/657)	1.9 (12/650)	
Sheath insertion time, min	1 (1-3) (655)	2 (1-4) (650)	<0.001
6-F Slender introducer sheath used	99.4 (653/657)	99.7 (648/650)	0.69
Procedure time, min	24 (14-42) (634)	27 (15-45) (627)	0.12
Contrast volume, mL	95.2 ± 73.1 (525)	91.8 ± 65.0 (531)	0.44
Radiation dose, mGy	1,222 ± 2,846 (474)	1,298 ± 3,143 (478)	0.70
Radiation dose, mSv	18.1 ± 51.5 (17)	17.6 ± 57.3 (25)	0.98
Activated clotting time, s	250 ± 87 (525)	247 ± 87 (518)	0.63
Closure device			<0.001
Selective compression device	99.2 (652/657)	88.0 (571/650)	
Bandage	0.8 (5/657)	12.0 (78/650)	
Same-day discharge	30.9 (203/657)	27.8 (181/650)	0.23
Median hospital duration, days	2.0 (1-2)	2.0 (1-2)	0.24

Values are % (n/N), median (IQR) (N), or mean ± SD (N).

Primární endpoint, okluze radiální tepny na předloktí u intention-to-treat populace byl přítomný u 6 pacientů s konvenční TRA a u dvou pacientů katetrizovaných přes DRA. U per-protocol populace byla okluze radiální tepny na předloktí ve skupině s TRA u 0,81% pacientů a ve skupině DRA u 0,34% pacientů. Okluze distální radiální tepny byla DRA zaznamenána u 0,46% pacientů. Přehledně jsou výsledky uvedené v centrální ilustraci z publikace výsledků studie DISCO-RADIAL (viz Obrázek 8).

CENTRAL ILLUSTRATION Key Findings of the DISCO RADIAL Trial



Aminian A, et al. J Am Coll Cardiol Intv. 2022;15(12):1191-1201.

With thorough compliance with best-practice recommendations for radial artery occlusion prevention, the DISCO RADIAL (Distal vs Conventional Radial Access) trial showed equally very low incidence of its primary endpoint following conventional transradial access and distal radial access (DRA). Secondary endpoint comparison showed that DRA had no impact on coronary procedure performance but introduces a trade-off between the simplicity of the vascular access and the safety of the hemostasis process. ACT = activated clotting time(s); DRA = distal radial access; TRA = transradial access.

Obrázek 8: DISCO-RADIAL - výsledky, centrální ilustrace z publikace

Výrazným, statisticky významným rozdílem je zkrácení doby komprese u DRA (153 min) oproti TRA (180 min). Zdánlivě překvapivým výsledkem studie DISCO-RADIAL je extrémně nízký počet RAO u cTRA skupiny (punkce v konvenčním místě na předloktí). Ten lze ale dobře vysvětlit tím, že se jedná o první velkou studii, která důsledně implementuje správnou klinickou praxi na pro redukci RAO (24). Studie se navíc účastnila pouze vysoce kompetentní radiální centra. Součástí protokolu byly mandatorní postupy na snížení incidence RAO: 1) Důsledná aplikace neokluzivní hemostázy. 2) Minimalizace okluzivního

tlaku a zkrácení doby komprese. 3) Redukce zevního diametru cévního zavaděče. 4) Adekvátní periprocedurální antikoagulace.

Přístup přes DRA byl zatížen vyšším procentem selhání oproti konvenčnímu radiálnímu přístupu (7,4 vs 3,5%, $p=0,002$).

Ve studii se nevyskytly žádné závažné krvácivé komplikace.

Limitací studie je preselekce pacientů vhodných pro přístup přes DRA, která byla ponechána na rozhodnutí operatérů a byla prováděna převážně palpačně.

8.3 Distální radiální přístup a postprocedurální ultrazvukové hodnocení distální a proximální radiální tepny

U 115 pacientů odeslaných k diagnostické koronarografii nebo PCI, kteří byli katetrizováni cestou dTRA byla pomocí DUSG hodnocena postprocedurální průchodnost proximální a distální radiální tepny. Demografická data a preprocedurální a procedurální charakteristiky pacientů jsou shrnuty v Tabulka 6. U 76 (66%) pacientů byla provedena pouze diagnostická selektivní koronarografie (u všech prostřednictvím 5F GSS). U 39 (34%) pacientů byla provedena koronární intervence, u 33 (85%) pacientů prostřednictvím 5F GSS, u 6 (15%) pacientů pomocí 6F GSS. Čtyři (3,5%) pacienti ze 115 byli katetrizováni z pravé horní končetiny a 111 (95%) z levé.

Průměrná doba komprese byla 80 min \pm 38,6; medián 68 min. Jak je patrné z histogramu časů komprese a z krabicového grafu, téměř 80% časů komprese bylo kratších než 90 min a časy delší než 135 min byly výjimečné (odlehle hodnoty) (viz Obrázek 9). Ve srovnání s údaji z naší předchozí studie byly časy komprese přibližně o 20 min kratší než po cTRA (22).

Všichni pacienti ze studie byli vyšetřeni DUSG kterým jsme zjišťovali průchodnost tepen a měřili diametry radiálních tepen v prespecifikovaných místech (PRA, DRA). Okluze radiální tepny (RAO) nebyla zaznamenána u žádného z pacientů v DRA ani v PRA. 81 (70%) pacientů mělo v době katetrizace terapii ASA, 48 (42%) také P2Y12 a 20 (17%) orální antikoagulační terapii. Všichni antikoagulovaní pacienti na perorální antikoagulační léčbě (OAT) měli v době katetrizace tuto terapii přerušenu (poslední dávka NOAC byla předchozí den, INR bylo menší než 2,5 podle našich institucionálních standardů pro provádění srdečních katetrizací).

Tabulka 6: Postprocedurální UZ, charakteristika souboru pacientů a procedurální charakteristiky

Characteristics	N = 115
Female	23
Age (years)	67 (± 10) (range 40–86)
BMI (kg/m ²)	30 ± 5
Hypertension	87 (76)
Hypercholesterolemia	80 (70)
DM	47 (40)
Smoker	34 (30)
Prior MI	20 (17)
Prior catheterization/PCI	28 (24)
ASA	81 (70)
P2Y12	48 (42)
OAT	20 (17)

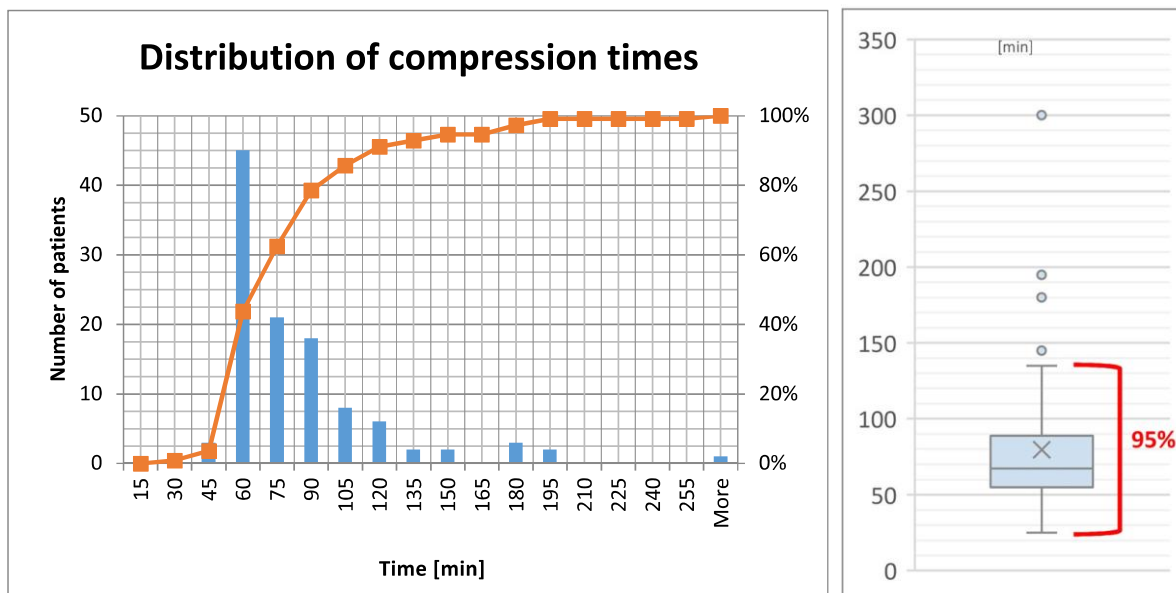
Data expressed as absolute (relative %) frequencies; age and BMI are expressed as mean values ± standard deviation

BMI body mass index, DM diabetes mellitus, MI myocardial infarction, PCI percutaneous coronary intervention, AT antithrombotic therapy, OAT oral anticoagulation treatment—NOAC or warfarin

Procedural characteristics	N = 115 (%)
SB/DDRA	83 (72)
DDRA	32 (28)
Left/right DRA	111 (97)/4 (3)
Indication for catheterization	
Stable CAD/diagnostic	99 (86)
Elective PCI	10 (9)
ACS	6 (5)
GSS 5F/6F	109/6 (95/5)
Contrast media (ml)	128 ± 55.9
Fluoro time (min)	6.8 ± 5.8
Same day discharge	65 (56)
CAG	76 (66)
(CAG+) PCI	39 (34)
Compression time (min)	80 ± 39

Data expressed as absolute (relative %) frequencies, continuous variables as mean value ± standard deviation

SB anatomical snuff-box, DDRA dorsal distal radial artery, DRA distal radial access, CAD coronary artery disease, PCI percutaneous coronary intervention, ACS acute coronary syndrome, CAG coronary angiography



Obrázek 9: Kompresní časy u pacientů s DRA

Průměrný průměr proximální radiální tepny (tedy v místě konvenční radiálního přístupu – cTRA) byl $2,86 \pm 0,49$ mm (min 1,75–max 4,1 mm); v místě punkce distálního radiálního přístupu dTRA (DRA) byl průměrný průměr $2,31 \pm 0,47$ mm (1,05–3,7 mm); ($p < 0,001$). Průměr DRA byl v průměru o 19 % menší než průměr PRA.

Diametr proximální radiální tepny byl u našich pacientek statisticky významně menší než u mužů (ženy 2,56 mm, muži 2,93 mm, $p < 0,001$). U distální radiální tepny jsme však statisticky významný rozdíl mezi muži a ženami nezaznamenali (ženy 2,25 mm/muži 2,3 mm, $p = 0,27$). Vzhledem k malému počtu žen vyšetřených distálním/dorzálním přístupem (celkem 4 pacientky) jsme tyto podskupiny (SB vs DDRA) neanalyzovali.

Setkali jsme se s jedním (0,9%) otokem ruky, pravděpodobně způsobeným krvácením z místa vpichu DDRA, který vyžadoval pouze delší lokální kompresi. Otok však spontánně odezněl bez jakékoliv další terapie a bez následků během týdne. Další drobnou komplikací bylo 10 (8,7%) velmi malých hematomů (rozměr 0,5-2 cm), které nevyžadovaly žádnou léčbu ani sledování.

8.4 Systematické využití ultrazvuku při získání distálního radiálního arteriálního přístupu

Z níže uvedené tabulky ve které je uvedena demografická struktura souboru pacientů je patrné, že se neliší od běžné populace podstupující koronarografii a ev. Intervenci na věnčitých tepnách. Pacienti byli katetrizováni v souladu s institucionálními guidelines, většina z levé horní končetiny, pouze 3 pacienti měli proveden výkon z pravé. Všichni pacienti měli punkci provedenu ve snuffboxu. Velikost instrumentaria byla volena dle charakteru výkonu; diagnostická koronarografie a jednoduché intervence byly provedena 5F instrumentariem, pro komplexní výkony (nejčastěji zahrnující bifurkační léze) jsme volili 6F instrumentarium.

Tabulka 7: Rutinní použití UZ u punkce DRA: demografická data

Demografie	N=100=%
CELKEM (F)	100(24)
Věk	67±12
BMI	30±5
HTN	77
HLP	82
DM	28
Smoker	20
ICHS	34
PCI prev.	21
cTRA ipsilat prev.	27

(F): počet žen v souboru, Věk: průměrný věk, HTN: hypertenze, HLP: hyperlipoproteinemie, DM: diabetes, PCI prev.: předchozí PCI, cTRA ipsilat prev: předchozí provedení PCI z ipsilaterální radiální arterie z konvenčního místa vpichu. Kontinuální proměnné jsou zaokrouhlena na celá čísla, věk a BMI vyjádřeny jako průměr ± směrodatná odchylka. Vzhledem k velikosti souboru číselné hodnoty odpovídají procentuálnímu vyjádření.

Protože v době provádění našeho projektu jsme již znali výsledky studie DISCO-RADIAL, velikost tepny měřená preprocedurálně ultrazvukem neměla vliv na volbu velikosti instrumentaria.

Tabulka 8: Rutinní použití UZ u punkce DRA: procedurální data

Procedurální data	
Celk. počet úspěšného zavedení sheathu	n=94
SB sin	91(97%)
SB dx	3(3%)
F5/F6	76/18(19%)
SKG	71(76%)
SKG+PCI	23(24%)

SB: místo punkce SnuffBox, F5/F6 velikost cévního zavaděče, SKG: selektivní koronarografie, SKG+ PCI: koronarografie + intervence na věnčitých tepnách

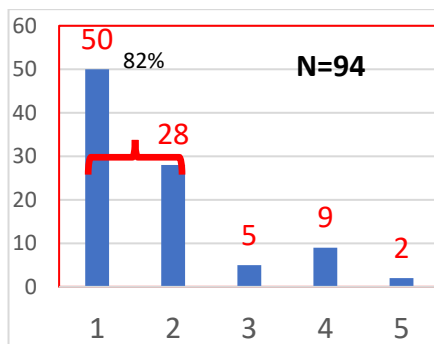
Úspěšnou punkci a zavedení arteriálního sheathu jsme zaznamenali u 94(94%) ze 100 pacientů. Nehmatných nebo téměř nehmatných DRA bylo v souladu s očekáváním 11% (tercil 1). U této skupiny bylo úspěšných 9 punkcí (82%). To považujeme za jedno z nejdůležitějších sdělení naší práce. V tercilu 2 (suboptimální kvalita pulzace) byla úspěšnost u 29 pacientů z 30 (97%) a tercilu 3 (dobrá až velmi dobrá kvalita pulzací) byla úspěšnost u 56 z 59 pacientů (95%). Celkově tedy bylo možné u neselektované populace zavedení sheathu v 94%. Počet selhání (crossover rate) byl v neselektované populaci 6%. Ve skupině s nehmatnou, nebo velmi špatně hmatnou DRA (tercil palpce 1), tedy u pacientů u kterých by na základě palpačního zhodnocení byl primárně zvolen jiný přístup, lze ve velmi vysokém procentu pomocí ultrazvuku úspěšně tepnu punktovat a zavést arteriální sheath (82%).

Tabulka 9: Rozdělení pacientů v palpačních tercilech, úspěšnost punkce průměrný, minimální a maximální diametr.

Tercil palpce	1	2	3	celkem
n	11	30	59	100
Úspěch n (%)	9 (82)	29 (97)	56 (95)	94 (94)
Průměrný diametr (mm)	2,01	2	2,32	2,19
min/max (mm)	1,25/3,05	1,10/2,95	1,40/3,30	1,10/3,30

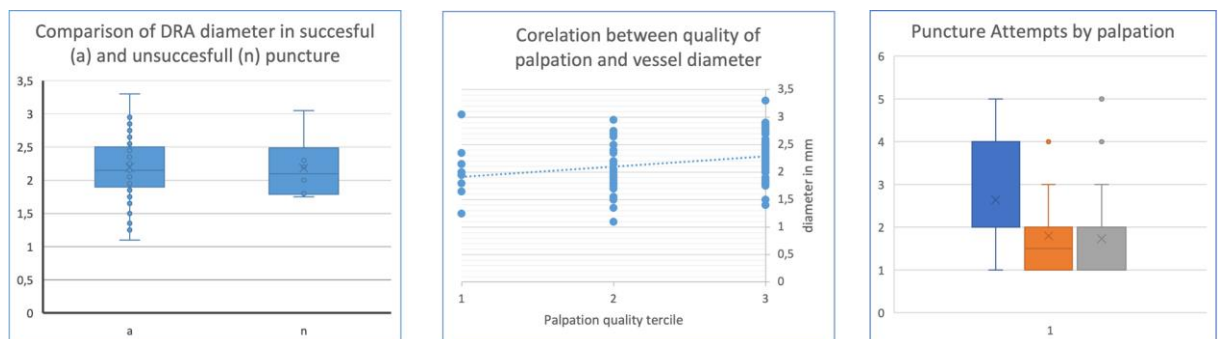
Systematické použití ultrazvuku vede také k nízkému počtu punkčních pokusů. V našem souboru mělo 78 (82%) pacientů zaveden arteriální sheath na první či druhý pokus, a 83 (88%) na maximálně 3 pokusy. Snížení počtu punkcí vede ke snížení tvorby hematomů a

potenciálnímu poškození tkání v okolí punktované tepny. UZ kontrola nám umožňuje se vyhnout poblíž lokalizovaným strukturám, nejčastěji doprovodné žíle a/nebo nervu.



Obrázek 10: Distribuce počtu punkčních pokusů

Rozdíly v diametrech mezi jednotlivými terciily palpáce jen velmi slabě korelují (hodnoty v mm jsou pro tercil 1 až 3 respektive: $2,01 \pm 0,45$, $2,00 \pm 0,46$, $2,32 \pm 0,38$). Také není významný rozdíl mezi diametrem u pacientů s úspěšnou a neúspěšnou punkcí ($2,18 \pm 0,48$ mm a $2,19 \pm 0,44$ mm).



Obrázek 11: Vztahy mezi diametrem, terciilem palpáce a počtem punkčních pokusů

Mírný rozdíl byl zaznamenán ve zvýšeném počtu punkčních pokusů u pacientů s nehmatnou, nebo velmi špatně hmatnou tepnou i při vedení punkci ultrazvukem (viz pravý panel, Obrázek 11).

9 Diskuse

Z naší práce i ze současných poměrně robustních dat není pochyb, že dTRA je aplikovatelný v běžném provozu na celou řadu klinických situací od stabilních, elektivních pacientů po pacienty s akutními koronárními syndromy (38)

Využití DRA je spojeno s výraznou redukcí RAO na hodnoty oscilující okolo 1%. Takto nízkého výskytu nejčastější komplikace konvenčního radiálního přístupu lze dosáhnout jen velmi pečlivou aplikací komplexních pokročilých intervenčních a hemostatických protokolů za využití vysoce edukovaných pracovních sil. Při použití DRA se navíc zdá anulován vztah mezi diametrem punktované tepny a cévního zavaděče, který je uváděn jako jeden z prediktorů RAO. Inkorporace DRA do běžné klinické praxe je spojena se snížením zátěže středně zdravotnického personálu, který je obvykle zodpovědný za provádění hemostatických protokolů. Tento fenomén je při aplikaci DRA v praxi dán nejenom zjednodušením kompresních hemostatických protokolů, ale i signifikantním zkrácením doby potřebné k dosažení hemostázy. V našem provedení používáme pro kompresi v oblasti distální radiální tepny upravený kompresní přípravek firmy TERUMO TR Band. Jeho úprava je popsána výše v této práci. Existují i specifické kompresní přípravky pro hemostázu v oblasti DRA, jsou však významně ekonomicky více náročné (PreludeSYNC DISTAL™, Merit Medical Systems). Doby potřebnou k hemostáze lze dále zkrátit použitím hemostatických přípravků umístěných na místo punkce pod kompresní zařízení.

Kromě výše uvedených benefitů DRA je patrná tendence ke snížení počtu krvácivých komplikací. Výskyt krvácení v místě punkčního přístupu v rozsahu EASY II a vyšší je ve Ferranteho metaanalýze statisticky významně snížen. Zkrácená doba komprese distálně od zápěstí, které obsahuje větší množství anatomických struktur, zejména však cévy a nervy pro celou ruku může vést ke snížení sice jinak málo častých, ale nepříjemných komplikací charakteru chronických bolestí, poškození nervů, poruchy čítí, parestesíí a celkové dysfunkce ruky (54).

Nezanedbatelným přínosem je zvětšení počtu možných lokalit vstupu do arteriálního řečiště pro diagnostické a intervenční procedury (63,64).

Ve srovnání s majoritou intervenčních pracovišť celosvětově používá naše pracoviště preferenčně (rutinně) levý transradiální přístup. Přístup z nedominantní tepny je jednak pro pacienty komfortnější a jednak i bezpečnější. Nejenom z hlediska dopadu případných

komplikací v oblasti vstupu do arteriálního řečiště, ale i ve smyslu snížení rizika jejich vzniku. Pacient má po výkonu nižší tendenci používat nedominantní končetinu k běžným sebeobslužným činnostem, a tak může být končetina po punkci výrazně lépe šetřena. Důvodem nízké utilizace levého radiálního přístupu je zejména určité nepohodlí pro katetrizujícího lékaře, který má pracovní pole posunuté více na levou stranu pacienta. DRA přístup umožňuje primárně pravostranným operatérům výrazně jednodušší přístup k punkčnímu místu na levé ruce a může tak zlepšit penetranci dle našeho názoru pro pacienty výhodného levého radiálního přístupu.

Z uvedených dat však vyplývá celá řada dalších otázek. Jednou z nich je, pro jak velké procento pacientů lze DRA aplikovat. Ve většině současných prací a to platí obecně i pro klinickou praxi, je vhodnost pacientů pro DRA zjišťována pomocí palpce. Tím dochází k vyřazení určité části pacientů. Přestože Oliveira et. al ve své kohortě pacientů identifikuje pouze přibližně 0,7% pacientů s nehmotnou radiální tepnou, podle našich zkušeností je tento počet řádově vyšší - může se jednat přibližně o jednu desetinu všech pacientů ((65), Horák et al 2023 Czech cardiovascular research days). Dalším problémem je relativně vysoký selhání punkce a crossover (viz Tabulka 10), který souvisí i s delší učební křivkou, která se může pohybovat mezi 50-200 vyšetřeními. To může část konzervativní odborné intervenční veřejnosti od jinak zjevně benefity poskytující DRA odrazovat. V preselektovaných populacích, kde je zjišťována vhodnost pacientů pro DRA zejména palpačně je dosahováno úspěšnosti punkce 89-99,5% (32). V recentní metaanalýze Ferranteho je rozptýl úspěšnosti punkce, resp. selhání velmi vysoký mezi 70% a 96% (viz Tabulka 10).

Tabulka 10: Podle Ferrante (38), Selhání přístupu a crossover

Studie	RR (95% CI)	DRA n/N	cTRA n/N
Kotouzis M et al. 2019	15,00 (3,68- 61,09)	30/100	2/100
Vefali V et al 2019	1,26 (0,35-4,57)	5/102	4/103
Lu H et. al. 2020	13,00 (0,76-223,33)	6/40	0/40
Koledinsky AG et al. 2020	2,33 (0,62-8,83)	7/132	3/132
Lin Y et. Al. 2020	1,2 (0,61-2,35)	18/450	15/450
Eid-Lidt G et al. 2021	19,27 (2,62-142,01)	19/140	1/142
Lucreziotti S et. al. 2021	3,43 (1,79,6,59)	33/100	10/104
Tsigkas G et. al. 2022	3,94 (2,67-5,82)	113/518	29/524
DISCO RADIAL 2022	2,11 (1,30-3,43)	48/650	23/657
Celkem	3,08 (1,88-5,06)	279/2232	87/2252

Příčinou vyššího výskytu neúspěšné punkce a zavedení cévního zavaděče může být menší průměr distální radiální tepny přibližně o 10-20% a prostorově složitější průběh distální radiální arterie, která je jednak angulovaná a na rozdíl od radiální tepny v konvenčním místě punkce se zanořuje do hloubky – prochází z dorsální na volární stranu zápěstí (51,52,54).

Podle našich zkušeností i některých dalších dat z odborné literatury může oba tyto problémy tedy vyšší frekvenci selhání punkce a zvýšený počet punkčních pokusů i dlouhou učební křivku pomoci překonat rutinní vedení punkcí ultrazvukem. Bohužel však intervenční komunita má relativně malou náklonnost používat UZ jako standardní, rutinní nástroj k vedení punkcí (60).

Objevuje se i otázka poměru průměru cévního zavaděče a tepny a tím vhodnost použití DRA pro široké spektrum výkonů a pacientů. Ze studie DISCO-RADIAL a Distální radiální přístup a postprocedurální ultrazvukové hodnocení distální a proximální radiální tepny (49,54) je zřejmé, že při rutinním použití 6F a 5F instrumentária je riziko postprocedurální okluze DRA velice nízké (pod 1%). Z analýz průměrů DRA je patrné, že medián DRA se pohybuje přibližně na úrovni zevního průměru 5F tenkostěnného cévního zavaděče Glidesheath Slender a lze odvodit, že ve studii DISCO-RADIAL kde byl použitý mandatorně 6F zavaděč mělo více než 50% pacientů průměr DRA menší než je zevní průměr použitého zavaděče. Nelze vyloučit, že distální radiální tepna je méně citlivá na nepoměr mezi zevním průměrem cévního zavaděče a vnitřním průměrem tepny.

V tabulce z práce Chena (59) je také zřejmé, že průměrná velikost DRA je menší než tenkostěnný 6F Glidesheath Slender (zevní průměr 2,46 mm) (viz Tabulka 11). Tento nepoměr v průměrech však u DRA nezpůsobuje exces postprocedurálních okluzí. DRA se tak jeví jako možný přístup první volby pro velmi širokou skupinu pacientů, ne-li pro všechny nezávisle na velikosti DRA a palpabilitě.

Tabulka 11: Diametry DRA podle Chen et. al. (59)

References	Country	Study design	Number (n)	Ultrasound machine model	Probe type	Probe frequency	Diameter definition	Diameter of distal radial artery (mm)	Influencing factors
Kaledin et al. (38)	Russia	Prospective	2,775	NA	NA	NA	Media to media	2.4*	NA
Kim et al. (31)	Korea	Retrospective	117	NA	NA	NA	Media to media	2.65 ± 0.46 men 2.40 ± 0.53 women	Gender
Lee et al. (32)	Korea	Prospective	151	NA	NA	NA	Adventitia to adventitia	2.41 ± 0.50 L 2.36 ± 0.49 R	NA
Babunashvili (39)	Russia	Retrospective	1631	NA	NA	NA	Media to media	2.13 ± 0.33	NA
Flores (40)	America	Retrospective	200	NA	NA	NA	Media to media	2.4 men [#] 2.1 women [#]	NA
Norimitsu et al. (24)	Japan	Retrospective	142	NA	NA	NA	Adventitia to adventitia	2.60 ± 0.50	Weight, CRA, BMI
Yu et al. (25)	China	Retrospective	92	Philips, iE33	Philips L11-3	NA	Media to media	1.70 ± 0.50 L 1.71 ± 0.50 R	NA
Mizuguchi et al. (28)	Japan	Retrospective	228	Boston scientific corporation	Linear probe	11 MHz	Media to media	2.40 ± 0.50 AS 2.30 ± 0.50 Hegu	NA
Naito et al. (29)	Japan	Retrospective	120	Philips, CX50	Linear probe	12–13 MHz	Media to media	2.02 ± 0.44	NA
Wang et al. (6)	China	Retrospective	620	NA	NA	NA	Media to media	2.20 ± 0.50	NA
Hadjivassiliou et al. (12)	Canada	Retrospective	287	NA	NA	NA	Media to media	2.34 ± 0.36	NA
Kawamura et al. (30)	Japan	Retrospective	50	NA	NA	NA	Media to media	2.99 ± 0.60	NA
Meo et al. (34)	Italy	Cross-sectional	700	Esaote MyLab two, Genova	Linear probe	10 MHz	Media to media	1.99 ± 0.47	Gender, BMI
Koury et al. (35)	Brazil	Prospective	42	NA	NA	NA	Media to media	2.31 ± 0.44	NA
Achim et al. (2)	Romania	Prospective	1240	NA	Linear probe	7.5 MHz	Media to media	2.30 ± 0.20	NA
Lee et al. (33)	Korea	Retrospective	1162	Vivid E95/Philips EPIQ7	11L-D/L12-3 linear probe	4.5–12 MHz /3–12 MHz	Media to media	2.35 ± 0.45 L 2.31 ± 0.43 R	Gender, BMI, BSA
Eid-Lidt et al. (37)	Mexico	Randomized	140	L741	SonoScapeE2	16–4 MHz	Media to media	2.40 ± 0.50	NA
Ghose et al. (13)	India	Prospective	108	NA	Philips, M2540 ^A	NA	Media to media	2.25 ± 0.34	NA
Deora et al. (23)	India	Prospective	1004	Philips, EPIC 7C	NA	8–11 MHz	Media to media	2.23 ± 0.39	Height, weight, gender
Li et al. (26)	China	Retrospective	246	NA	Philips, EPIQ 7C/IE33	NA	Media to media	2.05 ± 0.41	Gender
Xiong et al. (27)	China	Randomized	81	Wisomic, China	Linear probe	4–15 MHz	Media to media	2.10 ± 0.40	Weight
Horak et al. (36)	Czech Republic	Retrospective	115	GE Vivid S6	Linear 9L transducer	2.4–10.0 MHz	Media to media	2.31 ± 0.47	NA

*median values; [#] mean; L, Left; R, Right; NA, non-available; CRA, conventional radial artery; BMI, body mass index; BSA, body surface area; AS, anatomical snuffbox; Hegu, Hegu acupoint.

10 Limitace

Limitací našich prací je relativně malý soubor pacientů u tří ze čtyř prezentovaných projektů a to vzhledem k jejich provádění pouze v jednom centru. Přesná kvantifikace komplikací jako je RAO a krvácení je tedy obtížná, vzhledem k jejich malému výskytu. Z počtu téměř 300 analyzovaných subjektů ve třech čistě domácích pracích lze však s velkou mírou spolehlivosti usuzovat na extrémně malou míru komplikací i bez jejich přesné číselné kvantifikace. Navíc naše výsledky dobře korelují i s ostatními pracemi. Z Ferranteho metaanalýzy (38) je patrné, že celá řada studií z ostatních evropských a světových pracovišť má obdobné počty subjektů. Dobře korelují i naše měření diametrů PRA a DRA ve srovnání s ostatními publikacemi (59).

Paralelně s tvorbou této disertační práce probíhaly na našem pracovišti i další práce týkající se distálního radiálního přístupu a počty sledovaných pacientů se tak významně navyšovaly. V práci o jednodenních katetrizacích v době pandemie covidu-19 a práci o zkrácení kompresního času novou kompresní metodou bylo sledováno dalších 108 resp. 160 pacientů vyšetřených z distálního radiálního přístupu. I v těchto kohortách byl počet komplikací extrémně nízký (1,66). Navíc je i ve zmíněných pracech potvrzen signifikantně kratší čas k dosažení hemostázy u dTRA proti konvenčnímu radiálnímu přístupu.

Jako určitou limitaci lze vnímat u práce s UZ asistencí při získání cévního vstupu její design jako „single center single operator“ studie. Ve světle dosud spíše rezervovaného přístupu intervenčních kardiologů k UZ jako metodě usnadňující punkce cév považujeme tuto práci za pilotní projekt, který by měl vést k další validaci a rozšíření rutinního užívání UZ jako integrální součásti intervenčních výkonů.

11 Závěry disertační práce

Naše práce v souladu se záměry prokazuje, že distální radiální přístup je přínosnou novou metodou cévního vstupu při srdečních katetrizacích a intervencích u pacientů se suspektní nebo prokázanou ICHS. Jedná se o metodu použitelnou pro většinu pacientů, která je spojena s extrémně nízkým výskytem RAO a redukcí lokálních hematomů i ostatních komplikací. Proto se domníváme, že je i přes delší učební křivku vhodná pro rutinní využití v intervenční kardiologii, kde mimo jiné umožní větší počet a kombinaci arteriálních vstupů.

Distální radiální přístup usnadňuje provádění katetrizací z nedominantní, levé horní končetiny pro operátora a může tak otevřít cestu k rozšíření počtu katetrizací z LHK pro „pravostranné“ operátory, kterých je dosud drtivá většina.

Jedním z nejdůležitějších přínosů je zjednodušení hemostatického protokolu a signifikantní zkrácení doby potřebné k dosažení hemostázy na konci výkonu. To významně šetří práci středně zdravotnického personálu a může tak vést ke zkvalitňování péče o pacienty.

V naší práci jsme prokázali že:

- 1) dTRA je v běžné praxi použitelná metoda získání arteriálního vstupu vhodná pro katetrizační metody používané pro diagnostiku a léčbu ischemické choroby srdeční. Metodu lze aplikovat na široké spektrum pacientů a invazivních či intervenčních procedur.
- 2) Aplikace protokolů komprese uvedených v naší práci vede u cTRA k radikálnímu snížení RAO. Hemostatický protokol u dTRA vede k signifikantnímu omezení náročnosti na práci ošetřujícího personálu. Péče o pacienty s dTRA je pro ošetřující personál jednodušší. Distální radiální přístup je spojen s nízkým počtem komplikací. Oproti konvenčnímu radiálnímu přístupu signifikantně zkracuje čas nutný k dosažení bezpečné hemostázy. Závěry naší práce podporují hypotézu, že pacienty je možno ošetřovat v rutinním provozu jak z konvenčního, tak distálního radiálního přístupu a to u většiny pacientů u kterých není primární důvod použití jiného arteriálního vstupu. Distální radiální přístup vede ke zjednodušení náročnosti a zkrácení specializované postprocedurální péče a usnadňuje tedy management pacientů v systému jednodenní péče.

- 3) V našich souborech pacientů bylo z PRA i DRA ošetřeno více než 90% pacientů z nedominantní, tedy levé horní končetiny. Distální radiální přístup z levé horní končetiny je ve srovnání s cTRA komfortnější pro pacienty i katetrizující lékaře.
- 4) Ultrazvuková navigace punkce jako rutinní metoda umožňuje jako jediná varianta punkci u pacientů, u kterých není DRA hmatná. Tím se rozšiřuje pool pacientů vhodných pro punkci dTRA. Systematické použití UZ snižuje počet punkčních pokusů.

12 Seznam Zkratek

TRA	(TransRadial Access)	transradiální přístup
DRA	(Distal Radial Artery)	distální radiální tepna
PRA	(Proximal Radial Artery)	proximální radiální tepna
cTRA	(conventional Transradial Access)	konvenční radiální přístup
dTRA	(distal Transradial Access)	distální radiální přístup
ldTRA	(left distal TRA)	levý distální radiální přístup
DDRA	(Dorsal Distal Radial Access)	dorsální distální radiální přístup
SB	(SnuffBox)	Fossa tabatieres na zápěstí
ACT	(Activated Clotted Time)	
AKB		aortokoronární bypass
AKS		Akutní koronární syndrom
DUSG	(Duplex UltraSonoGraphy)	duplexní ultrasonografie
ESC	(European Society of Cardiology)	Evropská kardiologická společnost
GSS	(GlideSheath Slender)	tenkostěnný cévní zavaděč fy Terumo
ICHS		Ischemická CHoroba Srdeční
IVUS	(IntraVascular UltraSound)	intravaskulární ultrazvuk
OCT	(Optical Coherence Tomography)	optická koherentní tomografie
PCI	(Percutaneous Coronary Intervention)	perkutánní koronární intervence
UZ		ultrazvuk
UFH	(UnFractionated Heparin)	nefrakcionovaný heparin

13 Seznam publikací autora

13.1 Publikace vztahující se k disertační práci s IF (1-7) a bez IF (8-13)

1. Aminian A, Sgueglia GA, Wiemer M, Kefer J, Gasparini GL, Ruzsa Z, van LeeuwenMAH, Ungureanu C, Leibundgut G, Vandelloo B, Kedev S, Bernat I, Ratib K, IglesiasJF, Al Hage E, Posteraro GA, Pascut D, Maes F, Regazzoli D, Kakonyi K, MeijersTA, Colletti G, Krivoshei L, Lochy S, Zafirovska B, **Horák D**, Nolan J, DegrauweS, Tobita K, Saito S. Distal Versus Conventional Radial Access for Coronary Angiography and Intervention: The DISCO RADIAL Trial. JACC Cardiovasc Interv.2022 Jun 27;15(12):1191-1201. doi: 10.1016/j.jcin.2022.04.032. Epub 2022 May 17.PMID: 35595673. **IF v době publikace 11,3**
2. Smits PC, Laforgia PL, Abdel-Wahab M, Neumann FJ, Richardt G, Boxma-de KlerkB, Lunde K, Schotborgh CE, Piroth Z, **Horak D**, Wlodarczak A, Frederix GW, Omerovic E. Fractional flow reserve-guided multivessel angioplasty in myocardial infarction: three-year follow-up with cost benefit analysis of the Compare-Acute trial. EuroIntervention. 2020 Jun 25;16(3):225-232. doi: 10.4244/EIJ-D-20-00012.PMID: 32250250. **IF v době publikace 6,5**
3. Smits PC, Abdel-Wahab M, Neumann FJ, Boxma-de Klerk BM, Lunde K, SchotborghCE, Piroth Z, **Horak D**, Wlodarczak A, Ong PJ, Hambrecht R, Angerås O, Richardt G,Omerovic E; Compare-Acute Investigators. Fractional Flow Reserve-Guided Multivessel Angioplasty in Myocardial Infarction. N Engl J Med. 2017 Mar30;376(13):1234-1244. doi: 10.1056/NEJMoa1701067. Epub 2017 Mar 18. PMID:28317428. **IF v době publikace 79,258**
4. **Horák D**, Bernat I, Jirouš Š, Slezák D, Rokyta R. Distal radial access andpostprocedural ultrasound evaluation of proximal and distal radial artery. Cardiovasc Interv Ther. 2022 Oct;37(4):710-716. doi: 10.1007/s12928-022-00857-z.Epub 2022 Apr 16. PMID: 35429314. **IF v době publikace 3,2**
5. Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S, Rokoss MJ, Gao P, Meeks B, Kedev S, Stankovic G, Moreno R, Gershlick A, Chowdhary S, Lavi S, Niemela K, Bernat I, Cantor WJ,Cheema AN, Steg PG, Welsh RC, Sheth T, Bertrand OF, Avezum A, Bhindi R, Natarajan MK, **Horak D**, Leung RC, Kassam S, Rao SV, El-Omar M, Mehta SR, Velianou JL, Pancholy S, Džavík V; TOTAL Investigators. Outcomes after thrombus aspiration for ST elevation myocardial

- infarction: 1-year follow-up of the prospective randomised TOTAL trial. Lancet. 2016 Jan 9;387(10014):127-35. doi:10.1016/S0140-6736(15)00448-1. Epub 2015 Oct 22. PMID: 26474811; PMCID:PMC5007127. **IF v době publikace 44,002**
6. Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S, Meeks B, Gao P, Hart RG, Kedev S, Stankovic G, Moreno R, **Horak D**, Kassam S, Rokoss MJ, Leung RC, El-Omar M, Romppanen HO, Alazzoni A, Alak A, Fung A, Alexopoulos D, Schwalm JD, Valettas N, Džavík V; TOTAL Investigators. Stroke in the TOTAL trial: a randomized trial of routine thrombectomy vs. percutaneous coronary intervention alone in ST elevation myocardial infarction. Eur Heart J. 2015 Sep 14;36(35):2364-72. doi:10.1093/eurheartj/ehv296. Epub 2015 Jun 29. PMID: 26129947; PMCID: PMC4568405. **IF v době publikace 15,064**
 7. Bernat I, **Horak D**, Stasek J, Mates M, Pesek J, Ostadal P, Hrabos V, Dusek J, Koza J, Sembera Z, Brtko M, Aschermann O, Smid M, Polansky P, Al Mawiri A, Vojacek J, Bis J, Costerousse O, Bertrand OF, Rokyta R. 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 Mar18;63(10):964-72. doi: 10.1016/j.jacc.2013.08.1651. Epub 2013 Nov 21. PMID:24211309. **IF v době publikace 16,503**
 8. **Horák D**, Bernat I, Jirouš Š, Slezák D, Koza J, Pešek J, Rokyta R .Routine ultrasound use in consecutive patients catheterized via distal radial access. Cor et Vasa 2023 (vol. 65); suppl 2: 10-11.
 9. Bernat I, **Horák D**, Jirouš Š, Lerchner T, Pešek J, Koza J, Slezák D, et al. Jednodenní srdeční katetrizace a intervenční výkony v době pandemie covidu-19 v roce 2021. Interv Akut Kardiol. 2022;21(1):9-12
 10. Bernat I, **Horák D**, Jirouš Š, Pešek J, Koza J, Slezák D, et al. Distální radiální přístup u koronárních katetrizací a intervencí. Interv Akut Kardiol 2020;19(2) 88-90
 11. **Horák D**, Bernat I. Jednodenní katetrizace v České republice. Interv Akut Kardiol . 2011; 10(3): 99-101.
 12. Kachlík D, Koňářík M, **Horák D**. Anatomická úskalí katetrizace cestou vřetenní tepny – variace větvení. Interv Akut Kardiol . 2012; 11(3-4): 117-123.
 13. Bernat I, **Horák D**, Koza J, et al. Duální registr primárních perkutánních koronárních intervencí radiálním přístupem. Interv Akut Kardiol . 2009; 8(3): 124-126.

13.2 Publikace autora, které se bezprostředně nevztahují k disertační práci

1. Karásek J, Polášek R, **Horák D**, Seiner J, Hraboš V, Horák J, et al. Pětileté zkušenosti z ECMO programu regionálního kardiocentra bez kardiochirurgie. *Intervencní a Akutní Kardiologie*. 2020 Dec;19(4):208–12.
2. **Horák D**. Neaterosklerotická postižení věnčitých tepen. *Interv Akut Kardiol*. 2019; 18(1): 23-27.
3. Sibai A, Jaworski L, **Horák D**. Urgentní perkutánní koronární intervence stenózy ve větvení kmene levé věnčité tepny s použitím dedikovaného bifurkačního stentu. *Interv Akut Kardiol* 2016; 15(3): 148–151
4. Roblová L, Toušek F, Toušek P, Pešl L, **Horák D**, Rokyta R, Červinka P, Želízko M, Janský P, Aschermann M, Holm F, Pechman V, Jarkovský J, Widimský P. Outcomes of patients hospitalized for suspected acute coronary syndrome, in whom the diagnosis was not confirmed: Results from the CZECH-1 and CZECH-2 registries. *Cor et Vasa*. 2015; 57(1): e1-e5.
5. Toušek P, **Horák D**, Toušek F, Rokyta R, Červinka P, Želízko M, Aschermann M, Janský P, Holm F, Pešl L, Jarkovský J, Widimský P. Trends in epidemiology and the treatment of acute coronary syndromes in the Czech Republic: Comparison of the CZECH-1 and CZECH-2 registries. *Cor et Vasa*. 2014; 56(4): e285-e290.
6. **Horák D**, Hraboš V, Šembera Z, Jaworski L. Selfexpandibilní koronární stenty. *Interv Akut Kardiol*. 2014; 13(3): 127–130.
7. Sábł P, Hraboš V, **Horák D**, et al. Rotační aterektomie závažné stenózy kmene levé koronární tepny u pacientky s akutním koronárním syndromem bez elevací úseku ST komplikovaným kardiogenním šokem. *Cor et Vasa*. 2012; 54(3-4): 151-154 (e213-e216).
8. Jaworski L, **Horák D**, Polášek R. Je radiální přístup vhodný i pro začínající intervenční kardiologie? *Interv Akut Kardiol* 2010; 9(6): 286–288
9. **Horák D**. Akutní koronární syndrom bez elevací ST ve světle doporučení 2007 a 2008. *Cor et Vasa*. 2009; 51(Suppl. 1): 48-51.

10. Holm F, **Horák D**, Šimek R, et al. Zvyšují lékové stenty dlouhodobou mortalitu? Výsledky prospektivního registru Kardiocentra Liberec. Interv Akut Kardiol . 2007; 6(2): 50-55.
11. **Horák D**, Holm F, Hraboš V, Polášek R, Telekes P, Šembera Z. Výskyt cévních komplikací u pacientů transportovaných na vzdálené kardiologické pracoviště se zavedenou intraaortální balonkovou kontrapulsací. Abstrakty XV. výročního sjezdu České kardiologické společnosti, 13.-16. května 2007, Brno. Cor et Vasa. 2007;49(4 Suppl.):1-140. doi: 10.33678/cor.2007.164.
12. **Horák D**, Holm F. Iatrogenní perforace věnčité tepny. Interv Akut Kardiol . 2006; 5(6): 250-253.
13. **Horák D**, Holm F, Šembera Z, et al. Perkutánní intervence kmene levé věnčité tepny u pacientů s akutními koronárními syndromy: zkušenosti z pracoviště bez místní kardiologie. Cor et Vasa. 2006; 48(Suppl. 4): 36.
14. **Horák D**, Holm F, Šimek R, et al. Registr implantace stentů vylučujících léky (DES). 1,5roční retrospektivní studie. Cor et Vasa. 2005; 47(Suppl. 4): 36.
15. **Horák D**, Hájek P, Hlaváček K, et al. Aortální stenóza s nízkým transvalvulárním gradientem spojená s nízkým srdečním výdejem. Interv Akut Kardiol . 2003; 2(3): 137-143.

14 Použitá literatura:

1. Bernat I, Horák D, Jirouš Š, Lerchner T, Pešek J, Koza J, et al. Jednodenní srdeční katetrizace a intervenční výkony v době pandemie covidu-19 v roce 2021. *Interv Akut Kardiol* 2022;21(1):9–12.
2. Horák D, Bernat I. Jednodenní katetrizace v České republice. *Interv Akut Kardiol*. 2011;10(3):99–101.
3. Bernat I, Brtko M, Horák D, Interní Klinika I, Plzeň FN, Klinika K, et al. Současný stav a perspektivy radiální přístupu v české intervenční kardiologii – nastal čas pro intenzivnější výměnu zkušeností? *Interv Akut Kardiol*. 2007;6(3):113–4.
4. Mamas MA, Tosh J, Hulme W, Hoskins N, Bungey G, Ludman P, et al. Health Economic Analysis of Access Site Practice in England During Changes in Practice: Insights From the British Cardiovascular Interventional Society. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2018 May 1;11(5):e004482.
5. Bernat I, Horak D, Stasek J, Mates M, Pesek J, Ostadal P, 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 Mar 18;63(10):964–72.
6. Romagnoli E, Biondi-Zoccai G, Sciahbasi A, Politi L, Rigattieri S, Pendenza G, 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 Dec 18;60(24):2481–9.
7. Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, Niemelä K, Xavier D, Widimsky P, 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(9775):1409–20.
8. Kala P, Mates M. Kapesní atlas koronární fyziologie: Pocket atlas of coronary physiology. Maxdorf; 2012
9. Smits PC, Abdel-Wahab M, Neumann FJ, Boxma-de Klerk BM, Lunde K, Schotborgh CE, et al. Fractional Flow Reserve–Guided Multivessel Angioplasty in Myocardial Infarction. *New England Journal of Medicine*. 2017 Mar 30;376(13):1234–44.
10. Smits PC, Laforgia PL, Abdel-Wahab M, Neumann FJ, Richardt G, Boxma-De Klerk B, et al. Fractional flow reserve-guided multivessel angioplasty in myocardial infarction: Three-year follow-up with cost benefit analysis of the Compare-Acute trial. *EuroIntervention*. 2021;16(3):225–32.
11. Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S, Rokoss MJ, Gao P, Meeks B, et al. Outcomes after thrombus aspiration for ST elevation myocardial infarction: 1-year follow-up of the prospective randomised TOTAL trial. *The Lancet*. 2016 Jan 9;387(10014):127–35.
12. Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S, Meeks B, Gao P, Hart RG, et al. Stroke in the TOTAL trial: A randomized trial of routine thrombectomy vs. percutaneous coronary intervention alone in ST elevation myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2015 Sep 14;36(35):2364–72.

13. Sharma V, Jolly SS, Hamid T, Sharma Di, Chiha J, Chan W, et al. Myocardial blush and microvascular reperfusion following manual thrombectomy during percutaneous coronary intervention for ST elevation myocardial infarction: Insights from the TOTAL trial. *Eur Heart J*. 2016 Jun 21;37(24):1891–8.
14. Kachlík D, Koňářík M, Horák D. Anatomická úskalí katetrizace cestou vřetenní tepny – variace větvení. *Interv Akut Kardiol* . 2012; 11(3-4): 117-123.
15. Bernat I, Horák D, Koza J, Pešek J, Hraboš V, Šembera Z, et al. Interv Akut Kardiol: Duální registr primárních perkutánních koronárních intervencí radiálním přístupem. *Interv Akut Kardiol*. 2009;8(3):124–6.
16. Topol EJ, Teirstein JS. Chapter 21:Post-percutaneous Coronary Intervention Planning. In: *Textbook of Interventional Cardiology*. 8th ed. 2020. p. 384–92.
17. Ibanez B, James S, Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, Caforio ALP, Crea F, Goudevenos JA, Halvorsen S, Hindricks G, Kastrati A, Lenzen MJ, Prescott E, Roffi M, Valgimigli M, Varenhorst C, Vranckx P, Widimský P; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2018 Jan 7;39(2):119-177. doi: 10.1093/eurheartj/ehx393. PMID: 28886621.
18. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 2019 Jan 7;40(2):87–165.
19. Riangiwat T, Blankenship JC. Vascular Complications of Transradial Access for Cardiac Catheterization. *US Cardiology Review* 2021;15:e04<https://doi.org/10.15420/usc.2020.23>
20. Roy S, Kabach M, Patel DB, Guzman LA, Jovin IS. Radial Artery Access Complications: Prevention, Diagnosis and Management. *Cardiovascular Revascularization Medicine*. 2022 Jul 1;40:163–71.
21. Rashid M, Kwok CS, Pancholy S, Chugh S, Kedev SA, Bernat I, Ratib K, Large A, Fraser D, Nolan J, Mamas MA. Radial Artery Occlusion After Transradial Interventions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc*. 2016 Jan 25;5(1):e002686. doi: 10.1161/JAHA.115.002686. PMID: 26811162; PMCID: PMC4859386.
22. Jirous S, Bernat I, Slezak D, Miklik R, Rokyta R. Post-procedural radial artery occlusion and patency detection using duplex ultrasound vs. the reverse Barbeau test. *Eur Heart J Suppl*. 2020;22(Suppl F):F23–9.
23. Aminian A, Sgueglia GA, Wiemer M, Kefer J, Gasparini GL, Ruzsa Z, et al. Distal Versus Conventional Radial Access for Coronary Angiography and Intervention: The DISCO RADIAL Trial. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022 Jun 27;15(12):1191–201.
24. Bernat I, Aminian A, Pancholy S, Mamas M, Gaudino M, Nolan J, et al. Best Practices for the Prevention of Radial Artery Occlusion After Transradial Diagnostic Angiography

- and Intervention: An International Consensus Paper. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019 Nov 25;12(22):2235–46.
25. Amato JJ, Solod E, Cleveland RJ. A “second” radial artery for monitoring the perioperative pediatric cardiac patient. *J Pediatr Surg.* 1977;12(5):715–7.
 26. Pyles ST, Scher KS, Vega ET, Harrah JD, Rubis LJ. Cannulation of the dorsal radial artery: a new technique. *Anesth Analg.* 1982 Oct;61(10):876-8. PMID: 7125255.
 27. Horimi H, Kusano E, Hasegawa T, Fuse K, Asano Y. Clinical experience with an anatomic snuff box arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *ASAIO J.* 1996 May-Jun;42(3):177-80. PMID: 8725684.
 28. Babunashvili A, Dundua D. Recanalization and re-use of early occluded radial artery within 6 days after previous transradial diagnostic procedure. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2011 Mar 1;77(4):530–6.
 29. AL Kaledin. Peculiarities of arterial access in endovascular surgery in elderly patients (Article in Russian). *Adv Gerontol.* 2014;27:115–9.
 30. F Roghani-Dehkordi. Distal accesses in the hand (two novel techniques) for percutaneous coronary angiography and intervention. *ARYA Atheroscler.* 2018;14:95–100.
 31. Kiemeneij F. Left distal transradial access in the anatomical snuffbox for coronary angiography (IdTRA) and interventions (IdTRI). *EuroIntervention.* 2017 Sep 1;13(7):851–7.
 32. Yoshimachi F, Ikari Y. Distal radial approach: a review on achieving a high success rate. *Cardiovasc Interv Ther.* 2021 Jan 1;36(1):30–8.
 33. Nardai S, Végh E, Óriás V, Nemes B, Tóth J, Hüttl A, et al. Feasibility of distal radial access for carotid interventions: the RADCAR-DISTAL pilot study. *EuroIntervention.* 2020 Feb 1;15(14):1288–90.
 34. Hadjivassiliou A, Cardarelli-Leite L, Jalal S, Chung J, Liu D, Ho S, et al. Left distal transradial access (IdTRA): a comparative assessment of conventional and distal radial artery size. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2020 Jun 1;43(6):850–7.
 35. OQ Assumpcao. A systematic review of the main approaches to catheterization/coronary angioplasty by a distal radial artery in the anatomical snuffbox. *Interv Cardiol.* 2020;12:89–93.
 36. Kawamura Y, Yoshimachi F, Nakamura N, Yamamoto Y, Kudo T, Ikari Y. Impact of dedicated hemostasis device for distal radial arterial access with an adequate hemostasis protocol on radial arterial observation by ultrasound. *Cardiovasc Interv Ther.* 2021 Jan 1;36(1):104–10.
 37. Schenke K, Viertel A, Joghetaei N, Prog R, Matthiesen T, Ohm S, et al. Distal transradial access for coronary angiography and interventions in everyday practice: data from the TRIANGLE registry (Twitter Initiated registry for coronary ANgiography in Germany via distal radial accEss). *Cardiol Ther.* 2021 Jun 1;10(1):241–53.
 38. Ferrante G, Condello F, Rao S V., Maurina M, Jolly S, Stefanini GG, et al. Distal vs Conventional Radial Access for Coronary Angiography and/or Intervention: A Meta-Analysis of Randomized Trials. *JACC Cardiovasc Interv.* 2022 Nov 28;15(22):2297–311.

39. Costa F, Van Leeuwen MAH, Daemen J, Diletti R, Kauer F, Van Geuns RJ, et al. The Rotterdam radial access research, ultrasound-based radial artery evaluation for diagnostic and therapeutic procedures. *Circ Cardiovasc Interv.* 2016 Feb 1;9(2):e003129.
40. Sgueglia GA, Di Giorgio A, Gaspardone A, Babunashvili A. Anatomic basis and physiological rationale of distal radial artery access for percutaneous coronary and endovascular procedures. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018 Oct 22;11(20):2113–9.
41. M Loukas DSH. Anatomical variations of the superficial and deep palmar arches. *Folia Morphol (Warsz).* 2005;64:78–83.
42. Zarzecki MP, Popieluszko P, Zayachkowski A, Pękala PA, Henry BM, Tomaszewski KA. The surgical anatomy of the superficial and deep palmar arches: a meta-analysis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2018 Nov 1;71(11):1577–92.
43. Bernat I. Distal radial approach: the next promising step in an even more minimally invasive strategy. *JACC Cardiovasc Interv.* 2021 Feb 22;14(4):386–7.
44. Rashid M, Lawson C, Potts J, Kontopantelis E, Kwok CS, Bertrand OF, et al. Incidence, Determinants, and Outcomes of Left and Right Radial Access Use in Patients Undergoing Percutaneous Coronary Intervention in the United Kingdom: A National Perspective Using the BCIS Dataset. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018 Jun 11;11(11):1021–33.
45. Eid-Lidt G, Rivera Rodríguez A, Jimenez Castellanos J, Farjat Pasos JI, Estrada López KE, Gaspar J. Distal Radial Artery Approach to Prevent Radial Artery Occlusion Trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2021 Feb 22;14(4):378–85.
46. Mason PJ, Shah B, Tamis-Holland JE, Bittl JA, Cohen MG, Safirstein J, et al. An Update on Radial Artery Access and Best Practices for Transradial Coronary Angiography and Intervention in Acute Coronary Syndrome: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circ Cardiovasc Interv.* 2018;11(9):35.
47. Mehran R, Rao S V., Bhatt DL, Gibson CM, Caixeta A, Eikelboom J, et al. Standardized bleeding definitions for cardiovascular clinical trials: a consensus report from the Bleeding Academic Research Consortium. *Circulation.* 2011 Jun 14;123(23):2736–47.
48. Bertrand OF, De Larochelière R, Rodés-Cabau J, Proulx G, Gleeton O, Nguyen CM, et al. A randomized study comparing same-day home discharge and abciximab bolus only to overnight hospitalization and abciximab bolus and infusion after transradial coronary stent implantation. *Circulation.* 2006;114(24):2636–43.
49. Aminian A, Sgueglia GA, Wiemer M, Gasparini GL, Kefer J, Ruzsa Z, et al. Distal versus conventional radial access for coronary angiography and intervention: Design and rationale of DISCO RADIAL study. *Am Heart J.* 2022 Feb 1;244:19–30.
50. Aminian A, Saito S, Takahashi A, Bernat I, Jobe RL, Kajiya T, 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 eventT), a randomised multicentre trial. *EuroIntervention.* 2017 Aug 1;13(5):e549–56.

51. Hadjivassiliou A, Kiemeneij F, Nathan S, Klass D. Ultrasound-guided access to the distal radial artery at the anatomical snuffbox for catheter-based vascular interventions: A technical guide. *EuroIntervention*. 2021;16(16):1342–8.
52. Hadjivassiliou A, Cardarelli-Leite L, Jalal S, Chung J, Liu D, Ho S, et al. Left Distal Transradial Access (IdTRA): A Comparative Assessment of Conventional and Distal Radial Artery Size. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2020 Jul;43(6):850–7.
53. Bernat I, Horák D, Jirouš Š, Pešek J, Koza J, Slezák D, et al. Distální radiální přístup u koronárních katetrizací a intervencí. *Interv Akut Kardiol* 2020; 19(2):88-90
54. Horák D, Bernat I, Jirouš Š, Slezák D, Rokyta R. Distal radial access and postprocedural ultrasound evaluation of proximal and distal radial artery. *Cardiovasc Interv Ther*. 2022 Oct;37(4):710-716. doi: 10.1007/s12928-022-00857-z.
55. Seto AH, Roberts JS, Abu-Fadel MS, Czak SJ, Latif F, Jain SP, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates transradial access: RAUST (Radial Artery access with Ultrasound Trial). *JACC Cardiovasc Interv* 2015 Feb 1;8(2):283–91.
56. Seto AH, Abu-Fadel MS, Sparling JM, Zacharias SJ, Daly TS, Harrison AT, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates femoral arterial access and reduces vascular complications: FAUST (Femoral Arterial Access with Ultrasound Trial). *JACC Cardiovasc Interv*. 2010;3(7):751–8.
57. Achim A, Péter OÁ, Kákonyi K, Sasi V, Nemes A, Homorodean C, Stanek A, Olinic DM, Ruzsa Z. The Role of Ultrasound in Accessing the Distal Radial Artery at the Anatomical Snuffbox for Cardiovascular Interventions. *Life (Basel)*. 2022 Dec 22;13(1):25. doi: 10.3390/life13010025. PMID: 36675974; PMCID: PMC9866992.
58. White L, Halpin A, Turner M, Wallace L. Ultrasound-guided radial artery cannulation in adult and paediatric populations: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2016 May 1 116(5):610–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27106964/>
59. Chen T, Yu X, Song R, Li L, Cai G. Application of ultrasound in cardiovascular intervention *via* the distal radial artery approach: New wine in old bottles? *Front Cardiovasc Med*. 2022 Dec 15;9:1019053. doi: 10.3389/fcvm.2022.1019053. PMID: 36588545; PMCID: PMC9799162.
60. Nathan S, Klass D, Puri A. What’s New in Transradial Access. *EMJ Int Cardiol Interventional Cardiology* 2023. 2023 Jun 7;11:2–12. Available from: <https://www.emjreviews.com/interventional-cardiology/symposium/whats-new-in-transradial-access-s090123/>
61. Gold AK, Al-Ghofaily L, Wenger IE, Augoustides JG. Arterial Access—Choosing In-Plane or Out-of-Plane Imaging for Vessel Cannulation. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021 Jan 1;35(1):89–90.
62. Arora NR, Maddali MM, Al-Sheheimi RAR, Al-Mughairi H, Panchatcharam SM. Ultrasound-Guided Out-of-Plane Versus In-Plane Radial Artery Cannulation in Adult Cardiac Surgical Patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021 Jan 1;35(1):84–8.
63. Bernat I. Distal Radial Approach: The Next Promising Step in an Even More Minimally Invasive Strategy. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021 Jul;14(4):386–7.

64. Bernat I, Horák D, Jirouš Š, Pešek J, Koza J, et al. Distal radial approach in coronary catheterizations and interventions; Distální radiální přístup u koronárních katetrizací a intervencí. *Interv Akut Kardiol.* 2020;19(2):88–90.
65. Oliveira MD, Navarro EC, Caixeta A. Distal transradial access for coronary procedures: a prospective cohort of 3,683 all-comers patients from the DISTRACTION registry. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2022 Apr;12(2):208-219. doi: 10.21037/cdt-21-542.
66. Bernat Ivo, Horák David, Jirouš Štěpán, Buchnerová Alena, Lerchner Tobias, Rokytová R, et al. New Method of Compression after Coronary Angiography and Intervention from Proximal and Distal Radial Approaches in Randomized Comparison with Standard Compression - Analysis of 500 Patients . *Cor Vasa.* 2023 Nov;65(Suppl 2):5–5.
67. Bertrand OF. Acute forearm muscle swelling post transradial catheterization and compartment syndrome: Prevention is better than treatment! *Catheterization and Cardiovascular Interventions.* 2010 Feb 15;75(3):366–8