

Nasıl yapalım? / Suggestions on how to do

(Girişimsel kardiyoloji / Interventional cardiology)

Transradial giriş nasıl yapılır?**Performing radial artery puncture****Dr. Veysel Kutay Vurgun, Dr. Başar Candemir**

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Ankara

Radiyal arter yoluyla (TR) kardiyak girişimler, hasta konforunu artırması, hastane kalış sürelerini kısaltması ve hastane masraflarını azaltması, özellikle artere giriş yeri komplikasyonlarını azaltarak ciddi klinik fayda sağlaması nedeniyle daha fazla tercih edilir hale gelmiştir.^[1,2] Radiyal arter yolunun kullanılmasının birincil avantajı, arter giriş yeri komplikasyonlarını azaltmasıdır.^[3-5] Bunun nedenleri radiyal arterin küçük ve yüzeysel yerleşimli olması, kolayca baskı yapılabilmesi ve kanama komplikasyonlarının hızla kontrol altına alınabilmesidir. Bunun tersine femoral arter yolu, giriş yerinde kanama komplikasyonu açısından önemli risk taşımaktadır. Hematomlar ve psödoanevrizmalar daha sıklıkla femoral arter yoluyla girişlerde oluşmaktadır.^[6]

Radiyal arter girişiminin kanama komplikasyonlarını azaltmasının yanında hastaya sağladığı konfor da oldukça önemlidir. Radiyal arter girişiminden hemen sonra hasta mobilize olabilir. Damar kapama cihazlarının geliştirilmesiyle femoral arter girişimlerinde konfor biraz olsun artsa da, yine de işlem sonrası hastanın sırtüstü yatar pozisyonda saatlerce hareketsiz kalması gerekmektedir.

Dezavantajlarına değinilecek olursa, TR girişimin basamaklı bir öğrenim süreci vardır. Radiyal arter ve aort arkusunun kılavuz teller ve kateterler ile geçilmesi femoral yaklaşıma göre daha fazla teknik eğitim gerektirmektedir ve eğitim süreci femoral yoldan daha zordur.^[7,8] Kateterin elle yönlendirilmesi ve koroner ağzlarına yerleştirme manevraları femoral yola göre

farklılıklar içerir. Bu nedenle işlem başarısında operatör deneyimi çok önemli bir yer tutar.

Radiyal arter tıkanması bu işlemin potansiyel bir komplikasyonudur. Eğer palmar arkus için yeterli bir ulnar akım mevcut ise olası radiyal arter tıkanması genellikle problem yaratmaz. Fakat radiyal arter tıkanması, diyaliz fistülü ya da koroner baypas operasyonu için radiyal grefte ihtiyaç duyulması durumlarında olduğu gibi gelecekte yapılacak olan işlemleri kısıtlayabilir. Bu nedenle yapılacak tüm radiyal arter girişimlerinde tıkanma açısından dikkatli olunmalı ve radiyal artere giriş tekniklerine dikkat edilmelidir. El iskemisi çok nadiren gelişmektedir ve işlem öncesi palmar arter arkının değerlendirilmesi bu açıdan çok önem arz etmektedir.^[9-11]

Radiyal arter girişinin endikasyon ve kontrendikasyonları

Birçok karmaşık ve zor koroner girişimi radiyal arter yoluyla güvenli bir şekilde yapılabilir. Bifurkasyon işlemleri, trombüs aspirasyonu, kronik tam tıkanmalar, ostiyum lezyonları, rotasyonel aterektomi (1.5 mm burr çapına kadar) ve distal emboliden korunma işlemleri gibi birçok işlem radiyal arter yoluyla yapılabilir. Radiyal artere 6F introducer kateter yerleştirilerek yapılabilecek her işlem bu yolla planlanabilir.

Radiyal artere kanül yerleştirme öncesi palmar arkin kanlanması iyi bir şekilde değerlendirilmesi gereklidir. Allen testi ile hastalar değerlendirilir. Allen testi anormal olan hastalara radiyal girişim yapmaktan

Geliş tarihi: 26.03.2014 Kabul tarihi: 20.11.2014

Yazışma adresi: Dr. Başar Candemir, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Cebeci Kalp Merkezi, Ankara.

Tel: +90 312 - 595 62 86 e-posta: Basarcandemir@yahoo.com

© 2014 Türk Kardiyoloji Derneği



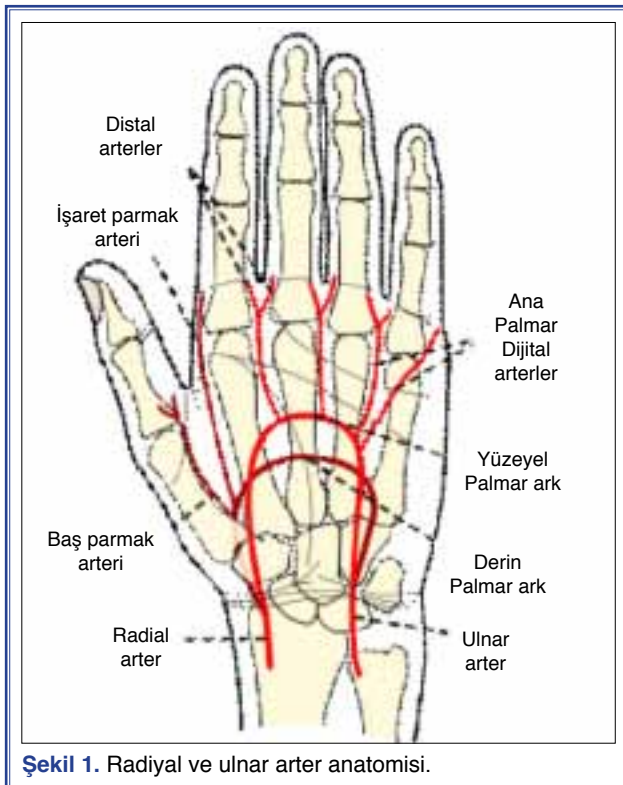
kaçınılmalıdır. Ayrıca el perfüzyonu iyi olmayan hastalarda ve fizik muayenede radyal arterin çok küçük çapta olma şüphesi bulunanlarda işlemden kaçınılmalıdır. Radyal arterinin tıkalı olduğu bilinen ya da daha önce radyal arter girişiminde problem yaşanmış hastalarda farklı giriş yeri kullanılmalıdır. Hemodiyaliz uygulanan hastaların fistül bulunan kolundaki radyal arter kullanılmamalı, korunmalıdır.

Radyal arter anatomisi

Ön kol seviyesinde iki ana arter bulunmaktadır; radyal ve ulnar arterler. Ulnar arter radyal artere göre daha geniş çaplı ve daha düz seyirli bir arterdir. Ulnar arter 2.5-3.0 mm, radyal arter 2.0-2.5 mm çaplı arterlerdir. Radyal arter radius distal ucunda, stiloid çıkıntı hizasında iki dala ayrılır. Bu iki dal daha sonrasında ulnar arterden gelen iki dal ile birlikte yüzeysel ve derin palmar arkları oluşturur ve elin ve parmakların beslenmesi sağlanır. Radyal ve ulnar arterler ve palmar arklar Şekil 1’de gösterilmiştir.

Elin kanlanmasının değerlendirilmesi

Elin kanlanması iki arter yoluyla olmaktadır. Radyal arter girişiminden önce mutlaka bu kanlanmanın baskınlık durumunun belirlenmesi gerekmektedir. Radyal arterde olası bir tıkanma halinde elin kanlan-



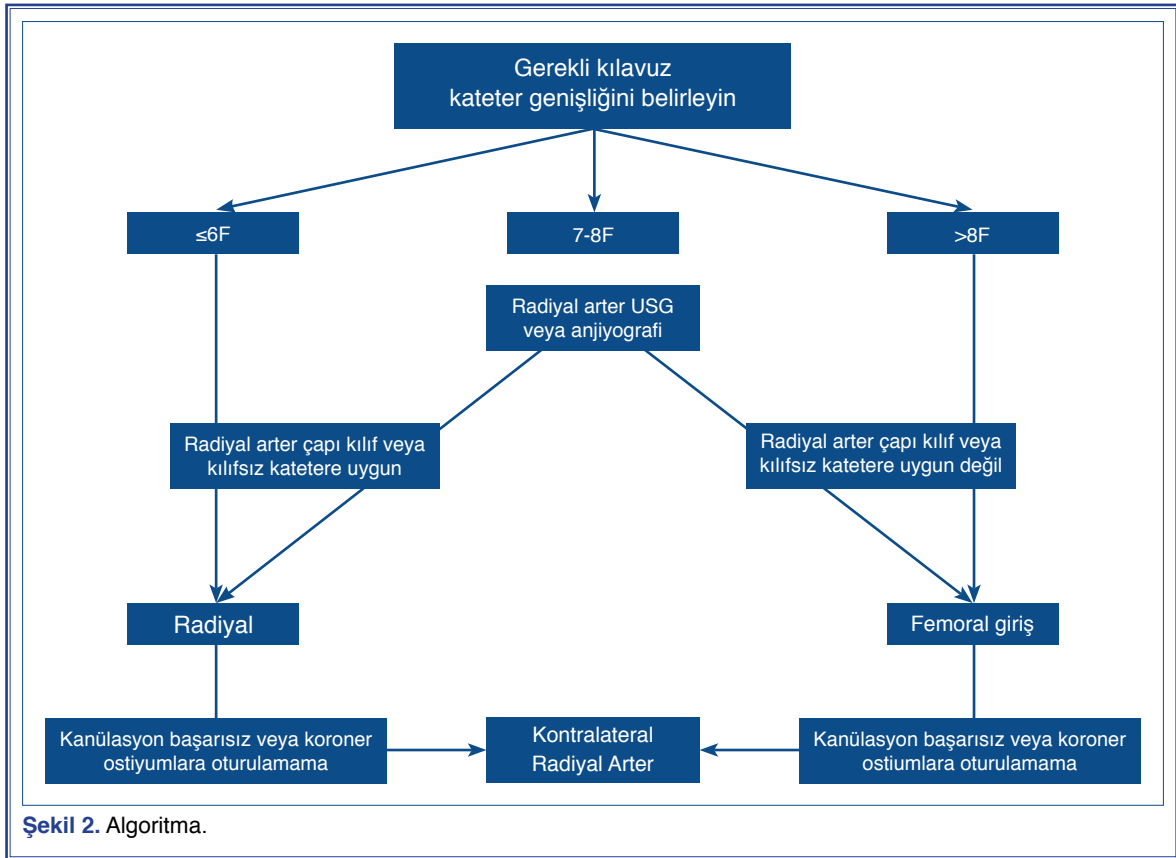
Şekil 1. Radyal ve ulnar arter anatomisi.

masında bozulma olup olmayacağı prensibine dayanan Allen testi ile hastalar değerlendirilir. Bu testte her iki artere baskı uygulanarak elde iskemi oluşturulur. Her iki arter baskı altındayken hastaya 30-60 saniye süreyle elini açıp kapatması söylenir, avuç içi ve parmakların iyice soluklaştığı izlenir. Ardından radyal arter baskısı devam ederken ulnar arter baskısı kaldırılır ve elin perfüzyonunun düzelişip düzelenmediği kontrol edilir. El perfüzyonunun 10 saniye içinde düzelmesi radyal arter yoluyla girişim kararı için gereklidir. El perfüzyonu düzeliyorsa Allen testi ‘pozitif’, düzelmeyorsa ‘negatif’ olarak tanımlanır.^[12] Son zamanlarda başlangıçta Allen testi yapılmadan veya negatif sonuca rağmen yapılan TR girişimlerin komplikasyon oranını artırmadığı yönünde bazı bildirimler olsa da, bu konuda kesin bir değerlendirme için henüz kanıtlar yeterli değildir.

Radyal arter girişiminin teknik özellikleri

Radyal arter girişimini kısıtlayan en önemli faktör kılavuz kateter çapıdır. Femoral arter girişiminde böyle bir kısıtlama bulunmamaktadır. Normal radyal arterlerin ultrasonografik değerlendirilmesinde erkeklerde ortalama çap 2.69 ± 0.4 mm, kadınlarda 2.43 ± 0.38 mm bulunmuştur.^[13] Genellikle 6F (2 mm çap) introducer kateterler radyal arter için kullanılabilir maksimum çap olarak değerlendirilmekte beraber 7F kılıfsız kateterler ile de işlem yapılabilir. Kısa ve küçük yapıları kişilerde, özellikle kadınlarda radyal arterin daha ince yapıda olabilmesi nedeniyle 5F introducer kateter kullanılması gerekmektedir. Birçok koroner işleminde 6F introducer kateterler kolaylıkla kullanılabilmesine karşın, rotablator, atektomi, bifurkasyon PKG, hemodinamik destek sistemi kullanımı gibi işlemlerde daha geniş kılavuz kateterlere ihtiyaç duyulabilmektedir. Özellikle kadın hastalarda bu gibi karmaşık ve zor işlemler yapılacaksa femoral yol ile işlemin yapılması daha uygun bir seçenek olabilir. Şekil 2’de bu konuda bir akış şeması görülmektedir.

Radyal artere kanül yerleştirilmesiyle arter endotelinde hasar oluşmaktadır. Gelişen endotel fonksiyonu bozukluğu ile endotelin verdiği yanıtlar değişip salınan vazoaaktif moleküllerin de etkisi ile intima hiperplazisi gelişebilmekte ve radyal arterde kapanma meydana gelebilmektedir. Radyal arter girişiminde bu olayları en düşük düzeyde tutacak yaklaşımlarda bulunulmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır. Bu konularda yapılan çalışmalarda radyal artere kanül yer-



leştirilen kişilerde işlem sonrası radyal arterin akıma bağlı genişleme yeteneği anlamlı olarak azalmaktadır. Bu durum radyal arterde gelişen endotel fonksiyonu bozukluğunun kanıtıdır.^[14] Ayrıca radyal artere kanül konması sonrası radyal artere optik koherans tomografi ile yapılan incelemede radyal arterde intima yırtılmaları, mediya diseksiyonları ve intima hiperplazisine rastlanılmıştır. Bu durumlar da yapısal hasara işaret etmektedir.^[15] Fonksiyonel ve yapısal olarak etkilenen radyal arterde ciddi spazm gelişir ve bu kaotik süreç devam ederek radyal arter tıkanmasına neden olur. Endotelde gelişen fonksiyonel ve yapısal değişiklikleri azaltmaya yönelik alınacak önlemler şu şekilde sıralanabilir;

(I) Daha küçük kılavuz kateterlerin kullanılması; yapılan çalışmalarda kılavuz kateterlerin çapı ile radyal arter hasarı arasında anlamlı ilişki saptanmıştır; hatta bunun yanında radyal introducer kılıf kullanılmadan uygulanan “sheathless” kılavuz kateter kullanımını radyal arter hasarını azaltmaktadır.^[16]

(II) İşlem sırasında antikoagülasyon ve vazodilatör ilaç kullanılması ve işlem sonrası radyal kılıf

çekildikten sonra radyal arter açık bir şekilde he-mostazın sağlanması. İşlem sonrası radyal arter tıkanması saptanan hastalarda geçici olarak aynı taraf ulnar arterine baskı uygulanması, heparin uygulanan hastaların çoğunda radyal arterin rekanalizasyonunu sağlamaktadır.^[17]

(III) Spazmın engellenmesi; işlem sırasında vazodilatör ilaçların arter içine kullanılması, küçük çapta kılavuz kateter seçimi, kateter değişiminin en düşük sayıda tutulması, hastanın ilaçla yatıştırılması radyal arter spazmını azaltmaktadır. Bunun yanında hidrofilik radyal kılıf kullanımı ve pilot çalışma şeklinde planlanan NO kaplı ilaç salımlı radyal kılıf kullanımının spazmı azalttığı gösterilmiştir.^[18]

(IV) Endotel fonksiyonunun modülasyonu; yapılan birkaç pilot çalışmada işlem sonrası trimetazidin verilen hastalarda işlem sonrası radyal arterde akıma bağlı genişleme yanıtında anlamlı artış saptanmıştır.^[19] Bunun gibi girişimlerin üzerinde hala netleşmiş bir fikir birliği bulunmasa da olumlu etkilerin araştırılması ve geliştirilmesi gerekmektedir.

Arter yatağında birçok anatomik değişkenliklerin olması TR kardiyak kateterizasyonu zorlaştırmaktadır. Bazen radyal arterdeki burulmalar ya da kıvrımlar telin ilerlemesine engel olabilir. Özellikle yaşlılarda ve hipertansif hastalarda subklaviya arterindeki burulmalar işlemi zorlaştırabilir. İşlem başarısız olur ise farklı bir arter yoluyla işleme devam etmek gerekmektedir.

Radyal artere kanül yerleştirme tekniği

Bilgilendirilmiş onamı alındıktan sonra kateter laboratuvarına alınan hasta anjiyografi masasına uygun pozisyonda yatırılır. Her iki radyal arter kullanılabilse de kol seçimi operatör alışkanlığı ile ilişkilidir. İşlem öncesi kol yan tarafa doğru açılarak altına destek olması için kolluk koyulur. Genellikle el bileğini ekstansiyonda tutacak bir destek el bileği hizasına koyularak kolun ve el bileğinin hareketsiz bir biçimde kalması sağlanır. Hasta monitöze edilir, sürekli EKG ve saturasyon takibi ile birlikte elle kan basıncı ölçülür. Antiseptik çözelti ile hastanın el bileği ve eli tamamen steril edilip ardından hastanın eline uygun steril eldiven giydirilir ve sonrasında hastanın üzeri steril örtü ile örtülür (Şekil 3a, b).

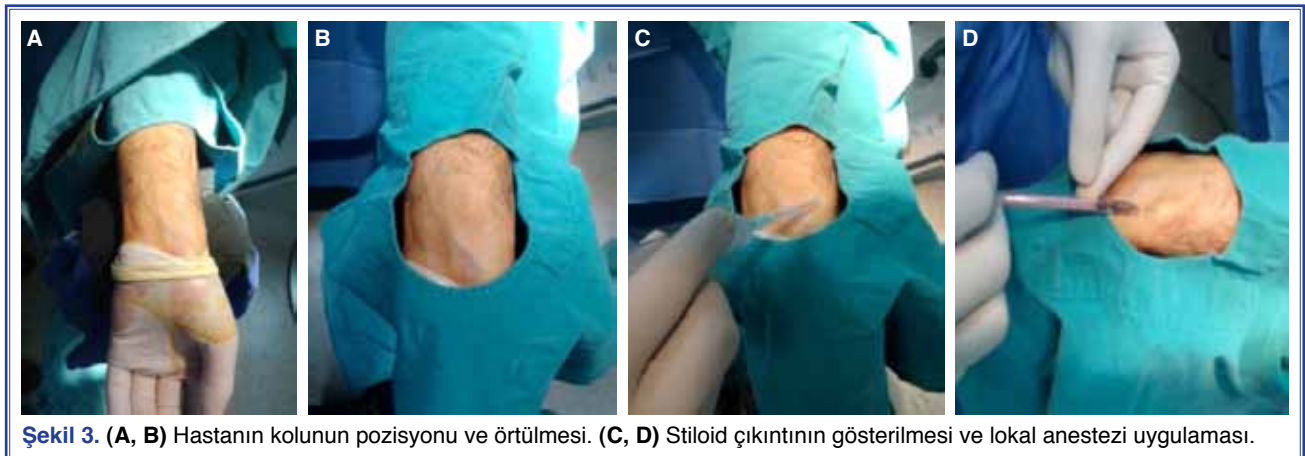
Hastaya uygun pozisyon verdikten sonra radyal arter palpe edilir ve stiloid çıkıntı tespit edilerek, bu bölgenin proksimaline lokal anestezi uygulanır (Şekil 3c, d). Lokal anestezi insülin enjektörüne çekilerek kullanılır. Kliniğimizde yapılan bir çalışmada lokal anestezi uygulanırken uygulanan lokal nitrogliserinin radyal arterde anlamlı genişlemeye neden olduğu ve bunun ponksiyon başarısını artırdığı ve radyal arter spazmını azalttığı gösterilmiştir.^[20]

Lokal anestezi uygulandıktan sonra stiloid çıkıntı

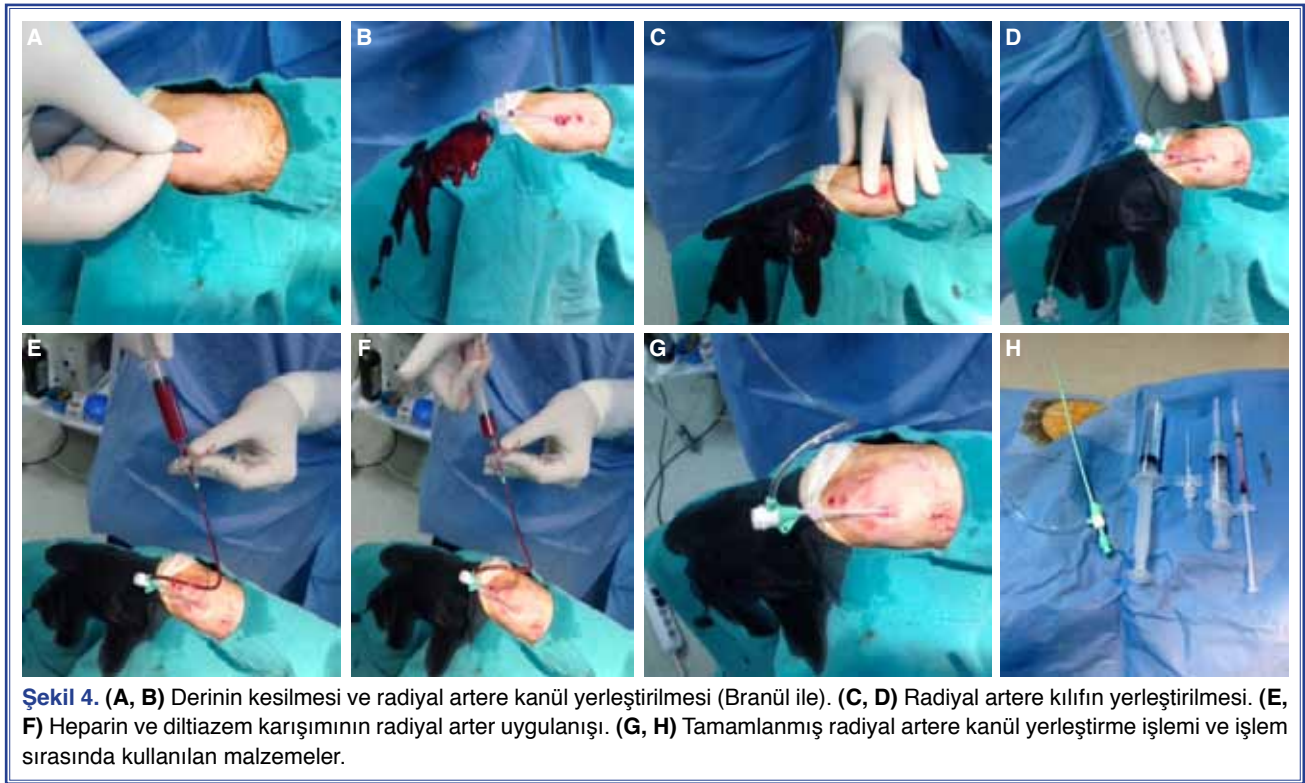
öncesi radyal arter palpe edilir ve ponksiyon yapılacak nokta belirlenir. Ponksiyon yapılacak nokta seçimi oldukça önemlidir. Bistüri yardımıyla ponksiyon yapılacak noktada cilt ve cilt altı 2 mm genişliğinde kesilir. Bu kesi işlemci tercihine göre dikey veya enlemesine olabilir. Özellikle yaşlı ve zayıf hastalarda bu sırada radyal arterin hasar görmemesine dikkat edilmelidir. Ardından ponksiyon işlemine geçilir. Ponksiyon işlemi 20-21 gauge radyal kit ponksiyon iğneleri ile yapılabileceği gibi 18 veya 20 Gauge branül ile de yapılabilir. Ponksiyon iğnesi ile yapılıyorsa, 45-60 derecelik bir açı ile radyal artere giriş yapılır ve ardından Seldinger tekniği ile 5F-6F introducer kateter artere yerleştirilir.

Branül kullanılarak kanül yerleştirilecekse aynen ponksiyon iğnesi ile yapar gibi artere ponksiyon yapılır. Artere giriş hissedildikten veya kan akışı gözlemlendikten sonra branül biraz daha ilerletilerek branülün arterin arka duvarına ilerlemesi sağlanır. Sonra iğne çıkarılır ve branül çok yavaş bir biçimde geriye doğru çekilir. Genellikle pulsatil arter akımı görülür (Şekil 4a, b). İşlemcinin iğneyi hızlıca ittiği ve iğnenin arteri delip geçtiği, hipovolemi, ince radyal arter, hipotansiyon gibi lümen içi akımın göreceli olarak azalmış olduğu durumlarda bazen artere giriş yapılmış olsa bile branül arkasındaki boşlukta geriye kanama görülemeyebilir. Bu durumda operatör branülün artere girmediğini düşünerek asla hızla çıkartmamalı, aksine her zamanki gibi yavaşça geriye çekmeli ve akımı kontrol etmelidir. İğnenin hızla geri çekilmesi halinde damar lümeni dışına çıkılıp sonrasında olası spazm ve/veya hematoma nedeniyle başarılı ponksiyon şansı ciddi şekilde azalabilir.

Radyal arter ponksiyonu ultrason yardımıyla da



Şekil 3. (A, B) Hastanın kolunun pozisyonu ve örtülmesi. (C, D) Stiloid çıkıntının gösterilmesi ve lokal anestezi uygulaması.



yapılabilmektedir. Bu konuda yapılan randomize kontrollü bir çalışmada ultrason yardımıyla yapılan radyal arter ponksiyonu, deriye yapılan ponksiyon sayısını azaltmakta ve ilk denemede %95 oranında başarı sağlanmaktadır.^[21] Bu konuda yapılmış tüm randomize kontrollü çalışmaları içine alan bir meta-analizde, ultrason yardımcı radyal arter ponksiyonu ilk giriş başarısını anlamlı derecede artırmakta, radyal artere ortalama giriş süresini kısaltmakta ve hematom, tromboz gibi damar komplikasyonlarını anlamlı derecede azaltmaktadır.^[22]

Ponksiyon sonrasında branül içinden 0.018" kılavuz tel arter içine yerleştirilir, sonra tel üzerinden introducer kateter ilerletilir. Introducer kateterin tamamıyla radyal arterin içine yerleştirilmesi radyal arter spazmını artırdığı için uzun TR kateter kullanılıyorsa 5-6 cm'lik bir kısmının radyal arterin içine itilmesi yeterlidir (Şekil 4c, d).

Yapılan çalışmalarda radyal artere kanül yerleştirilmesinden hemen sonra radyal arter trombozunu engellemek için fraksiyone olmayan heparin (UFH) yapılmasının radyal arter tıkanmasını anlamlı olarak azalttığı gösterilmiştir.^[23] Ayrıca radyal arter spazmını engellemek için vazodilatör ilaçlar arter içine

yapılmalıdır. Bunun için verapamil, diltiazem ya da nitroglicerine kullanılabilir.^[24,25] Bunun için 5 cc enjektöre 5000U (1 mL) UFH ve 5 mg (1mL) diltiazem çekilir ve introducer kateterden kan ile sulandırılarak hızlı bir şekilde radyal artere retrograd olarak verilir (Şekil 4e, f). İşlem esnasında hastanın bileğinden omuzuna kadar bir yanma oluşur. Bu karışım verildikten hemen sonra heparinli fizyolojik serum ile introducer kateter yıkanır. Ardından hastanın kolu vücuduna yaklaştırılıp, kol altı desteklenerek koroner anjiyografi ya da girişim işlemine devam edilir.

Warfarin tedavisi hastayı radyal arter trombozun-



dan heparin kadar korumamaktadır. Warfarin alan hastaların değerlendirildiği bir çalışmada INR değeri etkin düzeyde olan ve heparin verilmeyen hastalarda radyal arter trombozu, heparin verilen hasta grubuna göre anlamlı derecede fazla bulunmuş.^[26] Warfarin alan hastalarda da işlem sırasında mutlaka heparin yapılmalıdır.

Tamamlanmış radial artere kanül yerleştirme işlemi ve işlemde kullanılan malzemeler Şekil 4g, h’de gösterilmiştir.

İşlem bittikten sonra radyal kılıf yapışkan bant ile sabitlenmelidir (Şekil 5). Yakın zamanda yayınlanan bir çalışmada işlem bittikten sonra kılıf içine uygulanan 500 µg nitrogliserinin takipte radyal arter tıkanmasını ciddi oranda azalttığı bildirilmiştir.^[27] Sonrasında radyal arter trombozunu engellemek için radyal kılıfın çok gecikmeden kateter laboratuvarında veya hasta yatağına alındığında çekilmesi gerekmektedir. Koroner girişim yapılan hastalarda kılıfın çekilebilmesi için femoral girişimdeki gibi aPTT veya ACT takibine ihtiyaç yoktur.

TR yolla koroner girişim yapılan hastalarda radyal kılıf işlemin hemen ardından herhangi bir takip yapılmaksızın çekilebilir. Radyal kılıf çekildikten sonra radyal artere nazikçe baskı uygulamalı, sert ve şiddetli baskılardan kaçınılmalıdır. Baskı uygularken radyal nabız hafifçe hissedilmeli ve kesi yerinden çok hafif şekilde kan gelecek şekilde baskı uygulayarak kanama kontrolü sağlanmalıdır. Kanama kontrolü yapıldıktan sonra baskı için hazır radyal arter baskı kitleri uygulanabilir ya da basit olarak bir sargı bezi rulo haline getirilerek radyal arter üzerine yerleştirilip bir sargı bandajı ile radyal arter üzerine baskı uygulanabilir. Bu işlemin ardından iki saat sonra mutlaka bandaj gevşetilmeli ve radyal arter nabızı kontrol edilmelidir. Bazı hastalarda işlemden sonra girişim yerinde görülebilen ağrı, morluk ve hassasiyet çok büyük olasılıkla geçicidir, gerektiğinde steroid dışı antienflamatuvar ilaç kullanılabilir.

Sonuç

TR girişim hasta konforu açısından çok yararlı bir yöntem olmakla beraber girişimsel kardiyologlar deneyimine oldukça bağımlı bir tekniktir. Femoral yola üstünlüğü ve standart yol olarak seçilmesi halen tartışılabilir boyutta olmasına rağmen işleme ve anatomiye uygun teknik donanım ve ilaçlar ile femoral yola eşdeğer işlem başarısı yanında daha az kanama ve ST

yükselmeli miyokart enfarktüsünde gösterilmiş mortalite yararı nedeniyle de girişimsel her kardiyoloğun envanterinde bulunması ve ustalaşılması gereken bir yöntem olarak değerlendirilebilir. Hastalar da erken ambulasyon, yüksek işlem sonrası konfor ve daha az kanama komplikasyonu nedeniyle bu yolu daha fazla tercih eder olmuştur. Yazarlar yazıda bahsedilen bazı teknik ve ipuçlarının özellikle radyal yol kullanımına yeni başlayan işlemcilerin komplikasyon oranlarını en alt seviyede tutmalarına yardımcı olacağına inanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Bertrand OF, Rao SV, Pancholy S, Jolly SS, Rodés-Cabau J, Larose E, et al. Transradial approach for coronary angiography and interventions: results of the first international transradial practice survey. *JACC Cardiovasc Interv* 2010;3:1022-31. [CrossRef](#)
- 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. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;78:823-39. [CrossRef](#)
- Rao SV, Ou FS, Wang TY, Roe MT, Brindis R, Rumsfeld JS, et al. Trends in the prevalence and outcomes of radial and femoral approaches to percutaneous coronary intervention: a report from the National Cardiovascular Data Registry. *JACC Cardiovasc Interv* 2008;1:379-86. [CrossRef](#)
- 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;157:132-40. [CrossRef](#)
- Agostoni P, Biondi-Zoccai GG, de Benedictis ML, Rigattieri S, Turri M, Anselmi M, et al. Radial versus femoral approach for percutaneous coronary diagnostic and interventional procedures; Systematic overview and meta-analysis of randomized trials. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:349-56. [CrossRef](#)
- Kanei Y, Kwan T, Nakra NC, Liou M, Huang Y, Vales LL, et al. Transradial cardiac catheterization: a review of access site complications. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;78:840-6.
- Sciahbasi A, Romagnoli E, Trani C, Burzotta F, Pendenza G, Tommasino A, et al. Evaluation of the “learning curve” for left and right radial approach during percutaneous coronary procedures. *Am J Cardiol* 2011;108:185-8. [CrossRef](#)
- Looi JL, Cave A, El-Jack S. Learning curve in transradial coronary angiography. *Am J Cardiol* 2011;108:1092-5. [CrossRef](#)
- Cubero JM, Lombardo J, Pedrosa C, Diaz-Bejarano D, Sanchez B, Fernandez V, et al. Radial compression guided by mean artery pressure versus standard compression with a pneumatic device (RACOMAP). *Catheter Cardiovasc Interv* 2009;73:467-72. [CrossRef](#)

10. 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(3):335-40.
11. Pancholy SB, Patel TM. Effect of duration of hemostatic compression on radial artery occlusion after transradial access. *Catheter Cardiovasc Interv* 2012;79:78-81. [CrossRef](#)
12. Barbeau GR, Arsenault F, Dugas L, Simard S, Larivière MM. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: comparison with the Allen's test in 1010 patients. *Am Heart J* 2004;147:489-93. [CrossRef](#)
13. Loh YJ, Nakao M, Tan WD, Lim CH, Tan YS, Chua YL. Factors influencing radial artery size. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2007;15:324-6. [CrossRef](#)
14. Burstein JM, Gidrewicz D, Hutchison SJ, Holmes K, Jolly S, Cantor WJ. Impact of radial artery cannulation for coronary angiography and angioplasty on radial artery function. *Am J Cardiol* 2007;99:457-9. [CrossRef](#)
15. Yonetsu T, Kakuta T, Lee T, Takayama K, Kakita K, Iwamoto T, et al. Assessment of acute injuries and chronic intimal thickening of the radial artery after transradial coronary intervention by optical coherence tomography. *Eur Heart J* 2010;31:1608-15. [CrossRef](#)
16. Mamas M, D'Souza S, Hendry C, Ali R, Iles-Smith H, Palmer K, et al. Use of the sheathless guide catheter during routine transradial percutaneous coronary intervention: a feasibility study. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;75:596-602.
17. Bernat I, Bertrand OF, Rokyta R, Kacer M, Pesek J, Koza J, et al. Efficacy and safety of transient ulnar artery compression to recanalize acute radial artery occlusion after transradial catheterization. *Am J Cardiol* 2011;107:1698-701. [CrossRef](#)
18. Hemetsberger R, Posa A, Farhan S, Hemetsberger H, Redwan B, Pavo N, et al. Drug-eluting introducer sheath prevents local peripheral complications: pre-clinical evaluation of nitric oxide-coated sheath. *JACC Cardiovasc Interv* 2011;4:98-106.
19. Park KH, Park WJ, Kim MK, Park DW, Park JH, Kim HS, et al. Effects of trimetazidine on endothelial dysfunction after sheath injury of radial artery. *Am J Cardiol* 2010;105:1723-7.
20. Candemir B, Kumbasar D, Turhan S, Kilickap M, Ozdol C, Akyurek O, et al. Facilitation of radial artery cannulation by periradial subcutaneous administration of nitroglycerin. *J Vasc Interv Radiol* 2009;20:1151-6. [CrossRef](#)
21. Hansen MA, Juhl-Olsen P, Thorn S, Frederiksen CA, Sloth E. Ultrasonography-guided radial artery catheterization is superior compared with the traditional palpation technique: a prospective, randomized, blinded, crossover study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2014;58:446-52. [CrossRef](#)
22. Gu WJ, Liu JC. Ultrasound-guided radial artery catheterization: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Intensive Care Med* 2014;40:292-3. [CrossRef](#)
23. Plante S, Cantor WJ, Goldman L, Miner S, Quesnelle A, Ganapathy A, et al. Comparison of bivalirudin versus heparin on radial artery occlusion after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;76:654-8. [CrossRef](#)
24. He GW, Yang CQ. Comparative study on calcium channel antagonists in the human radial artery: clinical implications. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;119:94-100. [CrossRef](#)
25. Coppola J, Patel T, Kwan T, Sanghvi K, Srivastava S, Shah S, et al. Nitroglycerin, nitroprusside, or both, in preventing radial artery spasm during transradial artery catheterization. *J Invasive Cardiol* 2006;18:155-8.
26. Pancholy SB, Ahmed I, Bertrand OF, Patel T. Frequency of radial artery occlusion after transradial access in patients receiving warfarin therapy and undergoing coronary angiography. *Am J Cardiol* 2014;113:211-4. [CrossRef](#)
27. Dharma S, Kedev S, Patel T, Kiemeneij F, Gilchrist IC. A novel approach to reduce radial artery occlusion after transradial catheterization: Postprocedural/prehemostasis intra-arterial nitroglycerin. *Catheter Cardiovasc Interv* 2014. [CrossRef](#)