

Role of Radial Artery Variants on Transradial Procedure

Loretta C. Wangko,¹ Bambang Budiono,² Reggy L. Lefrandt¹

Department of Cardiology and Vascular Medicine, Faculty of Medicine, Universitas Indonesia, Jakarta

Nowadays, transradial approach has become the most chosen procedure by the intervention cardiologists, either in diagnostic or coronary intervention. Possibilities of vascular variants of the radial artery and along the vascular axis until the aortic arch are not a reasonable challenge for not using this transradial approach. Complications due to the transradial approach are very rare and mostly are easier to be managed than due to the other approaches. Besides that, early ambulation, comfortability and satisfaction of the patients, and a relative low cost lead it to be the most preferable one. Data and publication of variants along the axis of the radial artery to the aortic arch are very supporting to the procedure success. A thorough understanding and consideration about the variants can diminish the failure of this transradial approach or the crossover to another approach.

(J Kardiol Indones. 2014;34:40-9)

Keywords: radial artery, transradial approach, benefit, complication

Dampak varian arteri radialis pada prosedur transradial

Loretta C. Wangko,¹ Bambang Budiono,² Reggy L. Lefrandt¹

Dewasa ini akses transradial telah menjadi prosedur pilihan para ahli kardiologi intervensi baik pada tindakan diagnostik maupun intervensi koroner. Kemungkinan terdapatnya varian vaskuler pada arteri radialis dan aksis vaskular sampai ke arkus aorta tidak merupakan halangan untuk menggunakan akses tersebut. Komplikasi yang terjadi pada akses transradial umumnya jarang dan lebih mudah ditangani daripada akses lainnya. Selain itu, ambulasi dini, kenyamanan dan kepuasan pasien selama pelaksanaan prosedur, serta biaya yang relatif rendah juga menyebabkannya menjadi prosedur pilihan pasien. Pendataan dan publikasi mengenai jenis varian sepanjang aksis arteri radialis sampai ke arkus aorta sangat membantu keberhasilan prosedur transradial. Pemahaman dan pertimbangan preoperatif yang cermat mengenai adanya varian dapat menekan terjadinya kegagalan tindakan transradial atau beralihnya ke akses lain.

(J Kardiol Indones. 2014;35:40-9)

Kata kunci: arteri radialis, akses transradial, keuntungan, komplikasi

Pendahuluan

Dewasa ini, arteri radialis telah diterima sebagai akses vaskular yang sangat bermanfaat pada prosedur koroner, baik untuk diagnostik maupun intervensi.¹⁻³

Penggunaan akses transradial pada prosedur intervensi diawali oleh laporan Lucian Canpeau (1989) yang melakukan angiografi koroner melalui arteri radialis kiri,^{4,5} dan selanjutnya oleh Ferdinand Kiemeneiji

(1992) dengan *radial percutaneous coronary intervention* (PCI) pada arteri radialis kanan.^{4,6}

Akses transradial telah mendominasi akses transfemoral di berbagai negara dan diperkirakan 20% prosedur intervensi telah menggunakan akses transradial. Data dari Eropa mengemukakan persentase penggunaan akses transradial sebesar ~30%, Asia/Australia ~40%, Amerika Tengah dan Selatan 15%, Amerika Utara 2%, dan Kanada ~50%. Negara dengan persentase tertinggi menggunakan akses transradial (70-80%) yaitu Norwegia, Malaysia, dan Bulgaria.⁶

Akses transradial merupakan pilihan utama pada prosedur intervensi dengan alasan utama keamanannya, antara lain mudah melakukan penekanan pada arteri tersebut, terdapat jarak dengan vena besar dan saraf, dan adanya pasokan aliran darah arteri ulnaris ke arkus palmar.^{6,7} Penggunaan akses transradial pada prosedur

Alamat Korespondensi

dr. Loretta C. Wangko, SpJP. Bagian Ilmu Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah Fakultas Kedokteran, Universitas Sam Ratulangi Manado, 2 Heart and Vascular Centre Rumah Sakit Awal Bros Makassar, E-mail: lorettawangko@yahoo.com

diagnostik dan intervensi koroner membutuhkan keterampilan teknis khusus bila dibandingkan dengan akses trans-femoral, tetapi ternyata prosedur ini sangat menurunkan kejadian komplikasi pada daerah akses.^{1,3,8,9} Studi random maupun observasional terhadap akses lainnya (transfemoral dan transbrankial) memperlihatkan terdapatnya penurunan bermakna dari perdarahan dan komplikasi vaskular daerah akses seperti pseudoaneurisma atau fistula arterio-venosa pada akses transradial. Selain itu, biaya prosedur transradial lebih rendah dibandingkan lainnya. Pasien yang pernah dilakukan baik tindakan transradial maupun trans-femoral lebih menyukai akses transradial oleh karena tidak memerlukan tirah baring lama, perlangsungan prosedur yang lebih nyaman, dan biaya yang lebih rendah.⁶

Kegagalan prosedur transradial umumnya diakibatkan oleh adanya varian anatomi arteri radialis,^{3,10} yaitu berkisar 1-5% kasus,^{10,11} dan juga pada lanjutan arteri radialis ke proksimal sampai aorta.¹ Sampai saat ini, varian anatomi arteri radialis belum terdata dengan baik.^{3,10} Varian arteri radialis yang dideteksi melalui diseksi mayat dilaporkan lebih sering ditemukan dan lebih bervariasi dibandingkan gambaran radiologik sesuai dengan prosedur yang dipakai.¹⁰ Adanya varian anatomi yang meliputi baik aksis brakial-radial, aksilaris-subklavia-anoni-ma, maupun arkus aorta dapat menjadi hambatan bagi terselesainya prosedur transradial.¹

Informasi mengenai anatomi arteri radialis sangat membantu keberhasilan prosedur koroner transradial. Ukuran arteri, adanya percabangan anomali, dan kelokan arteri radialis dapat memengaruhi keberhasilan prosedur.^{2,12} Adanya anomali percabangan dan kelokan arteri radialis merupakan hal yang tidak jarang ditemukan. Umumnya perlangsungan tindakan yang lebih lama dan kemudian akhirnya beralih ke arteri yang lain berkaitan dengan adanya kelokan arteri radialis, tetapi tidak dengan percabangan anomali. Insidens percabangan anomali dan berkeloknya arteri radialis juga berhubungan dengan usia lanjut.² Usia >75 tahun, postur tubuh pendek, dan tindakan CABG sebelumnya merupakan faktor prediksi independen untuk terjadinya kegagalan prosedur transradial.¹¹

Diagnosis dan penanganan ber-bagai kendala yang mungkin terjadi pada tahap-tahap prosedur diagnostik dan intervensi transradial perlu disikapi sejak awal.¹ Adanya varian bukan merupakan pembatasan penggunaan akses transradial, tetapi bila varian tersebut telah terdokumentasi dengan baik akan sangat mengurangi terjadinya kegagalan prosedur transradial.¹⁰

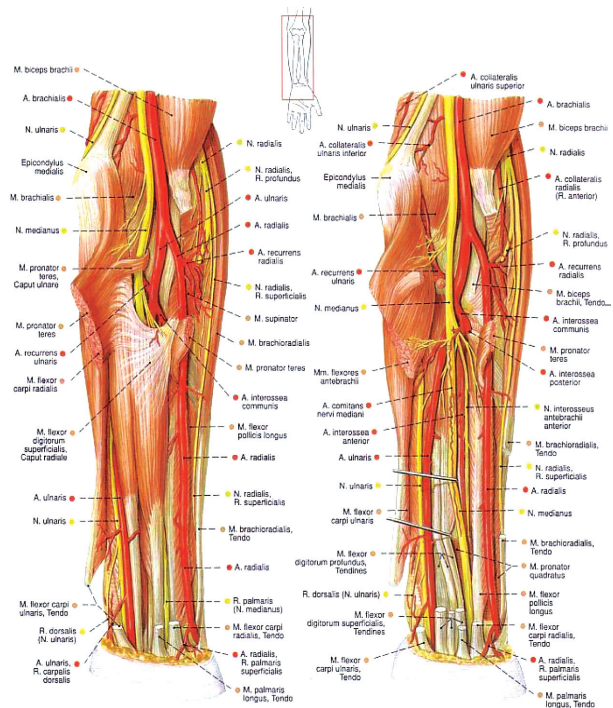
Anatomi Arteri Radialis

Arteri radialis berasal dari percabangan arteri brakialis pada bagian inferior fosa kubiti. Arteri ini berjalan di bagian lateral antebraki ke arah distal dengan menyusuri sepanjang otot sampai mencapai bagian distal lengan bawah. Di daerah ini, arteri tersebut terletak pada permukaan anterior radius dan ditutupi hanya oleh kulit dan fasia, sehingga sangat ideal untuk meraba denyut nadi.^{5,13,14}

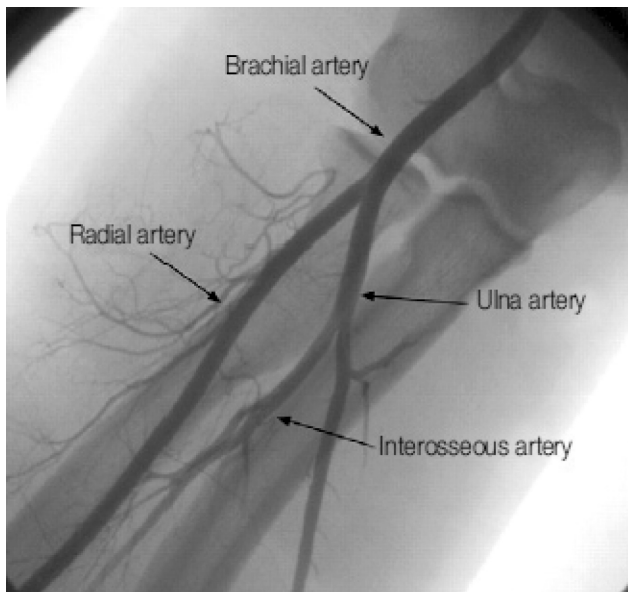
Perjalanan arteri radialis pada lengan bawah dapat diperlihatkan oleh garis yang menghubungkan titik tengah fosa kubiti ke suatu titik sebelah medial prosesus stiloideus radius. Arteri radialis meninggalkan lengan bawah dengan menyusuri sepanjang bagian lateral pergelangan tangan.¹³ (Moore) (Gambar 1 dan 2)

Varian Arteri Radialis

Varian arteri radialis telah diamati pada saat diseksi mayat dan melalui hasil angiografi. Dalam praktek klinis rutin, varian arteri radialis merupakan alasan utama terjadinya kegagalan teknis pada tindakan



Gambar 1. Antebrakium sinistra fasies ventralis yang memperlihatkan perjalanan arteri radialis sinistra yang normal. Sumber: Sobotta, 2000.



Gambar 2. Hasil angiografi yang memperlihatkan perjalanan arteri radialis, arteri ulnaris, dan arteri brakialis yang normal. Sumber: Jung.

kateterisasi transradial. Di Korea Selatan, dengan menggunakan *retrograde radial artery angiography* Joo et al² mendapatkan percabangan anomali dari pembuluh arteri ekstremitas atas 3,2%; asal yang lebih tinggi (proksimal) dari arteri radialis (**Gambar 3**) 2,4%;



Gambar 3. Arteri radialis dengan percabangan tinggi. Sumber: Jung.

kelokan arteri radialis dan brakialis 4,2%, terutama ditemukan bentuk S (**Gambar 4**) 31,3% dan bentuk omega (**Gambar 5, 6**) 31,3%; dan kelokan arteri ra-



Gambar 4. Hasil angiografi memperlihatkan arteri radialis berbentuk huruf S. Sumber: Jung.



Gambar 5. Hasil angiografi memperlihatkan arteri radialis berbentuk omega di bagian proksimal. Sumber: Jung.

dialis terutama 1/3 proksimal fossa antekubiti (52,2%) (Gambar 7-9). Penelitian Burzotta¹ di Roma (data

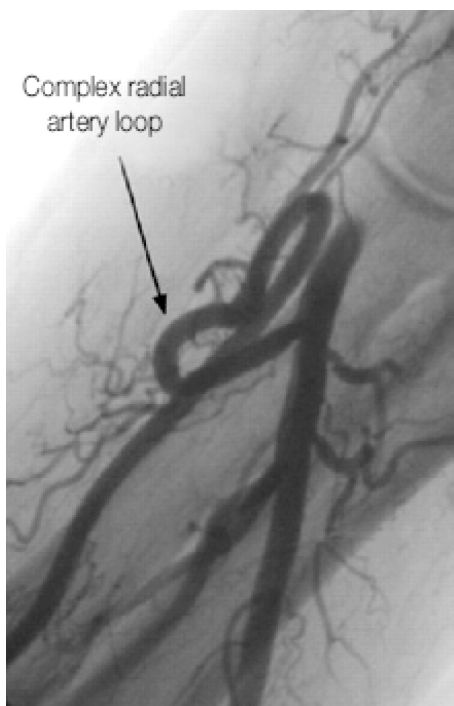
Februari 2005 s/d September 2009) mengemukakan terdapatnya varian aksis arterial radial-brakial sebesar 7,2%, aksis aksilaris-subklavia-anonima 1,9%, dan



Gambar 6. Hasil angiografi memperlihatkan arteri radialis berbentuk huruf omega di bagian distal. Sumber: Jung.



Gambar 8. Lengkungan arteri radialis. Sumber: Caputo, 2011.



Gambar 7. Lengkungan arteri radialis yang kompleks. Sumber: Jung.



Gambar 9. Kelokan arteri radialis dengan high take off. Sumber: Caputo, 2011.

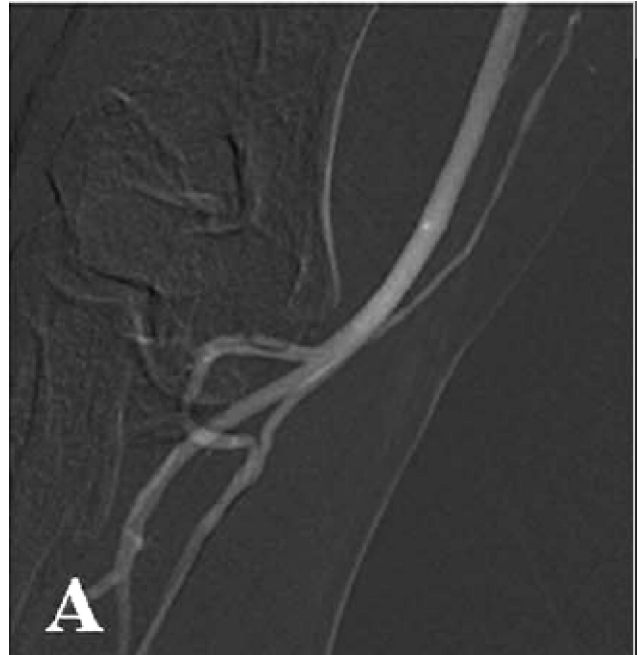
arkus aorta 0,3%. *Failure rate* ditemukan sebesar 0,7% pada kasus tanpa varian sedangkan yang dengan varian 15,2%. Varian arteri radialis yang tersering ialah kelokan arteri radialis dan brakialis (4,9%) diikuti oleh asal arteri radialis yang tinggi dari arteri brakialis atau arteri aksilaris (2,9%). Jung et al¹⁴ juga mengemukakan adanya varian arteri radialis berbentuk huruf alfa (Gambar 10). Dengan menggunakan *pre-procedural ultrasound of the arm arteries* (PPUAA) Chugh et al mendapatkan abnormalitas 9,8% untuk arteri radialis, arteri ulnaris, dan arteri brakialis.¹²



Gambar 10. Hasil angiografi memperlihatkan arteri radialis berbentuk huruf alfa. Sumber: Jung.

Adanya varian dapat menghambat kelancaran dan keberhasilan tindakan sehingga identifikasi varian arteri radialis akan sangat membantu para klinisi terutama ahli kardiologi intervensi. Lengkung arteri radialis merupakan anomali kongenital yang tersering (1-2%).¹⁴ Selain itu terdapat variasi dari asal dan perjalanan arteri radialis, yaitu hipoplasia arteri radialis, kelokan arteri radialis (terutama pada orang tua >75 tahun dengan hipertensi dan riwayat perokok berat),^{8,14} asal arteri radialis yang lebih tinggi dari arteri aksilaris atau brakialis,^{10,13} dan lengkung radioulnar (Gambar 11). Kadang-kadang ditemukan arteri radialis yang terletak superfisial terhadap fasia profunda, dan tidak di sebelah dalamnya.¹³ Juga bisa ditemukan arteri radialis berasal dari sudut kanan arteri brakialis dan berjalan dibelakang tendon biceps brakii kemudian

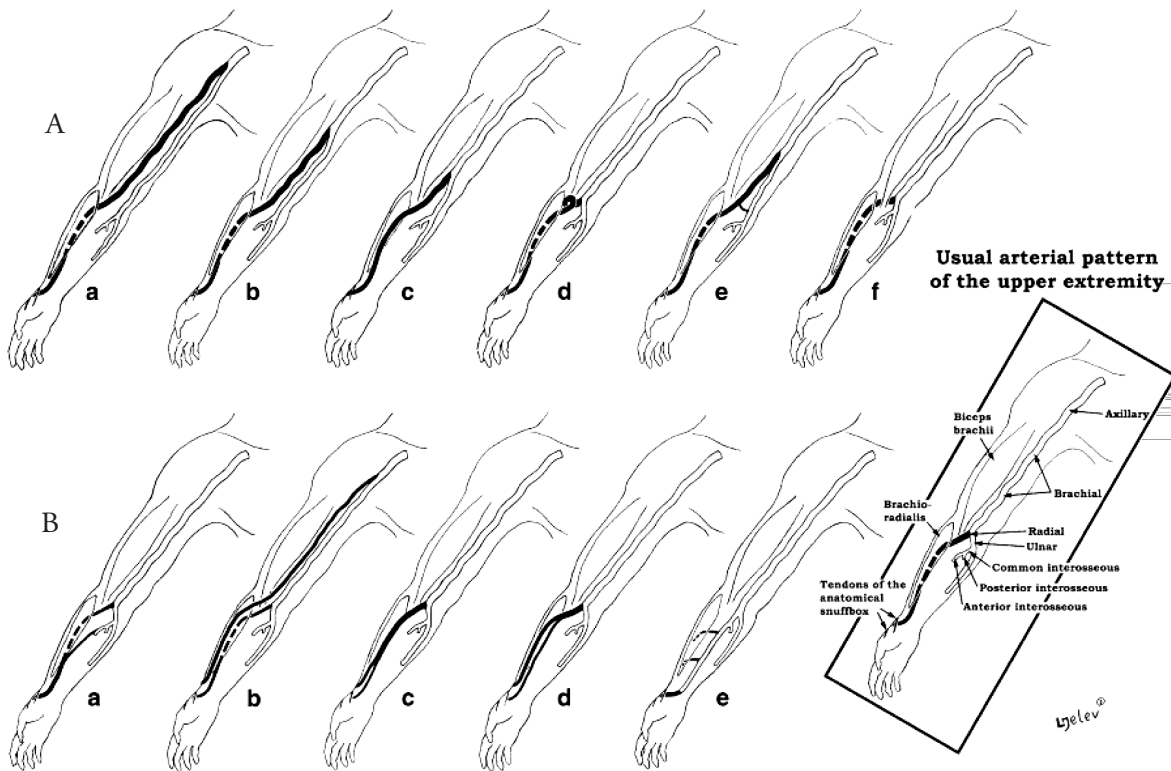
melengkung ke bawah dan berjalan sesuai arteri radialis umumnya. Dari bagian atas arteri radialis, sebelah lateral dari tendon biceps brakii muncul arteri radialis rekuren dan beberapa cabang arteri yang memasok otot di sekitarnya. Varian pola percabangan arteri radialis dapat juga disertai varian arteri lainnya.¹⁰



Gambar 11. Lengkungan radio-ulnar. Sumber: Burzotta et al, 2012.

Varian arteri radialis dapat diklasifikasikan atas dua kelompok:¹⁰

1. Varian asal dan/atau perjalanan arteri radialis dengan diameter normal yang menyediakan akses melalui pergelangan tangan. Tindakan awal *puncture* dan insersi kateter tidak bermasalah, tetapi di bagian proksimal kateterisasi dapat bermasalah oleh karena kelokan (biasanya menyertai asal arteri radialis yang tinggi baik dari brakialis maupun aksilaris), lengkung arteri radialis, lengkung radioulnar, atau berjalan di belakang tendon biceps brakii. Kesemuanya ini disebut *high arm variations of the radial artery*. (Gambar 12 A)
2. Varian arteri radialis dengan kemungkinan hipoplasia dan/atau menyediakan akses melalui pergelangan tangan yang atipik. Dalam hal ini, terdapat dua pembuluh yang memasok daerah arteri radialis dimana arteri radialis bercabang menjadi dua arteri besar atau salah satu cabang



Gambar 12. Klasifikasi klinis varian arteri radialis. A. Variasi asal dan/atau perjalanan arteri radialis dengan diameter normal pada pergelangan tangan: (a) asal arteri radialis yang tinggi dari arteri aksilaris – arteri brakioradialis; (b) asal arteri radialis yang tinggi dari arteri brakialis – arteri brakioradialis; (c) asal brakial yang tinggi dari arteri radialis dan perjalanan superfisial sepanjang antebraki dan ke tendon-tendon membentuk *anatomical snuff box* – arteri brakioradialis superfisial; (d) pembentukan lingkaran lengkap pada fosa antekubital – lengkung arteri radialis; (e) asal arteri radialis yang tinggi dari arteri brakialis dan adanya anastomosis pembuluh kecil dengan arteri ulnaris di fosa antekubital – lengkung radioulnar; (f) perjalanan arteri radialis di belakang tendon biceps brachii. B. Variasi arteri radialis dengan kemungkinan hipoplasia dan/atau akses pergelangan tangan yang atipik: (a) pembentukan arteri radialis utama yang sangat rendah, melalui hubungan dua pembuluh proksimal yang kecil – *low origin of the radial artery*; (b) arteri brakioradial superfisial dengan asal yang tinggi, berakhir sebagai cabang metakarpal dorsal dan arteri radialis dengan asal dan perjalanan yang tipik – duplikasi arteri radialis; percabangan arteri radialis menjadi dua cabang pada antebraki bawah ($1/4$ distal), satu cabang sebagai arteri antebraki dorsalis superfisial, yang lainnya (sebelah luar) menempati posisi arteri radialis yang normal; (d) percabangan arteri radialis di bagian atas antebraki yang berjalan berdekatan sampai $1/4$ distal antebraki; (e) aplasia arteri radialis, bagian paling distal dari arteri radialis merupakan lanjutan arteri interosea anterior yang berkembang baik.
Sumber: Jelev dan Surchev, 2008.

berukuran kecil yang biasanya menempati posisi arteri radialis di pergelangan tangan. Untuk varian kelompok ini, akses transradial tidak mungkin dilakukan pada aplasia, atau dengan tingkat kesulitan yang sangat tinggi pada segmen arterial yang hipoplasia (Gambar 12 B).

Hal-hal yang perlu diper-timbangkan pada varian arteri radialis

Arteri radialis berukuran lebih kecil dari arteri femoralis sehingga diperlukan *sheath* yang lebih kecil (4-8F) serta pelatihan khusus untuk melakukan prosedur

transradial.⁵ Di rumah sakit Awal Bros Makassar, Budiono telah menggunakan *sheath* 5F sejak tahun 2011. Kegagalan tindakan transradial yang terjadi umumnya diakibatkan oleh adanya varian arteri radialis baik dalam hal distribusi maupun anomali, stenosis, spasme, diseksi, cedera arteri radialis (yang sering mengakibatkan oklusi), serta adanya keraguan operator untuk mencoba tehnik yang berbeda.^{5,11,12} Selain itu, perlu dipertimbangkan pada individu yang bertubuh kecil dan beberapa etnik tertentu yang mempunyai ukuran arteri radialis kecil.¹²

Keuntungan Akses Trans-Radial

Umumnya pada prosedur trans-radial kurang ditemukan komplikasi vaskular pada daerah akses (1,8-10%).⁵ Ambulasi dini, kenyamanan dan kepuasan pasien selama prosedur, serta biaya yang relatif rendah juga menyebabkan prosedur ini menjadi pilihan pasien.^{7,12} Adanya pasokan darah ganda dapat meminimalisasi iskemia antebraaki. Selain itu, penekanan arteri radialis lebih mudah dilakukan, dan peluang terjadinya cedera saraf kecil.⁵

Prosedur transradial juga menjadi pilihan pada adanya oklusi berat arteri aortailiaka dan pasien dengan kesulitan posisi baring (obes, *low back pain*, dan gagal jantung).⁵

Komplikasi Pada Akses Trans-Radial

Laporan mengenai tehnik dan pengalaman melakukan prosedur trans-radial telah cukup banyak dipublikasikan, tetapi pembahasan mengenai komplikasi yang spesifik serta penanganannya masih kurang.^{6,9} Tindakan *puncture*, insersi *sheath*, dan manipulasi kateter dapat menyebabkan cedera arteri radialis serta komplikasi transradial lainnya. Komplikasi akan lebih sering ditemukan bila terdapat varian pada arteri radialis dan atau aksis vaskular yang lebih proksimal.^{6,9,11}

Umumnya komplikasi yang terjadi akibat akses transradial sangat jarang dan lebih mudah ditangani daripada akibat akses transfemoral. Komplikasi yang dilaporkan antara lain edema lokal, hematoma, perdarahan kembali (ringan sampai berat), gangguan hemostasis, spasme arteri radialis, *compartment syndrome*, oklusi arteri radialis (RAO), diseksi arteri atau perforasi, pseudo-aneurisma, fistula arterio-

venosa, serta kegagalan prosedur (perlu dialihkan ke akses lain, termasuk transradial kiri).^{4-6,9}

Setelah dilakukan prosedur trans-radial, *accumed hemostasis band* tetap dipertahankan selama 30 menit pada kasus diagnostik (5.000 U heparin) dan 60 menit pada kasus intervensi ≥ 10.000 U heparin atau Reopro). Pasien diinstruksikan untuk menghindari fleksi dan ekstensi pergelangan tangan sepanjang hari tersebut. Edema lokal diatasi dengan kompres es dan analgetik. Pasien dapat dipulangkan setelah dua jam, atau setelah efek sedasi hilang.⁵

Walaupun jarang terjadi, perdarahan dan komplikasi vaskular lainnya seperti hematoma, pseudo-aneurisma, fistula arteriovenosa, dan perforasi arteri merupakan komplikasi yang paling sering ditemukan pada prosedur transradial.¹¹ Hal ini umumnya disebabkan karena ukuran pembuluh darah yang kecil.⁶

Hematoma yang terjadi umumnya kecil dan mudah dikontrol dengan tekanan manual. Terdapat klasifikasi hematoma yang disesuaikan dengan akses trans-femoral, yaitu tingkat I <5 cm; tingkat II <10 cm; tingkat III hematoma distal terhadap siku; dan tingkat IV hematoma proksimal terhadap siku.⁶ Perdarahan kembali diatasi dengan elevasi tangan dan tekanan lokal. Pada area transradial dilakukan pengecekan hemostasis. Bila masih terjadi perdarahan, *band* dipertahankan selama 30 menit lagi. Pada perdarahan hebat dimana dicurigai terjadinya laserasi arteri digunakan *cuff* tekanan darah.⁵ Sanmartin et al⁹ melaporkan terjadinya komplikasi perdarahan berat sebesar 0,06%, termasuk disini hematoma >6 cm, fistula, perforasi, dan pseudo-aneurisma radial.

Arteri radialis termasuk jenis arteri muskularis yang kaya dengan -adreno-septor yang mengakibatkan arteri ini reaktif terhadap bahan yang beredar dalam sirkulasi dan trauma.⁶ Chugh et al¹² melaporkan terjadinya spasme arteri radialis pada 1,5% kasus. Beberapa cara yang dapat dipertimbangkan untuk mencegah spasme arteri radialis ialah pemberian sedasi, *spasmolytic cocktail*, pemilihan *sheath* hidrofilik dengan diameter terkecil, dan pemakaian kateter yang telah dibilas dengan larutan yang mengandung *calcium channel blockers* atau nitrat. Bila spasme arteri radialis tetap terjadi, perlu dipertimbangkan penambahan spasmolitik, analgetik/anksiolitik, papaverin (bekerja sebagai miorelaksan langsung), dan anestesi umum bila tindakan lain tidak berhasil. Juga pada saat mengeluarkan kateter atau *sheath*, perlu diberikan waktu cukup untuk relaksasi arteri.⁶

Compartment syndrome merupakan keadaan gawat darurat yang dapat dihindari bila dilakukan pencegahan yang optimal pada saat diduga telah terjadi perdarahan. Penanganan disini meliputi penghentian terapi antikoagulan intravena, kontrol nyeri dan tekanan darah, dan pemasangan *cuff* tekanan darah. Perlu dilakukan monitoring yang ketat terhadap perfusi distal dan dikonsultasikan ke ahli bedah vaskular.⁶

Secara klinis, terjadinya RAO sulit dideteksi bila terdapat arteri ulnaris dan arkus palmaris yang paten. Pemberian heparin sangat diperlukan untuk me-nurunkan risiko RAO. Selain itu, perlu dipertimbangkan secara cermat mengenai pemilihan ukuran kateter, jenis kelamin perempuan, kurang/tidak adanya pemberian clopidogrel sebelumnya, diabetes, dan hemostasis oklusif. Kompresi berkepanjangan dari arteri radialis dapat disertai oklusi menetap dan distrofi refleksi simpatis yang tertunda.⁶

Pseudoaneurisma dapat diatasi dengan *local pressure dressing*.^{5,6} Bila area transradial membengkak dan terasa nyeri, harus dilakukan *ultrasound* dan dikonsultasikan dengan ahli bedah vaskular.⁵

Terjadinya diseksi arteri radialis atau perforasi dapat dihindari dengan melakukan angiografi bila terdapat kesulitan melanjutkan pemasangan *wire* atau kateter. Bila telah terjadi diseksi atau perforasi, dilakukan *re-cross* secara berhati-hati dengan menggunakan *wire* angioplasti lunak 0,014. Bila usaha ini berhasil, kateter biasanya akan menutup diseksi atau perforasi. Kecurigaan terjadinya diseksi atau perforasi arteri radialis tidak merupakan alasan untuk menghentikan prosedur karena cedera tersebut akan tetap terbuka dan sulit dikontrol.⁶

Kegagalan prosedur terjadi bila tidak mendapatkan akses transradial atau tidak berhasil mencapai arteri koronaria yang mungkin diakibatkan oleh adanya varian dan kelokan yang ekstrim pada arteri radialis, brakialis, dan subklavia. Angka kegagalan prosedur berkisar <5% dan akan berkurang dengan meningkatnya pengalaman dan kepakaran operator.⁶

Kontraindikasi

Terdapat beberapa kontraindikasi pelaksanaan prosedur transradial, yaitu: tes Allen abnormal (ditemukan pada 10% kasus), *abnormal oximetry plethysmo-graphy*, pasien yang mungkin memerlukan *intra-aortic balloon pump counter-pulsation* (IABP), pasien yang memerlukan *device* yang tidak kompatibel

dalam 7F atau *sheath* yang lebih kecil, penyakit vaskular ekstremitas superior (kelokan yang ekstrim, *anomalous take off*, atau aterosklerosis berat), penyakit Buerger, penyakit Raynaud yang parah, serta penyakit vaskular perifer lainnya.⁵

Kontraindikasi relatif ditemukan pada pasien dengan *graft* arteri mamaria interna kontralateral, arteri radialis yang dipersiapkan untuk konduit *coronary artery bypass grafting*, atau *graft* dialisis.⁵

Simpulan

Dewasa ini akses transradial telah menjadi prosedur yang cukup diminati baik pada tindakan diagnostik maupun intervensi koroner. Adanya varian arteri radialis tidak merupakan halangan untuk menggunakannya sebagai akses vaskular. Komplikasi yang terjadi akibat akses transradial umumnya lebih mudah ditangani daripada akibat akses trans-femoral. Pemahaman dan pertimbangan yang cermat mengenai adanya varian dapat menekan terjadinya kegagalan tindakan transradial atau beralihnya ke akses lain yang sangat berperan dalam kenyamanan dan keamanan pasien.

Daftar Pustaka

1. Burzotta F, De Vita M, Trani C. How to manage difficult anatomic conditions affecting transradial approach coronary procedures? *Indian Heart J.* 2010; 62(3):238-44.
2. Yoo BS, Yoon J, Ko JY, Kim JY, Lee SH, Hwang SO et al. Anatomical consideration of the radial artery for transradial coronary procedures: arterial diameter, branching anomaly, and vessel tortuosity. *Int J Cardiol.* 2005;101(3):421-7.
3. Lo TS, Nolan J, Fountzopoulos E, Behan M, Butler R, Hetherington SL et al. Radial artery anomaly and its influence on transradial coronary procedural outcome. [cited 2012 1 dec 09]. EBSCOhost University City Public Library.
4. Lardizabal J, Cohen MG. Right versus left radial artery access. *Cardiac Interventions Today* May/June 2012.
5. Almany SL, O'Neill WW. Radial artery access for diagnostic and interventional procedures. *Accumed Systems, Inc.* Ann Arbor, Michigan, 1999.
6. Caputo RP, Tremmel JA, Rao S, Gilchrist IC, Pyne C, Pancholy S, et al. Transradial arterial access for coronary and peripheral procedures: Executive summary by the transradial committee of the SCAI. *Catheterization and Cardiovascular Interventions.* Wiley Online Library, 2011. DOI 10.1002/ccd.23052. Available at: wiley onlinelibrary.com.

7. 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 hemo-stasis after transradial catheterization. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2008;72: 335-40.
8. Jang YK, Junghan Y, Il HJ, Hee SW, Hyun SJ, Byun SY et al. Transradial coronary intervention: Comparison of the left and right radial artery approach. *Korean Circulation J*. 2006;36:780-5.
9. 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(6):581-4.
10. Jeleu L, Surchev L. Radial artery coursing behind the biceps brachii tendon: Significance for the transradial catheterization and a clinically oriented classification of the radial artery variations. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2008;31:1008-12.
11. Dehghani P, Mohammad A, Bajaj R, Hong T, Suen CM, Sharieff W et al. Mechanism and predictors of failed transradial approach for percutaneous coronary interventions. *JACC: Cardiovascular Intervention*. 2009;2(11): 1057-64.
12. Chugh SK, Chugh S, Chugh Y, Rao SV. Catheterization and Cardiovascular Interventions. Doi: 10.1002/ccd.24585.
13. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Clinically Oriented Anatomy (Fifth Edition)*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
14. Sobotta J. *Sobotta Atlas Anatomi Manusia Jilid 1 Kepala, Leher, Ekstremitas Atas Edisi 21*. Jakarta: EGC,
15. Jung HH, Kook JC, Moo HK. Overcome the tortuosity from radial artery to subclavian artery-tips and tricks. *TRI Manual Chapter 7*. Available from: www.w-tri.org/images/emanual_0107. PDF.