

Radialni pristop za interventne posege na koronarnih arterijah

Transradial -approach for cardiovascular interventions

Matjaž Klemenc,¹ Gregor Budihna,² Andrej Bartolič,² Želimir Antonić³ in Maja Tomšič²

¹ Oddelek za intenzivno interno medicino SB Nova Gorica

² Kardiološki oddelek SB Nova Gorica

³ Radiološki oddelek SB Nova Gorica

Korespondenca/ Correspondence:

prim. doc. dr. Matjaž Klemenc, dr. med., spec. internist, spec. kardiologije in vaskularne med., Oddelek za intenzivno interno medicino SB Nova Gorica, Padlih borcev 13a, 5290 Šempeter pri Gorici
e: matjaz.klemenc@bolnitsnica-go.si

Ključne besede:

radialni pristop;
perkutani koronarni
interventni posegi

Key words:

transradial approach;
percutaneous coronary
intervention

Citirajte kot/Cite as:

Zdrav Vestn 2013;
82: 837–50

Prispelo: 21. feb. 2013,
Sprejeto: 30. mar. 2013

Izvleček

Radialni pristop za interventne posege na koronarnih arterijah ima v primerjavi s femoralnim pristopom pomembne prednosti, povezane predvsem z zapleti na področju vbodnega mesta. Za preiskovance je prijaznejši, saj omogoča hitrejšo pomičnost. Zaradi manjšega števila zapletov se skrajša tudi ležalna doba.

V preglednem članku so avtorji opisali anatomske posebnosti arterij zgornjega uda, ki vplivajo na uspeh posega. Navedeni so sicer redki zapleti pri uvajanju žic in katetrov ter načini preprečevanja in zdravljenja. Osrednji del prispevka je namenjen opisu tehnike radialnega pristopa. Navedeni so primeri, ko radialni pristop ni primeren, načini zaščite radialne arterije in izogibanja zapletom pri manipuliranju s katetri. Avtorji podajo še lastne izkušnje pri posegih na koronarnih arterijah preko radialnega pristopa.

Abstract

Transradial approach for cardiovascular interventions has some important advantages over femoral approach, mainly related to complications at the insertion site. It allows quicker mobility of patients and because of lower incidence of major adverse events the hospitalization is shorter.

In this review article authors describe anatomical features of arteries of the upper extremity affecting intervention success. Rare complications while introducing wires and catheters and the ways of their prevention and treatment are listed. The main part of this article is dedicated to the description of the techniques of radial approach. Cases where radial approach is not appropriate, ways of radial artery protection and some tips and tricks for handling catheters are mentioned. Finally, our own experience with radial approach for cardiovascular interventions is presented.

Zgodovinski razvoj

Leta 1962 je dr. Mason Sones prvi opisal uporabo brahialne arterije za selektivno slikanje koronarnih arterij.¹ Že leta 1948 je švedski zdravnik Bruce Radner predlagal uporabo radialne arterije za prikaz prsne aorte.² V 70. letih prejšnjega stoletja so v Franciji pričeli uporabljati radialno arterijo za prikaz koronarnih arterij. Zaradi možnosti poškodbe ven in medianega živca, ki potekajo v neposredni bližini, je Michel Bertrand razvil metodo odpiranja radialne arterije nekaj centimetrov nižje od mesta za običajen kirurški pristop.³ Čeprav so ob koncu preiskave proksimalni del radialne arterije podvezali in s tem prekinili pretok, ishemijske distalne dela roke niso opažali.

Leta 1989 je kanadski zdravnik Lucien Campeau opisal svoje prve izkušnje pri koronarografijah z uporabo distalnega dela radialne arterije za vstopno mesto.⁴ Metoda se je hitro širila med interventnimi kardiologi. Tako je Japonec Otaki že leta 1992 poročal o uporabi 5F Judkinsovih in Amplatzovih katetrov za radialni pristop.⁵ Kljub antikoagulačijski zaščiti sta tako Campeau kot Otaki opisala primere okluzije radialne arterije, ki pa niso povzročale simptomov. Leta 1993 je nizozemski zdravnik Ferdinand Kiemeneij prvi opisal vstavitve stenta v koronarno arterijo z uporabo radialnega pristopa.⁶ Štiri leta kasneje je bila objavljena prva randomizirana študija, ki je primerjala uspešnost

Tabela 1: Delež radialnega pristopa pri posegih na koronarnih arterijah (zaokrožene vrednosti nacionalnih podatkovnih baz).

Država	Caputo in sod. 2010 [9]	Rita 2012
Norveška	90*	np
Švica	np	15
Španija	43	48
Nemčija	25*	15–20
Belgija	np	29
Češka	np	50
Madžarska	np	79
Velika Britanija	35	51
Francija	60	65
Italija	25*	np
Poljska	22*	np
Bolgarija	70*	np
Japonska	60	np
Kanada	50*	np
ZDA	2*	np

in zaplete pri femoralnem, brahialnem in radialnem pristopu. Kiememeij in sodelavci so poročali o primerljivem uspehu preiskav in o pomembno manjšem številu žilnih zapletov pri radialnem pristopu.⁷ Prav tako so avtorji pokazali, da je varno bolnike odpustiti v domačo oskrbo še isti dan, ko je bilo opravljeno stentiranje.⁸

Opisane izkušnje pionirjev radialnega pristopa so pripomogle, da je v nekaterih državah ta pristop postal prevladujoč. To velja posebej za evropske države, bistveno manj pa se ga poslužujejo v ZDA. Sedaj se približno petina vseh posegov na koronarnih ar-

terijah opravi preko radialnega pristopa, če ne upoštevamo ZDA, pa skoraj ena tretjina⁹ (Tabela 1).

V Sloveniji se uporaba radialnega pristopa za diagnostične in ostale posege na koronarnih arterijah med posameznimi laboratoriji precej razlikuje. V Tabeli 2 so zbrani podatki o deležu radialnega pristopa za katetrizacijske laboratorije v letu 2012.

Antikoagulantna in antiagregacijska zaščita je ob tehnološkem izpopolnjevanju žilnih opornic pomembno zmanjšala število ishemičnih dogodkov.^{10,11} Pozornost interventnih kardiologov in raziskovalcev se je usmerila h krvavitvam in žilnim neishemičnim zapletom. Presečne študije so pokazale zvezo med krvavitvami ob posegih in obolevnostjo oz. smrtnostjo.^{12,13} Žilne zaplete lahko zmanjšamo na več načinov: s farmakološkim pristopom,^{14,15} z izboljšanjem tehnike femoralnega pristopa^{16,17} ali pa z izogibanjem femoralnemu pristopu. Čeprav je razvoj sistemov za zapiranje femoralnih arterij pomembno skrajšal čas hospitalizacije in povečal bolnikovo udobje, pa uporaba teh sistemov ni zmanjšala žilnih zapletov in krvavitvev.¹⁸ Radialni pristop ima v primerjavi z drugimi nekaj pomembnih prednosti: mesto vboda je enostavno stisljivo, v bližini ni pomembnih ven in živcev, vzporedno pa poteka do palmarnega loka še ulnarna arterija.

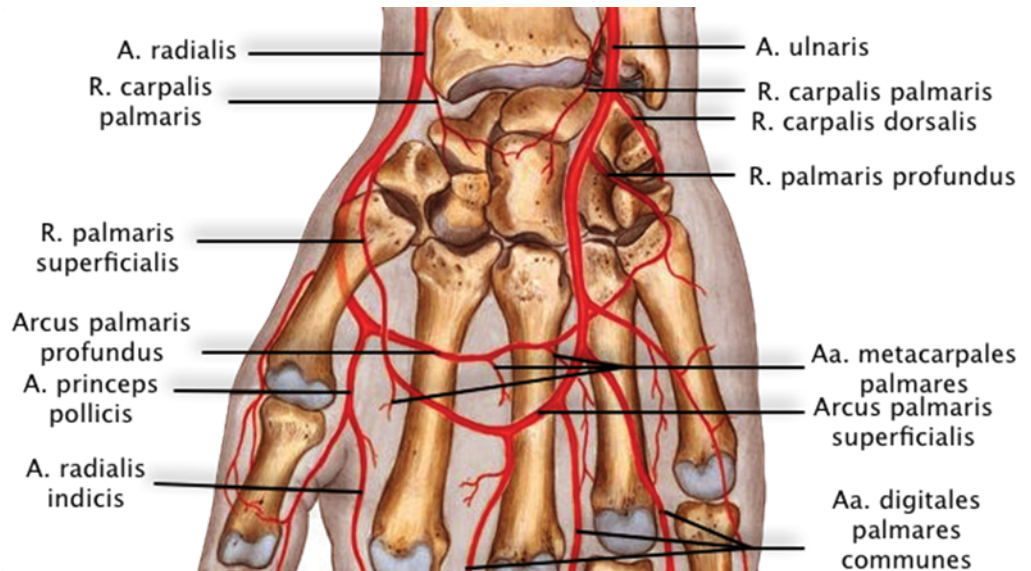
Anatomija radialne arterije

Arterija (a.) radialis je manjša mišična arterija debeline 2–3 mm. V komolčni kotanji se odcepi od a. brahialis. V proksimalnem delu arterija poteka po mišici (m.) pronator teres in jo prekriva m. brahioradialis, v tem predelu poteka skupaj s površinsko vejo radialnega živca. V distalnem delu poteka arterija zelo površno in lateralno ob m. flexor carpi radialis. V tem predelu ob arteriji ni drugih pomembnejših anatomskih struktur (večje vene ali živci) in poteka tik pod kožo, kjer zelo dobro tipamo njeno pulziranje. V distalnem delu nato poteka skozi prvi interosalni prostor med glavama mišic m. adductor policis v dlan, kjer preko globokega in povrhnjega arterijskega pleteža (arcus palmaris) anastomozira z a. ulnaris (Slika 1). Dlan je tako preskrbljena

Tabela 2: Delež radialnega pristopa v Sloveniji v 2012. * (ocene vodij katetrizacijskih laboratorijev)

Laboratorij	Radialni pristop (%)
KC Maribor	< 30 %*
SB Celje	2–3 %*
KC Ljubljana	<5 %*
SB Izola	15–20 %*
SB Nova Gorica	84 %
Medicor	5–10 %*

Slika 1: Palmarni lok.



z arterijsko krvjo preko dveh žil. A. radialis se v komolčni kotanji združi z a. ulnaris v a. brahialis. Nad komolčno kotanjo jo prekriva bicepsova aponevroza. V sredini nadlahti jo križa živec (n.) medianus. Poteka po medialni strani nadlahti in jo spremljajo živci brahialnega pleteža (n. medianus, n. ulnaris in n. radialis) ter brahialne vene. Od spodnjega roba m. pectoralis major se žila nadaljuje kot a. axilaris, od pazduhe dalje pa poteka a. subclavia. Leva a. subclavia se odcepi neposredno iz aortnega loka, desna a. subclavia pa je veja a. truncus brachiocephalicus. Aorta izhaja iz levega prekata in se deli na ascendentno aorto, aortni lok in descendentno aorto. Iz konveksne strani aortnega loka se nato odcepijo tri velike arterije: brahiocefalični truncus, leva a. carotis comunis in leva a. subclavia.²¹

Anatomske posebnosti radialne arterije

- Radioulnarna zanka je anatomska posebnost, pri kateri radialna arterija izvira iz ulnarne in takoj po odcepišču poteka proti nadlahti, nato pa naredi zanko in poteka naprej proti dlani. Pojavlja se približno pri 2 % bolnikov.¹⁹ Velikokrat iz zanke izhaja aberantna arterija, ki poteka vzporedno z brahialno arterijo (Slika 2).
- Visoko odcepišče radialne arterije iz brahialne arterije nad komolčno kotanjo se pojavi pri 7 % bolnikov. V teh primerih

je žila velikokrat izrazito tortuozna in tanka (Slika 3).

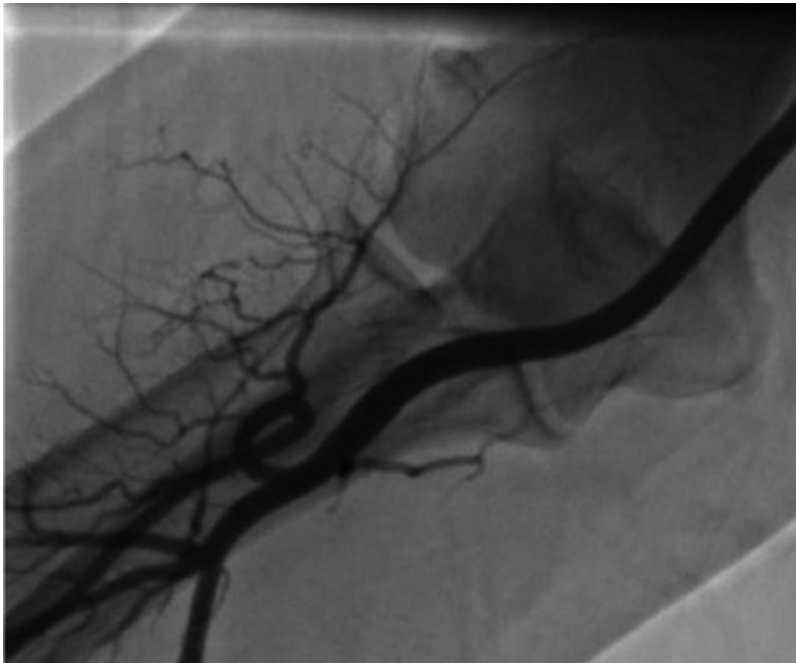
- Velika zvijuganost radialne arterije, pri kateri angulacije lahko presegajo kot 45°.
- Stenoza radialne arterije.
- Hipoplazija radialne arterije v distalnem delu, ko je dlan preskrbljena le preko ulnarne arterije.
- Zvijugana a. subclavia se pojavi pri 10 % bolnikov.²⁰ Verjetnost je večja pri bolnikih nižje rasti, pri starejših, pri hipertoničnih in pri ženskah.
- A. ulnaris ni povezana s palmarnim lokom – Allenov test je v tem primeru pozitiven (ishemičen), zato radialni pristop ni primeren (Slika 4).

Zapleti pri radialnem pristopu

Manjše število nevarnih zapletov je ena glavnih prednosti radialnega pristopa pred femoralnim.²²⁻²⁵ Z večanjem števila posegov z radialnim pristopom pa se operater nedvomno sreča tudi z zapleti, ki so redki, a znani. Nekateri od zapletov imajo lahko tudi resne posledice, zato je potrebno njihovo pravočasno prepoznavanje in zdravljenje.^{9,22}

Neokluzivna poškodba radialne arterije

Vstavev vodila in katetrov v radialno arterijo povzroči poškodbe notranjih plasti arterije pri večini bolnikov. Akutno po posegu so dokazali raztrganje intime in disekcijo



Slika 2: Radioulnarna zanka (Vir: kateterski laboratorij SB Nova Gorica).

medije, kronično pa se pojavi hiperplazija intime in remodeliranje arterije z zmanjšanjem notranjega premera, posebej po več posegih.^{34,35} Dokazali so tudi okvaro normalnega vazodilacijskega odgovora arterije, ki pa po 1 letu izzveni. Te spremembe so pomembne tudi za morebitno uporabo radialne arterije za aortokoronarni obvod.³⁶

Slika 3: Visoko odcepišče radialne arterije (Vir: kateterski laboratorij SB Nova Gorica).



Asimptomatska zapora radialne arterije

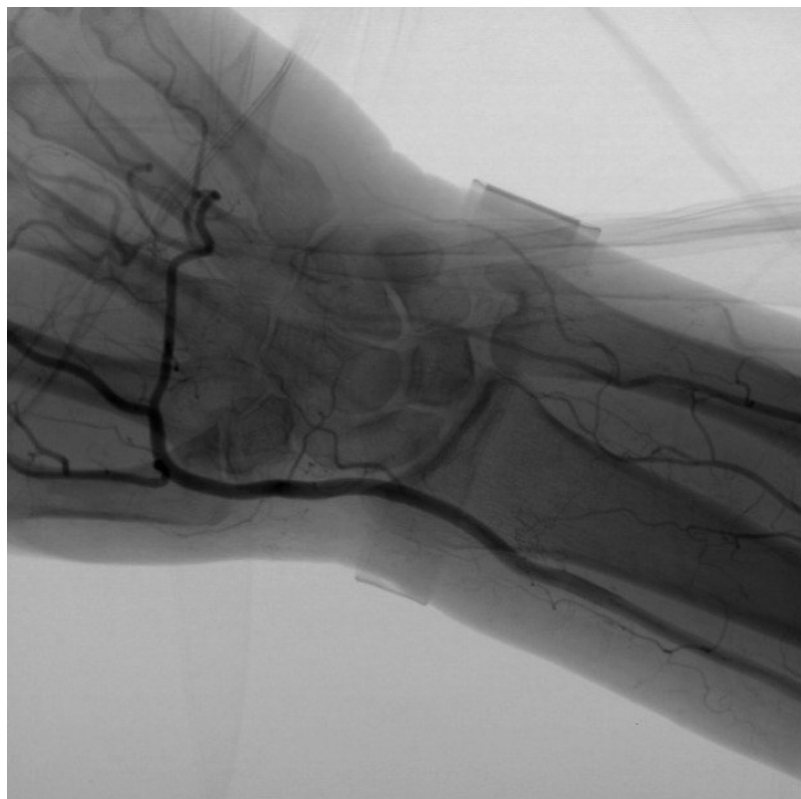
Zapora radialne arterije je najpogostejši zaplet pri radialnem pristopu z incidenco med 2 % in 18 %.^{22,26-29} Pri osebah s prisotnim kolateralnim obtokom iz ulnarne arterije zapora radialne arterije ne povzroča simptomov in ne zahteva zdravljenja. Nastanek zapore v zgodnjem obdobju po posegu je najverjetneje posledica tromboze.³⁰ Anti-koagulantno zdravljenje s heparinom ob posegu (običajno v odmerku 5000 IE) močno zmanjša incidenco zapore radialne arterije. Opisana je tudi uporaba bivalirudina in nizkomolekularnih heparinov.³¹ Drugi dejavniki tveganja za zaporo radialne arterije so še dolgotrajna kompresija vbodnega mesta, večkratne punkcije in majhen premer arterije glede na debelino vodila.^{26,32,33}

Pravilna uporaba namenskih sistemov za kompresijo vbodnega mesta omogoča t. i. neokluzivno kompresijo (*angl.* patent hemostasis), kar pomembno prispeva k zmanjšanju pogostosti zapore radialne arterije v primerjavi s kompresijo s povojem.²⁶⁻²⁹ Koristna naj bi bila tudi uporaba tanjših vodil in katetrov.

Akutna zapora radialne arterije z ishemijo

Ob prisotnem kolateralnem obtoku v dlani je nastanek ishemije roke po transradialnem posegu manj verjeten. V literaturi so opisani primeri ishemije roke z nekrozo pri kritično bolnih bolnikih v intenzivni enoti, ki so imeli daljši čas vstavljenega radialno arterijsko linijo za hemodinamsko monitoriranje. Opisani so tudi primer akutne ishemije roke po transradialnem posegu pri bolniku, ki je imel v anamnezi Raynaudovo bolezen, pri katerem je prišlo po posegu do podaljšanega spazma radialne in ulnarne arterije, nato pa še do tromboze in okluzije radialne arterije.²²

Prisotnost zadostnega kolateralnega obtoka v dlani tradicionalno preverjamo z Allenovim testom, bolj enostaven in učinkovit pa je modificiran Allenov test z uporabo pletizmografije.³⁷ Številni centri, ki uporabljajo radialni pristop, pa so uporabo Allenovega



Slika 4: Ulnarna arterija ni povezana s palmarnim lokom (Vir: : kateterski laboratorij SB Nova Gorica).

testa opustili, saj ni dokazov, da z njim lahko predvidimo žilne zaplete.²²

Spazem radialne arterije

Spazem radialne arterije redko vodi do resnih zapletov, lahko pa prepreči dostop in izvedbo posega. Spazem se kaže s povečanim uporom ob manipuliranju z vodilom ali katetrom, ob tem lahko bolnik čuti neugodje ali bolečino na mestu spazma oz. vzdolž arterije. Incidenca spazma je od 5–10 %, pogosteje se pojavlja pri ženskah, osebah s tanjšo radialno arterijo, pri večji debelini vodila, večkratnem menjavanju katetrov, vpliva pa tudi (ne)izkušenesost operaterja.^{22,38}

Nastanek spazma radialne arterije je pod vplivom alfa 1 adrenoreceptorjev v mediji. Zdravila, ki zmanjšujejo splošno aktivnost kateholaminov, kot npr. lokalni anestetiki, sedativi, naj bi učinkovito preprečevala nastanek spazma. V uporabi so različni »vazodilacijski koktajli« za preprečevanje spazma, ki vsebujejo različne kombinacije nitroglicerina, blokatorjev kalcijevih kanalčkov in lokalnih anestetikov.^{22,39-41} Opisana je tudi lokalna ali oralna aplikacija vazodilatatorjev. Brez uporabe vazodilatatorjev naj bi se spazem pojavljal v do 30 % primerov.⁴²

Vodila s hidrofilno prevleko naj bi zmanjševala nastanek spazma.^{42,43}

Spazem daljšega odseka arterije lahko povzroči ujetje katetra na katerem koli delu zgornjega uda.

Da preprečimo spazem, je v zvijugani ali ozki radialni arteriji potrebno previdno vstavljati katetre in uporabljati vazodilacijske koktajle.

Spazem lahko zdravimo z različnimi ukrepi, kot so dodatno vbrizganje vazodilatatorjev v arterijo, dajanje analgetikov in anksiolitikov, topli obkladki vzdolž poteka arterije, uporaba tanjšega katetra (4 French), uporaba mišičnega relaksanta papaverina, ali splošna anestezija, če so ostali ukrepi neučinkoviti. Nasilno odstranjevanje katetra ob hudem spazmu je nevarno, saj lahko povzroči rupturo in avulzijo radialne arterije.⁹

Perforacija arterije

Perforacija radialne arterije pri radialnem pristopu je redek zaplet, ki pa zahteva hitro ukrepanje, saj lahko vodi v nastanek obsežnega hematoma podlahti. Incidenca perforacije se po različnih študijah giblje med 0,1 % in 1 %. Pogostejša naj bi bila pri starejših osebah in manjših ženskah, ki imajo bolj zvijugane arterije.

Večina primerov perforacije je posledica preveč agresivnega manipuliranja z vodilno žico in pretirane antikoagulacije. Med posegom kateter ali vodilo začasno preprečuje večjo krvavitev, zato se hematoma podlahti običajno razvije šele po koncu posega. V primeru suma na perforacijo lahko to potrdimo z angiografijo že med posegom.²²

Ob perforaciji, ki jo ugotovimo že med posegom, se nekateri odločijo za konverzijo v femoralni pristop, drugi pa zagovarjajo nadaljevanje posega z radialnim pristopom z uporabo dolgega vodila, vodilnega katetra ali balonskega katetra, ki zapre mesto perforacije.⁴⁴⁻⁴⁶

Ob perforaciji radialne arterije nastane različno velik hematoma, od majhnega hematoma na vbodnem mestu, ki razen kompresije vbodnega mesta ne zahteva dodatnega zdravljenja, do bolj obsežnih hematomov podlahti ali nadlahti, ki povzročajo različne lokalne ali sistemske znake (Slika 5). Sestavi-

Slika 5: Ruptura radialne arterije tik nad komolčno kotanjo [varianta z visokim odcepiščem radialne arterije]. Vir: katetrski laboratorij SB Nova Gorica.



li so lestvico za razdelitev hematomov glede na velikost s 5 tipi: tip I – hematoma premera do 5 cm; tip II – hematoma premera do 10 cm; tip III – hematoma premera nad 10 cm, ki ne sega nad komolec; tip IV – hematoma se širi nad komolec; tip V – hematoma ne glede na velikost, ki povzroča ishemijo roke.^{9,47}

Opisane so tudi perforacije bolj proksimalnih arterij zgornjega uda z nastankom hematoma v vratu ali v mediastinumu.⁹

Resen zaplet perforacije arterije je utesnitveni sindrom na podlahti, kjer je potrebno kirurško zdravljenje s fasciotomijo (pogostost 0,004 %).⁴⁸ Diagnozo postavimo na podlagi klinične slike, ki vključuje akutno bolečino in zadebelitev na podlahti z bledico in senzoričnimi motnjami na distalnem delu roke.

Večino primerov perforacije arterije lahko zdravimo z ročno kompresijo, kompresijsko obvezo podlahti s povojem ali manšeto in opazovanjem, da pravočasno ugotovimo morebitno pojavljanje znakov utesnitvenega sindroma. Potrebna je tudi prekinitev anti-koagulantnega zdravljenja in zdravljenje bolečine in visokega krvnega tlaka.

Psevdoanevrizma radialne arterije

Psevdoanevrizma radialne arterije je redek zaplet z incidenco manj kot 0,1 %.²⁵

Nastane zaradi poškodbe arterijske stene med punkcijo ali vstavitvijo vodila in povzroči krvavitev in hematoma. Na razvoj naj bi vplivale večkratne punkcije radialne arterije, lahko pa tudi okužba vodila ali katetra, večja debelina vodila in pretirana antikoagulacija.

Psevdoanevrizma radialne arterije se kaže kot pulzirajoča masa, ki je lahko boleča in se pojavi več dni ali tednov po posegu. Diagnozo potrdimo z doplersko ultrazvočno preiskavo, s katero je viden pretok v vrečo psevdoanevrizme.

Načini zdravljenja vključujejo z ultrazvokom vodeno kompresijo, perkutano vbrizganje trombina v psevdoanevrizmo in uporabo kompresijskega sistema Terumo »TR Band«. V primeru neuspeha teh metod pa je potrebno kirurško zdravljenje: ekscizija anevrizme ali podvezanje radialne arterije.

Zgodnje odkritje in zdravljenje psevdoanevrizme prepreči nastanek nevarnejših zapletov, kot so spontana ruptura psevdoanevrizme in ishemija roke.²²

Poškodba živca

V okolici vbodnega mesta pri radialnem pristopu ni pomembnih živčnih struktur, zato so poškodbe živcev redek zaplet. Redko pride do poškodbe radialnega ali medianega živca s parestezijami prstov pri večkratnih punkcijah radialne arterije. Težave so običajno blage in s časom izzvenijo. Možen je nastanek kompleksnega regionalnega bolečinskega sindroma, ki vključuje bolečino, oteklino, omejeno gibljivost in vazomotorno nestabilnost. Opisanih je bilo nekaj primerov. Nekateri so bili povezani tudi z okluzijo radialne arterije.⁴⁹

Granulom

Opisanih je več primerov pojava sterilnih granulomov na vbodnem mestu nekaj tednov po uporabi vodil s hidrofilno prevleko podjetja Cook, ne pa po uporabi vodil drugih proizvajalcev.^{9,22}

Arteriovenska fistula

Nastanek arteriovenske fistule na vbodnem mestu pri radialnem pristopu je zelo redek zaplet, ker ob radialni arteriji ni velikih ven. Kaže se kot otekline in bolečnost na vbodnem mestu z vidno razširjeno veno in čutnim brnenjem. Potrebno je kirurško zdravljenje.²²

Večje krvavitve in zdravljenje s transfuzijo

Uporaba radialnega pristopa je pomembno zmanjšala število krvavitev in potrebe po zdravljenju s transfuzijo v primerjavi s femoralnim pristopom. Pogostost velikih krvavitev (krvavitve s smrtnim izidom, intrakranialne krvavitve, znižanje koncentracije hemoglobina za več ko 30g/L, potreba po transfuziji ali kirurškem zdravljenju) se je zmanjšala za 73 %. Transfuzijo je potrebovalo le 0,15 % bolnikov.⁵⁰

Tehnika radialnega pristopa

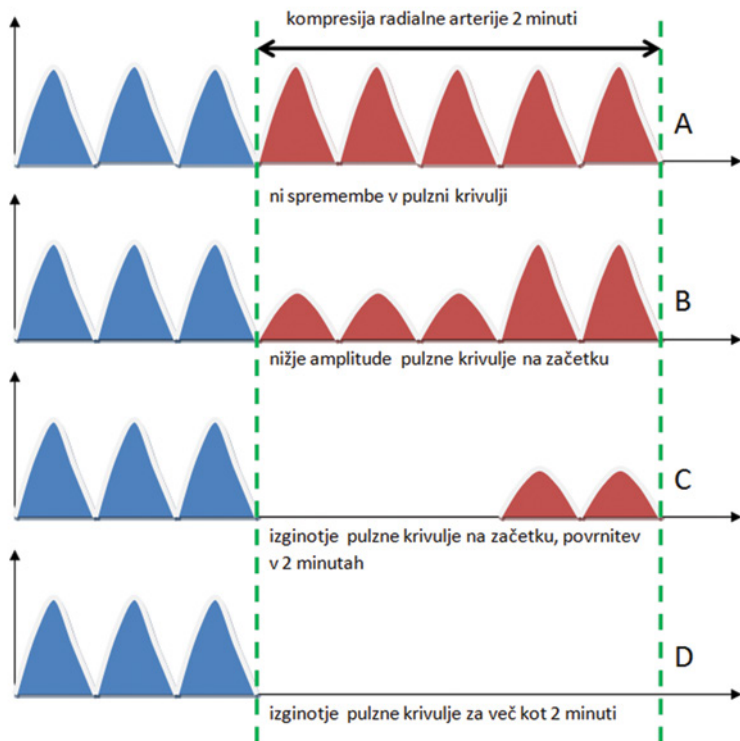
Tako kot v tujih laboratorijih smo tudi v našem opazili, da so bolniki, ki so že prestali poseg s femoralnim in radialnim pristopom bistveno bolj naklonjeni radialnemu predvsem zaradi večjega udobja in hitrejšje pomičnosti.^{57,58}

Kjub prednostim radialnega pristopa v primerjavi s femoralnim obstaja nekaj pomembnejših relativnih kontraindikacij, povezanih z lastnostmi, nameravanim posegom na radialnih arterijah in načrtovanim prikazom arterij. Radialnega pristopa tako ne uporabljamo pri:

- bolnikov s kronično ledvično boleznijo in načrtovano konstrukcijo A-V fistule;
- bolnikov z Raynaudovim sindromom;
- načrtovanem prikazu obeh notranjih prsnih arterij;
- ženskah z majhno telesno višino in šibkim radialnim pulzom (na začetku učne krivulje);

Tabela 3: Najpogostejši zapleti pri radialnem pristopu.

Vrsta zapleta	Pogostost	Dejavniki tveganja	Preprečevanje in zdravljenje
zapora radialne arterije	2–18 %	dolgotrajna ali okluzivna kompresija vbodnega mesta večkratna punkcija majhna debelina arterije	antikoagulacijsko zdravljenje (heparin) neokluzivna kompresija
neokluzivna poškodba radialne arterije	pogosta	enako kot zgoraj	enako kot zgoraj
ishemija roke	zelo redka	dolgotrajen poseg	preverjanje kolateralnega obtoka
spazem radialne arterije	5–10 %	drobna radialna arterija ženske večkratne menjave katetrov debelo vodilo neizkušenos operaterja	zdravila proti spazmu nežna manipulacija s katetri
perforacija	0,1–1 %	agresivno manipuliranje z žico pretirana antikoagulacija	kompresivno povijanje hematoma
psevdoanevrizma	redka (< 0,1 %)	večkratna punkcija katetrška okužba pretirana antikoagulacija debelo vodilo	kompresija injekcija trombina TR band®
poškodba živca	zelo redka	večkratna punkcija	podporno zdravljenje
granulom	2,8 %	vodila Cook	
AV fistula	zelo redka	večkratna punkcija	kirurško zdravljenje
krvavitev	0,15 %		

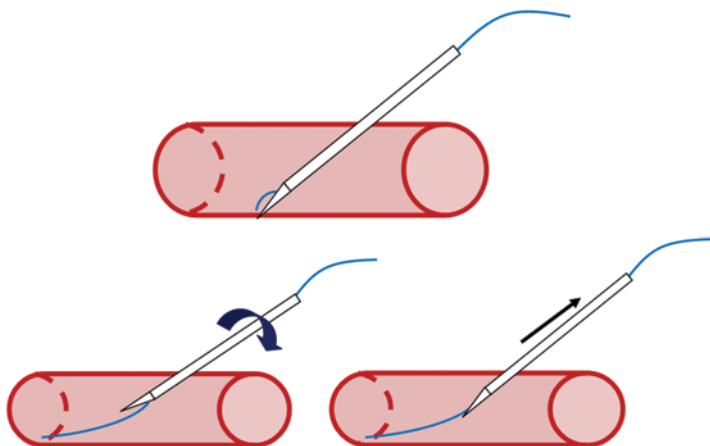


Slika 6: Rezultati oksimetrično-pletizmografske metode: A, B in C rezultati pomenijo funkcionalno integriteto palmarnega arterijskega loka, v primeru D pa ugotovimo, da lok ni funkcionalen.

- bolnikov z znanimi spremembami na arteriji subklaviji in brahiocefaličnem trunksusu;
- bolnikov po punkciji ulnarne arterije.

Naslednji korak je ugotavljanje funkcionalne integritete palmarnih arterijskih lokov. Prvi test je opisal Allen leta 1929 kot metodo za ugotavljanje kolateralnega obtoka pri bolnikih z obliterantnim trombangitisom.^{51,52} Leta 1952 je Wright opisal modificirano izvedbo Allenovega testa, ki se

Slika 7: Tehnika punkcije radialne arterije: rotacija igle, umik igle.



uporablja še danes.⁵³ Modificiran Allenov test ima dve pomanjkljivosti: je subjektiven in ni zanesljiv napovednik ishemije roke po kanuliranju radialne arterije. Da bi se izognili subjektivnosti testa (ugotavljanju obarvanosti dlani) uporabljamo oksimetrično-pletizmografsko metodo (Slika 1). Senzor pulznega oksimetra postavimo na palec roke, katere radialno arterijo želimo punktirati. Test traja dve minuti. Možni so štirje različni rezultati testa. Če se po dveh minutah ne pojavi pulzna krivulja in vrednost saturacije, ni funkcionalne integritete palmarnega arterijskega loka.³⁷ Rezultate testa prikazuje Slika 6.

Pri izbiri strani radialnega pristopa upoštevamo načrt preiskave in lastnosti bolnika. Levi radialni pristop je primernejši za prikaz leve notranje prsne arterije, pri starejših, manjših preiskovancih in ženskah. Glede sevanja, ki ga prejme operater in bolnik, pa med obema stranema ni pomembnih razlik.^{54,55}

V primerjavi s femoralno arterijo je svetlina radialne arterije bistveno manjša. Pri moških meri 2.7 ± 0.4 mm, pri ženskah pa $2,43 \pm 0,38$ mm.⁵⁶ Za punkcijo uporabljamo kratko iglo in ravno žico. Najpogosteje za pristop uporabljamo desno radialno arterijo. Mesto pristopa je bližje operaterju tako, da se mu ni potrebno sklanjati preko preiskovanca.

Sama tehnika punkcije je odvisna od materiala, ki je na razpolago v kateterizacijskem laboratoriju. Punkcijsko mesto izberemo približno 1,5–2 cm proksimalno od stiloidnega izrastka tako, da imamo v primeru neuspeha še vedno možnost punkcije proksimalno.

Učinkovito omrtvičenje punkcijskega mesta je še posebej pomembno v zgodnji fazi učenja zaradi verjetnih ponovitev punkcij. V laboratoriju uporabljamo brizgo 2 ml z "insulinsko" iglo velikosti 0.45×15 mm. Podkožje infiltriramo 1 ml 2-odstotnega ksilokaina, pri tem pazimo, da ne nabodemo arterije.

Največkrat uporabljamo igle velikosti 21 in 22G. Obe igli sta prehodni za približno 0,47 mm široko žico. Radialno arterijo punktiramo pod kotom 60° . Tako se v večini primerov izognemo umikanju arterije. Pri

uspešni punkciji se pojavijo kapljice krvi na proksimalni odprtini igle. Naklonski kot igle zmanjšamo na 30° do 45°. Če se kri na koncu igle ne prikaže, smo najverjetneje s konico v žilni steni. V tem primeru iglo previdno potegnemo nazaj in jo rahlo zasukamo. Težave pri uvajanju žice distalno od konice igle so največkrat posledica bližine stene ali pa manjše veje radialne arterije. V tem primeru moramo žico odstraniti. Iglo malo izvlečemo ali pa rotiramo. Včasih pomaga tudi ukrivljenje konice žice (Slika 7).

Incizijo kože je po naših izkušnjah najbolje opraviti po vstavitvi žice. Uporabljamo incizijski skalpel št. 11. Kožo in podkožje je previdno incidiramo tako, da se skalpel premika nad iglo. Žilno uvajala mora biti hidrofilno,⁴² tako da se zmanjša verjetnost poškodbe žile in verjetnost spazme.

Spazem arterij se lahko pojavi od vbojnega mesta do podključnične arterije. Najpogostejši je na radialni arteriji. Nastane kot posledica lokalnega draženja ali pa kot posledica učinka kateholaminov, sproščenih zaradi strahu, vznemirjenosti in bolečine. Zato je zelo pomembna ustrezna priprava bolnika: opis posega in ustrezno sediranje z analgezijo. Spazem preprečujemo z vbrižgavanjem nitroglicerina, verapamila ali pa obeh učinkovin v arterijo. Opisane učinkovine zmanjšujejo pojav spazma za približno 5-krat v primerjavi s placebom.⁵⁹ Verapamil običajno dajemo v odmerku 2,5–5 mg, nitroglicerina pa v odmerku 0,2–0,5 mg. Previdni moramo biti pri bolnikih z aortno stenozo in arterijsko hipotenzijo.

Antikoagulantno zdravljenje preprečuje trombozo radialne arterije v venko ali arterijsko. Z dajanjem v veno se izognemo poškodbi endotela.⁶⁰ Pri dajanju v arterijo je zdravljenje potrebno razredčiti z aspiriranjem krvi preko uvajala.

Če za diagnosticiranje uporabljamo Judkinsove katetre, je priporočljivo postopek začeti z desnim koronarnim katetrom (JR), ker zaradi oblike manj draži zid arterije. V začetnem delu krivulje učenja se priporoča uporaba žice dolžine vsaj 260 cm, sicer bi se pri menjavi katetra za drugo koronarno arterijo izgubila pot. Če se uporablja univerzalni kateter za obe koronarni arteriji, zadošča običajna dolžina žice (150–180 cm).

Anatomske variacije pogosto otežujejo namestitvev diagnostičnih in delovnih katetrov.⁶¹ Najpogostejše so: visoko odcepišče radialne arterije, zanka, zvijuganost (možno na vseh ravneh do aorte), hipoplazija, stenoza, anomalno odcepišče desne arterije subklavije kot zadnje veje na aortnem loku in njen potek za požiralnikom (t.i. arteria lusoria).

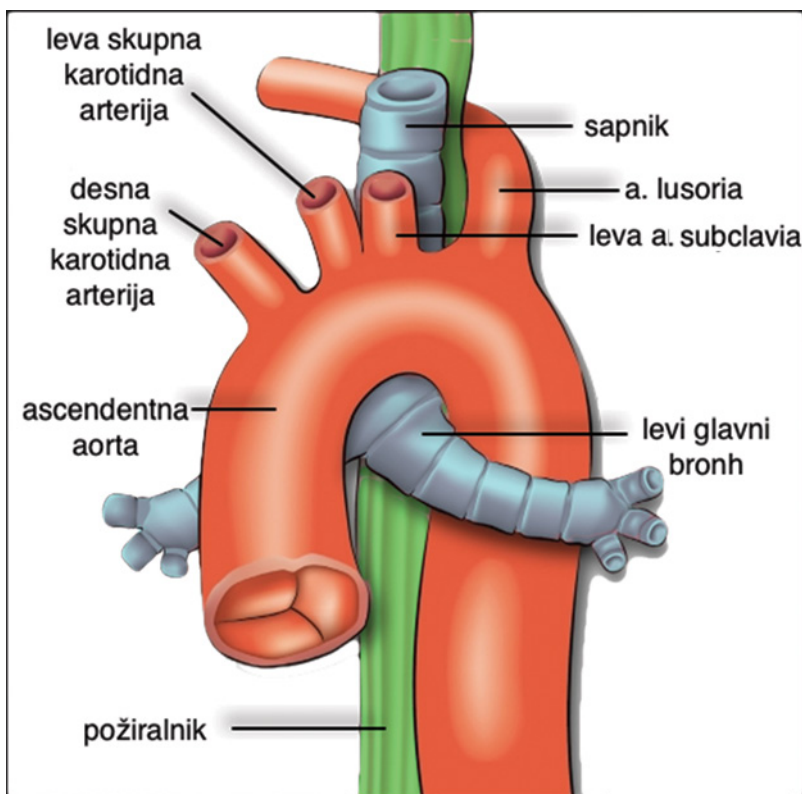
Visoko odcepišče radialne arterije, pogosto že iz aksilarne arterije, ima lahko dovolj velik premer, tako da ga sploh ne opazimo. Če je ta premer takšen, da se zaradi spazma zmanjša in ni sprejemljiv za poseg, je potrebno dodati spazmolitke in uporabiti dolga uvajala, da bi zmanjšali trenje in draženje arterije. Če je premer tako visoko odcepljene arterije premajhen, je potrebno zamenjati pristop.

Zanko premostimo s pomočjo hidrofilne žice in najpogosteje z vertebralnim katetrom (4 ali 5 F).

Zvijugane odseke lažje preidemo s pomočjo hidrofilne žice in katetrom, ki omogoča natančnejše usmerjanje do prihoda v aorto. Nato zamenjamo hidrofilno žico s tršo daljšo žico. Pomembno je, da je vsaka zvijugana ovira varovana z žico. Hidrofilna žica vedno predstavlja tveganje za perforiranje arterije. Perforacija lahko nastane tudi zaradi siljenja katetra skozi arterijo, ki je že v spazmu ali pa gre za majhno razliko med arterijskim premerom in premerom katetra. V tem primeru je potrebno poskusiti z dolgim uvajalom ali katetrom »sheathless«, da bi se poseg končal brez dodatnega izlitja krvi iz žile.

Zvijugan potek podključnične arterije, ki sega do aortnega loka, rešujemo s pomočjo vertebralnega katetra in hidrofilne žice. Pri bolj kompleksni anatomiji, pri kateri pričakujemo veliko manipulacij, je pomembno oceniti tveganje zaradi poškodbe plakov v zidu brahiocefaličnega trunkusa in aorte.

Arteria lusoria je najpogosteje naključna najdba (Slika 8). Poseg preko omenjene arterije nadaljujemo le v diagnostične namene. Če obstaja indikacija za perkutani poseg, je varneje izbrati pristop, ki omogoča boljšo podporo vodilnega katetra in zmanjšuje tveganje ostialne disekcije koronarne arterije. Do koronarnih sinusov najlažje pridemo z



Slika 8: Arterija lusoria.

levim judkinsonovim katetrom, s krivino velikosti 5 ali več.

Pri že operiranih bolnikih z aorto-koronarnimi obvodi, je pomembno vedeti, ali in katero notranjo prsno arterijo so uporabili kot arterijski presadek *in situ*. Na podlagi tega se odločamo, ali se bo poseg izvajal preko leve ali desne radialne arterije. Proksimalne anastomoze aortokoronarnih presadkov se najlažje kanulirajo s pomočjo amplat-zovih katetrov pri pristopu iz desne radialne arterije.

Tabela 4: Vzroki izbire femoralnega pristopa.

Vzrok	Število posegov
ishemični modificirani Allenov test	13
prikaz SVG	5
AKS – STEMI	4
AKS – NSTEMI	4
huda aortna stenoza	2
kontrola po posegu opravljenem preko a.radialis	1
zdravljenje s hemodializo	1
neznano	5

Radialni pristop in akutni koronarni sindrom

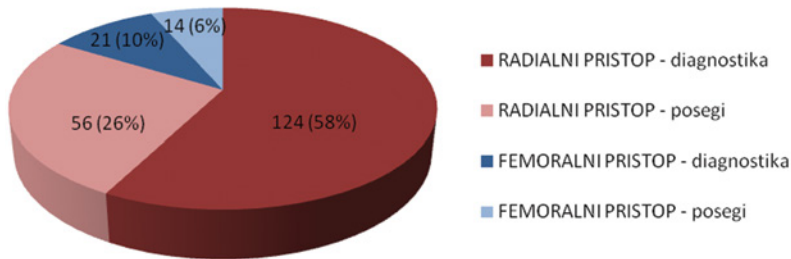
Sanjit Jolly in sodelavci so v študiji RIVAL primerjali uspešnost radialnega pristopa glede na femoralni pri bolnikih z akutnim koronarnim sindromom. Analiza obeh pristopov (3507 bolnikov z radialnim in 3514 s femoralnim pristopom) sicer ni pokazala razlik pri primarnem cilju raziskave (smrtnost, miokardni infarkt, možganska kap in s koronarnimi obvodi nepovezane večje krvavitve), ugotovljeno pa je bila pomembno manjše število zapletov na vbojdnem mestu pri radialnem pristopu.⁶²

Študije različnih avtorjev so pokazale, da radialni pristop ne podaljša časa od prihoda v laboratorij do opravljenega perkutanega posega. V študiji Aarona Weaverja in sodelavcev je t. i. D2B čas pri radialnem pristopu znašal 76.4 min, pri femoralnem pa 86.5 min, $p = 0.008$.⁶³ Podobne rezultate je objavil tudi Samir Pancholy s sodelavci v primerjalni študiji pri bolnikih s STEMI: pri radialnem pristopu je bil D2B 70 ± 17 min, pri femoralnem pa 72 ± 14 min ($p = \text{NS}$), pri tem pa je bilo pri radialnem pristopu pomembno manj zapletov na vbojdnem mestu.⁶⁴ Tudi Jang-Young Kim s sodelavci ni opazil pomembne razlike v času od prihoda v kateeterizacijski laboratorij do reperfuzije: pri femoralnem pristopu je znašal 25 ± 11 min, pri radialnem pa 26 ± 13 min ($p = \text{NS}$).⁶⁵

Metaanaliza Andrasa Vorobcsuka in sodelavcev, ki je zajela 12 študij z 3324 bolniki, je pokazala pomembno nižje število krvavitev in pojavljanje primarnega cilja (smrti, miokardnega infarkta in možganske kapi) pri radialnem pristopu.⁶⁶ Tudi novejša metaanaliza Mamasa in sodelavcev, ki je zajela 9 študij z 2977 bolniki s STEMI, je pokazala podobne rezultate: pomembno manjšo smrtnost, manj pomembnih nezaželenih srčno-žilnih dogodkov, krvavitev in predvsem zapletov na vbojdnem mestu.⁶⁷

Naše izkušnje z radialnim pristopom

V SB 'dr.Franca Derganca' Nova Gorica smo z izvajanjem invazivne srčne diagnostike preko radialnega pristopa pričeli februar-



Slika 9: Število opravljenih preiskav in posegov v obdobju od april-oktober 2012.

ja 2012. Po uvajalnem obdobju smo v mesecu aprilu radialni pristop pričeli uporabljati kot prvi izbor in od takrat na takšen način opravili 180 (84 %) preiskav, pri 56 bolnikih smo opravili tudi poseg na koronarnem žilju.

Vzrok za izbiro femoralnega pristopa je bil največkrat ishemični modificirani Allenov test, potreba po prikazu SVG in akutni koronarni sindrom. Za uporabo femoralnega pristopa smo se odločili tudi pri dveh bolnikih s hudo aortno stenozo in razširitvijo začetnega dela aorte zaradi predvidene težje kateterizacije koronarnih arterij ter pri dializnem bolniku.

Prehod iz radialnega na femoralni pristop (cross over) je bil potreben pri 9 bolnikih, in sicer zaradi spazma žilja na roki (3 bolniki), neobičajne anatomije žilja (a.lusoria, visok odcep a.radialis, zvijugana a.subclavia), neuspešnega prikaza leve koronarne arterije in tehničnih težav. Za izvedbo preiskav smo uporabljali Judkins diagnostične katetre, preizkusili smo tudi namenske diagnostične katetre Barbeau in Tiger. Omenjena namenska katetra se uporablja za prikaz obeh koronarnih arterij, zato menjava katetrov med preiskavo ni potrebna, kar skrajša čas posega in zmanjša izpostavljenost sevanju. Zaradi bistveno težje vodljivosti menimo, da ti katetri niso primerni v zgodnji fazi učenja.

V primerjavi s pristopom preko femoralne arterije smo pri diagnostičnih posegih ugotovljali statistično pomembno večji čas diaskopije in DAP (*angl.* dose area product), pri količini porabljenega kontrasta pa nismo beležili statistično pomembnih razlik. Večjih zapletov ni bilo, opažali smo dve manjši krvavitvi iz vbodnega mesta po odstranitvi kompresijske preveže, ki sta se po podaljšani kompresiji zaustavili.

Zaključek

V primerjavi s femoralnim pristopom se je radialni pristop izkazal s pomembnim znižanjem zapletov na vstopnem mestu, omogoča hitrejšo pomičnost in je po posegu prijaznejši do bolnika. Prav tako je tudi stroškovno učinkovit. Izkazal se je tudi pri obravnavi bolnikov z akutnim koronarnim sindromom in dvigom veznice ST (AKS-STEMI) z manjšo umrljivostjo. Kljub naštetim izrazito pozitivnim lastnostim se petindvajset let po uvedbi uporaba tega pristopa še vedno razlikuje med posameznimi operaterji, med bolnišnicami in različnimi državami. Z dodatnim usposabljanjem operaterjev lahko radialni pristop postane vodilni pristop za obravnavo stabilnih in nestabilnih bolnikov s koronarno boleznijo.

Tabela 5: Razlike v porabi kontrastnega sredstva, času diaskopije in (DAP, *angl.* dose area product) pri izvedbi preiskav preko radialnega in femoralnega pristopa [T-test].

	Radialni pristop	Femoralni pristop	P
Količina kontrasta [ml]	84,094	77,46	0,1298
Čas diaskopije [min:s]	4:55	3:21	0,03242
DAP [mGycm ²]	54210,59	31449,24	0,00257

Literatura

1. Sones FM, Jr., Shirey EK. Cine coronary arteriography. *Mod Concepts Cardiovasc Dis.* 1962; 31: 735–738.
2. Radner S. Thoracic aortography by catheterization from the radial artery; preliminary report of a new technique. *Acta radiol.* 1948; 29(2): 178–180.
3. Bertrand ME, Ketelers JY, Carre A, Ginestet A, Lemaire P, Warembourg H. [A new approach in the hemodynamic exploration of the left cardiac cavities via the radial artery below the elbow]. *Coeur Med Interne.* 1974; 13(2): 345–346.
4. Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1989; 16(1): 3–7.
5. Otaki M. Percutaneous transradial approach for coronary angiography. *Cardiology.* 1992; 81(6): 330–333.
6. Kiemeneij F, Laarman GJ. Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1993; 30(2): 173–178.
7. Kiemeneij F, Laarman GJ, Odekerken D, Slagboom T, van der Wieken R. A randomized comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty by the radial, brachial and femoral approaches: the access study. *J Am Coll Cardiol.* 1997; 29(6): 1269–1275.
8. Kiemeneij F, Laarman GJ, Slagboom T, Stella P. Transradial Palmaz-Schatz coronary stenting on an outpatient basis: results of a prospective pilot study. *J Invasive Cardiol.* 1995; 7 Suppl A: 5A–11A.
9. Caputo RP, Tremmel JA, Rao S, Gilchrist IC, Pyne C, Pancholy S, Frasier D, Gulati R, Skelding K, Bertrand O, Patel T. Transradial arterial access for coronary and peripheral procedures: Executive summary by the transradial committee of the SCAI. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2011; 78: 823–39.
10. Peterson ED, Dai D, DeLong ER, et al. Contemporary mortality risk prediction for percutaneous coronary intervention: Results from 588,398 procedures in the National Cardiovascular Data Registry. *J Am Coll Cardiol* 2010; 55: 1923–1932.
11. Singh M, Rihal CS, Gersh BJ, Lennon RJ, Prasad A, Sorajja P, Gullerud RE, Holmes DR Jr. Twenty-five-year trends in in-hospital and long-term outcome after percutaneous coronary intervention: A single-institution experience. *Circulation* 2007; 115: 2835–2841.
12. Doyle BJ, Rihal CS, Gastineau DA, Holmes DR Jr. Bleeding, blood transfusion, and increased mortality after percutaneous coronary intervention: Implications for contemporary practice. *J Am Coll Cardiol* 2009; 53: 2019–2027.
13. Eikelboom JW, Mehta SR, Anand SS, Xie C, Fox KA, Yusuf S. Adverse impact of bleeding on prognosis in patients with acute coronary syndromes. *Circulation* 2006; 114: 774–782.
14. Lincoff AM, Bittl JA, Harrington RA, et al. Bivalirudin and provisional glycoprotein IIb/IIIa blockade compared with heparin and planned glycoprotein IIb/IIIa blockade during percutaneous coronary intervention: REPLACE-2 randomized trial. *JAMA* 2003; 289: 853–863.
15. Mehta SR, Granger CB, Eikelboom JW, et al. Efficacy and safety of fondaparinux versus enoxaparin in patients with acute coronary syndromes undergoing percutaneous coronary intervention: Results from the OASIS-5 trial. *J Am Coll Cardiol* 2007; 50: 1742–1751.
16. Fitts J, Ver Lee P, Hofmaster P, Malenka D. Fluoroscopy guided femoral artery puncture reduces the risk of PCI-related vascular complications. *J Interv Cardiol* 2008; 21: 273–278.
17. Garrett PD, Eckart RE, Bauch TD, Thompson CM, Stajduhar KC. Fluoroscopic localization of the femoral head as a landmark for common femoral artery cannulation. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005; 65: 205–207.
18. Dauerman HL, Applegate RJ, Cohen DJ. Vascular closure devices: The second decade. *J Am Coll Cardiol* 2007; 50: 1617–1626.
19. Pyne C in Mann T: Overcoming anatomic challenges to transradial access. *Cardiac interventions today* 2010 march-april: 38–40.
20. Yokoyama N, Takeshita S, Ochiai M in sod.: Anatomic variations of the radial artery in patients undergoing transradial coronary intervention. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* 2000; 49: 357–62.
21. Kobe V, Dekleva A, Lenart IF, Širca A, Velepčič M, ANATOMIJA, skripta za študente medicine 3. del, Ljubljana 2005
22. Kanei Y, Kwan T, Nakra NC, Liou M, Huang Y, Vales LL, Fox JT, Chen JP, Saito S. Transradial cardiac catheterization: A review of access site complications. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* 2011; 78: 840–846.
23. Agostoni P, Biondi-Zoccai GL, Benedictis LD, Rigattieri S, Turri M, Anselmi M, Vassanelli C, Zardini P, Louvard Y, Hamon M. Radial versus femoral approach for percutaneous coronary diagnostic and interventional procedures. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 349–354.
24. Bazemore E, Man JT III. Problems and complications of the transradial for coronary interventions: A review. *J Invasive Cardiol* 2005; 17: 156–159.
25. Sanmartin M, Cuevas D, Goicolea J, Ruiz-Salmeron R, Gomez M, Argibay V. Vascular complications associated with radial artery access for cardiac catheterization. *Rev Esp Cardiol* 2004; 57: 581–584.
26. Sanmartin M, Gomez M, Ramon JR, Sadaba M, Martinez M, Antonio JB, Iniguez A. Interruption of blood flow during compression and radial artery occlusion after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007; 70: 185–189.
27. Pancholy S, Coppola J, Patel T, Roke-Thomas M. Prevention of radial artery occlusion-patent hemostasis evaluation trial (PROPHET Study): A randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008; 72: 335–340.
28. Pancholy SB. Impact of two different hemostatic devices on radial artery outcomes after transradial catheterization. *J Invasive Cardiol* 2009; 21: 101–104.

29. Cubero JM, Lombardo J, Pedrosa C, Diaz-Bejarano D, Sanchez B, Fernandez V, Gomez C, Vasquez R, Molano FJ, Pastor LF. Radial compression guided by mean artery pressure versus standard compression with a pneumatic device (RACOMAP). *Catheter Cardiovasc Interv* 2009; 73: 467–472.
30. Pancholy SB. Transradial access in an occluded radial artery: New technique. *J Invasive Cardiol* 2007; 19: 541–544.
31. Plante S, Cantor WJ, Goldman L, Miner S, Quessnelle A, Ganapathy A, Popel A, Bertrand OF. Comparison of bivalirudin versus heparin on radial artery occlusion after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010; 76: 654–658.
32. Sakai H, Ikeda S, Harada T, Yonashiro S, Ozumi K, Ohe H, Ochiai M, Miyahara Y, Kohno S. Limitations of successive transradial approach in the same arm: The Japanese experience. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; 54: 204–208.
33. Saito S, Ikei H, Hosokawa G, Tanaka S. Influence of the ratio between radial artery inner diameter and sheath outer diameter on radial artery flow after transradial coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv* 1999; 46: 173–178.
34. Wakeyama T, Ogawa H, Iida H, Takaki A, Iwami T, Mochizuki M, Tanaka T. Intima-media thickening of the radial artery after transradial intervention. An intravascular ultrasound study. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41: 1109–1114.
35. Yonetsu T, Kakuta T, Lee T, Takayama K, Kakita K, Iwamoto T, Kawaguchi N, Takahashi K, Yamamoto G, Iesaka Y, Fujiwara H, Isobe M. Assessment of acute injuries and chronic intimal thickening of the radial artery after transradial coronary intervention by optical coherence tomography. *Eur H J* 2010; 31: 1608–1615.
36. Staniloae CS, Mody KP, Sanghvi K, Mindrescu C, Coppola JT, Antonescu CR, Shah S, Patel T. Histopathologic changes of the radial artery wall secondary to transradial catheterization. *Vasc Health Risk Manage* 2009; 5: 527–532.
37. Barbeau GR, Arsenaault F, Dugas L, Simard S, Lariviere MM. Evaluation of the ulnopalmar arches with pulse oximetry and plethysmography: Comparison with the Allen's test in 1010 patients. *Am Heart J* 2004; 147: 489–493.
38. Kiemeneij F. Prevention and management of radial artery spasm. *J Invasive Cardiol* 2006; 18: 159–160.
39. Kiemeneij F, Vajifdar BU, Eccleshall SC, Laarman G, Slagboom T, van der Wieken R. Evaluation of a spasmolytic cocktail to prevent radial artery spasm during coronary procedures. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; 58: 281–284.
40. Coppola J, Patel T, Kwan T, Sanghvi K, Srivastava S, Shah S, Staniloae C. Nitroglycerin, nitroprusside, or both, in preventing radial artery spasm during transradial artery catheterization. *J Invasive Cardiol* 2006; 18: 155–158.
41. Ouadhour A, Sideris G, Smida W, Logeart D, Stratiev V, Henry P. Usefulness of subcutaneous nitrate for radial access. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008; 72: 343–346.
42. Rathore S, Stables RH, Pauriah M, Hakeem A, Mills JD, Palmer ND, Perry RA, Morris JL. Impact of length and hydrophilic coating of the introducer sheath on radial artery spasm during transradial coronary intervention: A randomized study. *JACC Cardiovasc Interv* 2010; 3: 475–483.
43. Saito S, Tanaka S, Hiroe Y, Miyashita Y, Takahashi S, Satake S, Tnaaka K, Yamamoto M. Usefulness of Hydrophilic coating on arterial sheath introducer in transradial coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002; 56: 328–332.
44. Calvino-Santos RA, Vasquez-Rodriguez JM, Salgado-Fernandez J, Vazquez-Gonzalez N, Perez-Fernandez R, Vazquez-Rey E, Castro-Beiras A. Management of iatrogenic radial artery perforation. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004; 61: 74–78.
45. Gunasekaran S, Cherukupalli R. Radial artery perforation and its management during PCI. *J Invasive Cardiol* 2009; 21: E24–E26.
46. Rigatelli G, Dell'Avvocata F, Ronco F, Doganov A. Successful coronary angioplasty via the radial approach after sealing a radial perforation. *J Am Coll Cardiol Interv* 2009; 2: 1158–1159.
47. Bertrand OF, Larose E, Rodes-Cabau J, Gleeton O, Taillon I, Roy L, Poirier P, Costerousse O, Larochelliere RD. Incidence, predictors, and clinical impact of bleeding after transradial coronary stenting and maximal antiplatelet therapy. *Am Heart J* 2009; 157: 164–169.
48. Tizon-Marcos H, Barbeau GR. Incidence of compartment syndrome of the arm in a large series of transradial approach for coronary procedures. *J Interv Cardiol* 2008; 21: 380–384.
49. Sasano N, Tsuda T, Sasno H, Ito S, Sobue K, Katsuya H. A case of complex regional pain syndrome type II after transradial coronary intervention. *J Anesth* 2004; 18: 310–312.
50. Jolly SS, Amlani S, Hamon M, Yusuf S, Mehta SR. Radial versus femoral access for coronary angiography or intervention and the impact on major bleeding and ischemic events: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Am Heart J* 2009; 157: 132–140.
51. Allen E. Thromboangiitis obliterans: methods of diagnosis of chronic occlusive arterial lesions distal to the wrist with illustrative cases. *Am J Med Sci* 1929; 178: 237–44.
52. Brzezinski M, Luisetti T, London MJ. Radial artery cannulation: a comprehensive review of recent anatomic and physiologic investigations. *Anesth Analg*. 2009; 109(6): 1763–1781.
53. Wright IS. *Vascular diseases in clinical practice*. 2 ed. Chicago: The Year Book Publishers Inc., 1952.
54. Sciahbasi A, Romagnoli E, Burzotta F, Trani C, Sarandrea A, Summaria F, Pendenza G, Tommasino A, Patrizi R, Mazzari M, Mongiardo R, Lioy E. Transradial approach (left vs right) and procedural times during percutaneous coronary procedures: TALENT study. *Am Heart J*. 2011; 161(1): 172–179.
55. Sciahbasi A, Romagnoli E, Trani C, Burzotta F, Sarandrea A, Sunmaria F, Patrizi R, Rao S, Lioy E. Operator radiation exposure during percutaneous coronary procedures through the left or right radial approach. The TALENT Dosimetric Substudy. *Circ Cardiovasc Interv*. 2011; 4: 226–31.
56. Yoo BS, Yoon J, Ko JY in sod.: Anatomical consideration of the radial artery for transradial coronary procedures: arterial diameter, branching

- anomaly and vessel tortuosity. *Int J Cardiol* 2005; 101: 421–7.
57. Cooper CJ, El-Shiekh RA, Cohen DJ, Blaesing L, Burket MW, Basu A, Moore JA. Effect of transradial access on quality of life and cost of cardiac catheterization: A randomized comparison. *Am Heart J* 1999; 138 (3 Part 1): 430–436.
 58. Dery JP, Simard S, Barbeau GR. Reduction of discomfort at sheath removal during transradial coronary procedures with the use of a hydrophilic-coated sheath. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; 54: 289–294.
 59. Chen CW. A Simple and Effective Regimen for Prevention of Radial Artery Spasm during Coronary Catheterization. *Cardiology* 2006; 105: 43–47.
 60. Pancholy SB. Comparison of the Effect of Intra-Arterial Versus Intravenous Heparin on Radial Artery Occlusion After Transradial Catheterization. *Am J Cardiol* 2009; 104: 1083–1085.
 61. Lo TS et al. Radial artery anatomy and its influence on transradial coronary procedural outcome. *Heart* 2009; 95: 410–415.
 62. Jolly SS, Yusuf S, Cairns J in sod.: Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial. *Lancet* 2011; 377: 1409–20.]
 63. Weaver A, Henderson RA, Gilchrist IC in sod.: Arterial Access and Door-to-Balloon Times for Primary Percutaneous Coronary Intervention in Patients Presenting with Acute ST-Elevation Myocardial Infarction. *Catheterization and Cardiovascular interventions* 2010; 75: 695–9.
 64. Pancholy S, Patel T, Sanghui K in sod.: Comparison of Door-to-Balloon Times for Primary PCI Using Transradial Versus Transfemoral Approach. *Catheterization and cardiovascular interventions* 2010; 75: 991–5.
 65. Kim JY, Yoon J, Jung HS in sod.: Feasibility of the Radial Artery as a Vascular Access Route in Performing Primary Percutaneous Coronary Intervention. *Yonsei Medical Journal* 2005; 46: 503–10.
 66. Vorobcsuk A, Konyi A, Aradi D in sod.: Transradial versus transfemoral percutaneous coronary intervention in acute myocardial infarction: Systematic overview and meta-analysis. *Am Heart J* 2009; 158: 814–21.
 67. Mamas AM, Ratib K, Routledge H in sod.: Influence of access site selection on PCI-related adverse events in patients with STEMI: meta-analysis of randomised controlled trials. *Heart* 2012; 98: 303–11.