

Derleme

A'dan Z'ye Radyal Arter Girişimine Yaklaşım

Doç.Dr. Hüsnü DEĞİRMENCİ*, Doç.Dr. Mutlu BÜYÜKLÜ*

Öz

Transradyal yaklaşım ilk kez 1989 yılında tanışal koroner anjiyografi için uygulanmıştır. Ardından geliştirilerek perkütan translüminal koroner anjiyoplasti ve stentleme gibi perkütan koroner girişim işlemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Girişimsel koroner arter işlemlerinde radyal arter kullanımı, kanama komplikasyonlarının az görülmesi, hasta konforu, hastanede yatış ve takip süresinin kısa olması ve sağlık personelinin iş yükünde azalma sağlaması nedeni ile tercih edilir hale gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Transradyal girişim, Hastanede yatış, Kanama komplikasyonu

Approach to A to Z Radial Artery Intervention

Abstract

Transradial access was first used in 1989 for diagnostic coronary angiography. With further improvements in the technique, it has gained wide popularity in percutaneous transluminal coronary angioplasty and percutaneous coronary interventions including stenting. When performed with appropriate indications, the transradial approach is a preferable technique for coronary interventions due to lower rate of bleeding complications, increased patient comfort, shorter hospital stay and follow-up period, and decreased workload.

Keywords: Transradial access, Hospital stay, Bleeding complication

*Erzincan Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Ana Bilim Dalı, Erzincan.

Yazışma Adresi: Hüsnü Değirmenci, Erzincan Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Ana Bilim Dalı, Erzincan. e-posta: husnudur1982@gmail.com

Geliş Tarihi: 17.03.2018, Revize Tarihi: 01.06.2018, Kabul Tarihi: 05.06.2018

ORCID No: HD: 0000-0003-0618-7227, MB: 0000-0002-4513-2483

Quick Response Kod:	Bu makaleye online erişim
	Website: http://www.medicalnetwork.com.tr • http://www.mnkardiyoloji.com.tr • e-posta: kardiyoloji@medicalnetwork.com.tr
	<i>Bu çalışmanın kaynak olarak gösterimi: Değirmenci H. ve Büyüklü M. A'dan Z'ye Radyal Arter Girişimine Yaklaşım. MN Kardiyoloji 2019;26(4):257-266</i>

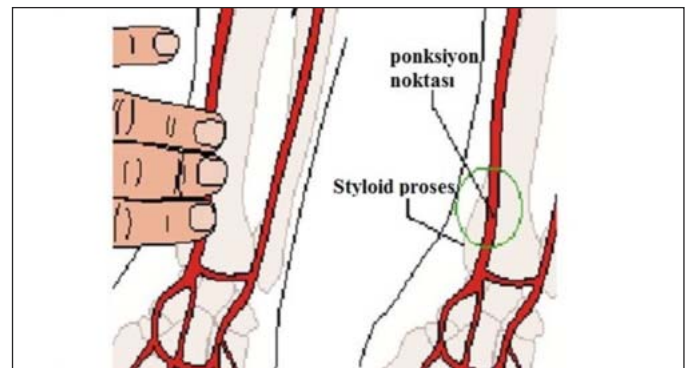
Giriş

Transradyal yaklaşım (TRY) ile tanışal koroner anjiyografiye ait ilk veriler 1989 yılında Montreal Kalp Enstitüsü'nden Lucien Campeau tarafından yayınlandı.¹ Zamanla TRY ile ilgili gelişmeler ve deneyimler artmaya başladı. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda TRY'nin femoral yaklaşıma göre kanama komplikasyonunun az olması, hastanede yatış ve takip süresinin az olması gibi üstünlükleri TRY'yi öncelikli tercih edilir hale getirmiştir.

Radyal arter anatomisi

Radyal arter (RA), brakial arterin iki uç dalından biridir (Şekil 1). Ortalama 20 cm uzunluğunda ve 1,5-3 mm çapında musküler bir arterdir. Fossa Kubiti'de kol lümen radii düzeyinde başlayarak m. brakioradialis ve ön kolun derin kasları arasında kalarak aşağı ve dış yana doğru ilerler. A. rekürans radialis, radyal arterin ilk majör dalı olup, genellikle radyal arterin ilk 1 cm'lik kısmından ayrılmaktadır. Çıkışından hemen sonra proksimale dönmekte ve ön kol ekstansör kas grubunu besleyecek şekilde dorsale giden dallara ayrılmaktadır. Dirsek

eklemindeki arteriyel anastomoza katılır. Ramus palmaris superfisiyalis bileğin hemen üzerinden çıkan damar eminentia tenarisin yüzeysel katında ya da onu oluşturan kasların arasından geçerek el ayasına girer. Süperfişiyel palmar arkı (SPA) oluşturmak için sıklıkla ulnar arter ile birleşir.² SPA parmakların ana kan desteğini sağlar ve asıl olarak ulnar arterden beslenir. Yakın komşuluğunda sinir, toplardamar gibi yapılar yoktur. Bu da işleme bağlı istenmeyen sonuçları oldukça azaltır.⁴



Şekil 1: Radyal arter ponksiyon noktasının şematize edilmesi

Transradyal için hasta seçimi

Elin ikili kan desteği vardır. Bunlar radyal ve ulnar arterler arasındaki kollaterallerden oluşan derin ve yüzeyel palmar arklardır. Böylece elin kan dolaşımını sağlayan arterlerden birinde meydana gelecek değişikliklerden elin en az etkilenmesi sağlanır. SPA parmakların ana kan desteğini sağlar ve asıl olarak ulnar arterden beslenir.

Allen testi (AT) uzun zamandan beri kullanılmakta olan basit ve kullanışlı bir yöntemdir. AT uygulamak için radyal ve ulnar arterlere kompresyon uygulanırken ele soluklaşmaya kadar egzersiz yaptırılır. El soluklaştığında ulnar arter serbest bırakılır ve elin normal rengine ulaşması için geçen süre kaydedilir. Normal bir kollateral dolaşım varlığında bu süre 7 saniye civarındadır. Bu sürenin 7 saniyeyi aşması durumunda AT pozitif kabul edilir. Literatürde AT'nin %5 yanlış negatif sonuç verdiğini bildirmektedirler.³

Modifiye allen testinde (MAT), pulse oksimetre ilk üç parmaklardan birine bağlanır. Oluşan trase izlenir. RA üzerine bası yapılarak RA akımı engellendiğinde pulse oksimetre trasesinde değişiklik olmaması kollateral akımın yeterli olduğunu gösterir. Trasenin azalması ya da kaybolması testin pozitif olduğunu gösterir. Ancak MAT hastaya ve operatöre bağlı subjektif bir testtir. Starnes ve ark.⁴ MAT'ın güvenilirliğini ölçmek amacıyla yaptıkları çalışmada MAT'ın %4-15 yanlış negatif, %50 yanlış pozitif sonuç verdiğini bildirmektedirler. MAT, Barbeau testi olarak bilinen bir testle değerlendirilir. Bu testte baş parmağı yerleştirilen pulse oksimetrede nabız dalga analizi yapılır. Bu dalga formunun 4 tipine göre ulnopalmar açıklık tespit edilir. Tip A; kompresyondan hemen sonra nabız dalga trasesinde düşme olmaması, tip B; nabız trasesinin kaybı, tip C; nabız trasesi kaybının 2 dakika içerisinde düzelmesi, tip D; nabız trasesi kaybının 2 dakika içerisinde düzelmemesi olarak tanımlanmıştır. Barbeau tip D sonuç olması, hastanın işlemi istememesi, bilateral radyal nabızın yokluğu gibi nedenler TRY için mutlak kontrendikasyondur. Tip A-C ise ulnopalmar açıklığı göstermektedir. TRY için rölatif kontrendikasyonlar ise şunlardır: RA çapının 2 mm'nin altında olması, diyaliz fistülü veya yakında diyalize girecek hastanın RA'e gereksinim duyması olarak sayılabilir.⁴

Agrifoglio ve arkadaşları preoperatif el dolaşımını değerlendirmede renkli Doppler kullanımının daha güvenilir ve objektif olduğunu belirtmektedirler.⁵

Transradyal yaklaşım tekniği

Özellikle obez bireylerde kateter manipülasyonu ko-

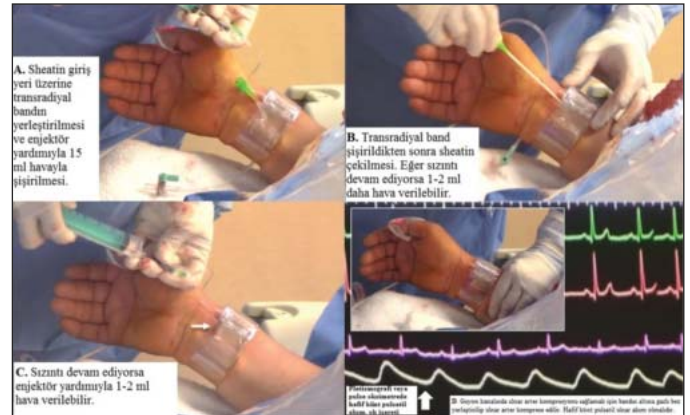
laylığı ve ekipman kullanımından dolayı pratikte TRY'yi kullanıyoruz. RA ponksiyonu yapmadan önce ağrıyı azaltmak için 1-2 mL subkütan prilokain veya lidokain enjeksiyonu yapılabileceği gibi bazı merkezlerde %2,5 lidokain ve %2,5 prilokain (Emla krem) veya 40 mg lidokain krem ve 30 mg topikal nitrogliserin dermal uygulama (PRE-DİLATE protokolü) uygulanmaktadır. Subkütan lidokain enjeksiyonunun damar içine yapılmadığından emin olunmalıdır. Çünkü bu spazmı daha da artırır. El bileği açısının yaklaşık 60 derece olması radyal arter nabızının palpasyonunu kolaylaştırır. İlave bir risk oluşturmaksızın Seldinger tekniği kullanılabilmesine rağmen ön duvarda sadece ponksiyon için modifiye seldinger tekniği ve mikroponksiyon iğnesi kullanılarak radyal stiloid çıkıntından 1-2 santimetre proksimalde RA'ya erişilir. Radyal artere erişimde 2 teknik vardır. Bunlardan birincisi anterior puncture tekniği olup, bu teknik brakiyal arter ve femoral arterde kullanılan teknik gibidir. Bu teknikte ponksiyon iğnesi ile RA'nın anterior duvarı geçildiğinde iğnenin arkasından pulsatil kan akışı olur. Bu görüldüğünde ponksiyon iğnesi sabitleştirilir ve arkasından 0,021 inch'lik kılavuz tel gönderilir. Bu girişimde giriş açısı diğer teknikten daha azdır. Diğer tekniğimiz ise counterpuncture tekniği olup, bu teknikte daha dik açıyla RA'ya girilir, pulsatil akım görüldüğünde ponksiyon iğnesi daha da ilerletilerek RA'nın posterior duvarından geçilir. Daha sonra pulsatil akım görülünceye kadar ponksiyon iğnesi nazikçe geriye doğru çekilir. Pulsatil akım görüldüğünde iğne sabitlenir ve 0,021 inch kılavuz tel gönderilir. Kılavuz teller yerleştirildikten sonra 10 cm konik hidrofilik 6Fr kılıf tel üzerinden yerleştirilir. Erişim esnasında mikroponksiyon iğnesi yüzeye 30-45 derece açıyla girmelidir. Bazı hastalarda RA zayıf palpe edilebilir. Bu durumda sublingual veya dermal nitrogliserin uygulanarak veya ponksiyon yapılacak yerin distalinde ipsilateral RA ve ulnar artere bastırarak kan akımı artırılabilir.⁶⁻⁸ Bazı merkezlerde vasküler ultrason eşliğinde RA'ya giriş sağlanmaktadır. Böylece RA palpasyonu belirgin hale gelir. RA'ya ponksiyon yapıldığında kılıfın giriş ve çıkışında rahatsızlık duyulmasını engellemek ve spazmı önlemek için konik hidrofilik bir kılıf tercih edilir. Verapamil 2,5 miligram (3-5 mg arası uygulanabilir), nitrogliserin 200 mikrogram veya her ikisi; RA erişimi sağlandıktan sonra hemen RA spazmını önlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır.⁹ Çoğu merkezde yapıldığı gibi merkezimizde kılıf yerleştirildikten hemen sonra karışım şeklinde 200 mikrogram nitrogliserin, 2,5 mg verapamil ve 5000 ünite (ideali 70 ünite/kilogram) heparinden oluşan karışımı kılıftan uyguluyoruz. Ardın-

dan 10 mL izotonikle kılıfı yıkıyoruz. Verapamil ve heparin yanma hissi yapabileceği için hasta uyarılmalıdır. Heparin radyal arter oklüzyonu riskini azaltmak için uygulanır. Ne zaman uygulanması gerektiğine dair bir görüş birliği yoktur. Çoğunlukla kateter asendan aorta ilerletildiğinde yapılması görüşü ağır basmaktadır. Hidrofilik konik kılıfların kullanımıyla bu vazodilatatörler rutin kullanılmaz. Hidrofilik kılıfların kullanılmasıyla beraber steril granülomlar, özellikle Cook Medical'in kılıflarında tanımlanmıştır.¹⁰ Daha sonra başka üreticilerin hidrofilik kılıf üretmesiyle bu endişeler ortadan kalkmıştır. Terumo girişimsel sistemlerinden Glidesheath, Merit medikal sistemlerinden Prelude kılıf, Vascular solution sistemlerinden VSI kılıf, Ostor'un Adelante kılıfı gibi hidrofilik kılıflar yaygın kullanılmakta ve tavsiye edilmektedir. 6Fr kılıflar yaygın olarak kullanılmakta ve IVUS, optik koherans tomografi, fraksiyonel akım rezervi, rotasyonel ateroskleri ve eş zamanlı 2 stentin gerekmediği bifurkasyon lezyonlarına girişimin yapılmasında yeterli olmaktadır.¹¹ Bunun yanında pek çok operatör 5Fr kateteri tanısal anjiyografi ve perkütan koroner girişim için kullanmaktadır. Sıklıkla 6Fr kateterleri iyi bir destek sağladığı için kullanıyoruz. 6Fr kateterler radyal arter spazmına neden olduğu zaman kateter çapını 5Fr'e düşüyoruz. Günümüzde radyal girişimlerde 7-8Fr kılıf önerilmemektedir. Çünkü büyük çaplı kılıflar RA oklüzyon riskini artırmaktadır. Kılavuz telimiz RA'da ilerlemediği zaman ilk aklımıza gelmesi gereken durum ya radyal arter varyasyonu ya da radyal arter spazm olduğudur. Bu durumda kılavuz tel zorlanmamalı ve radyal anjiyografi yapılarak olası spazm veya varyasyon tespit edilmelidir. Tortuoz veya keskin açılı RA'da hidrofilik kılavuz telin kullanılması kateterin ilerletilmesini kolaylaştırabilir.¹² Çok nadiren radio-ulnar loplar olabilir ki bu durumda hidrofilik kılavuz tel veya 0,014 inch koroner kılavuz tel (BMW Universal; Abbott Vascular) kullanılarak 5Fr kateterle bu looplar geçilebilir. Pek çok kıvrım ve loopun üzerinden balon destekli kateterin gönderilmesiyle geçilebilir. Hasta RA girişimi dolayısıyla ağır hissediyorsa bu durumda diğer seçeneğimiz de femoral yaklaşıma geçmektir. Yaşlı kadınlarda subklavyen kıvrım sık görülüp, bu durum koroner kanülasyonu zorlaştırabilir. Bu durumda farklı kateterlerle geçiş denebilir. Derin nefes almak, sağ subklavyen arter ve asendan aort arasındaki açıyı azaltarak asendan aorta erişimi kolaylaştırır. Eğer derin nefes almakla asendan aorta ulaşamazsa hidrofilik tel kullanılabilir. Eğer bu teknik de başarısız olursa, sol radyal girişimle direkt asendan aorta erişilebilir. Bazen arteria lusoria denilen aberan sağ

subklavyen arter olabilir ki bu durumda subklavyen arter retroözofageal seyredir.¹³⁻¹⁶ Bu konjenital anomalide sol radyal girişim veya femoral yaklaşıma geçilmelidir.

Hemostazın sağlanması

Radyal girişim, femoral girişime göre arterin daha yüzeyde seyretmesi ve daha kolay bası uygulanabilmesine bağlı, kanama komplikasyonlarının az görülmesi yönüyle üstündür. Patent hemostazis olarak bilinen antegrad radyal arter kan akımının hemostaz esnasında sürdürülmesi, radyal arter oklüzyonunu da azaltan bir protokoldür. Radyal arter oklüzyonunun önlenmesi, patent hemostaz değerlendirme çalışması olan PROPHET çalışmasında, radyal kompresyon ekipmanı ile yapılan standart kompresyon ile radyal arterde yüzeysel hemostazı sürdürmek için pletismografi eşliğinde ulnar arter kompresyonu karşılaştırılmıştır.¹⁷ Bu çalışmada 24 saatlik ve 30 günlük radyal arter oklüzyonu oranlarının belirgin azaldığı gözlenmiştir. RACOMAP çalışmasında ise pnömatik kompresyon ekipmanı ile ortalama arter basıncına dayalı kompresyon karşılaştırılmıştır.¹⁸ Bu çalışmada 15 mL hava ile pnömatik kompresyon yapılması, diğer gruba göre radyal arter oklüzyonu riskini azaltmıştır. Hemostazın aşamaları şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: Patent hemostazın ulnar arter kompresyonu ile kombine edilmesi

Patent hemostaz protokolünde ilk olarak kılıfın altına gazlı bez yerleştirilir. Kılıf 2-3 cm geri çekilir. Kılıfın üzerine, hava kesesi radyal arterin üzerine gelecek şekilde radyal pnömatik kompresyon ekipmanı yerleştirilir. Daha sonra 15 mL hava enjektörle kompresyon ekipmanından verilir. Kılıf takiben çıkarılır. Sızıntı devam ediyorsa 1-2 mL daha hava verilir. Pulse oksimetre baş parmak veya işaret parmağına takılır veya pletismografi kullanılır. Oksijen saturasyonunun düşmediği veya radyal pulsatil akım görülürse; radyal arter akımının devam ettiği, kanamanın durduğu, patent hemostaz protokolü-

nün başarıyla gerçekleştiğini söyleyebiliriz. Bununla birlikte 1 saat ulnar arter kompresyonu yapılırsa radyal arter oklüzyonu riski azalmaktadır. Tanısal radyal koroner anjiyografiden sonra kompresyon ekipmanı 30 dk sonra gevşetilirken, koroner girişimlerden 90-120 dk sonra kompresyon ekipmanı gevşetilir. 15 dakikada bir radyal arter açıklığı pulse oksimetre ile kontrol edilir.

Optimal kateter seçimi

Kateter seçimin önemi perkütan koroner girişim işlemi için yeterince destek sağlamak ve ostial koroner travmayı azaltmaktır. Koroner anjiyografide standart olarak judkins sağ ve sol kateterler kullanılır. Sağ judkins kateter ile yerleşilemezse tortuoz koronerde sağ amplatz kateter kullanılır. Sol koroner girişimde ekstra back-up veya vada sol kateter (Medtronic) femoralde kullanıldığından bir ölçü düşük olacak şekilde kullanılır.¹⁹ Sağ koroner arter girişimlerinde sağ judkins veya sağ amplatz kateter kullanılır. Judkins kateterler zayıf destek sağlamasına rağmen derin kanülasyonda etkindirler. Sağ koroner arterde sağ judkins kateterler yeterli olabilmesine rağmen inferior yerleşimli ise özellikle aort genişse multipurpose kateterler, superior çıkışlıysa sol amplatz tercih edilir. Sol koroner lezyonlarda EBU 3,5 kılavuz kateter önemli bir back up destek sağlar. Yapı olarak daha büyük hastalarda asendan aort çapı da daha büyük olduğundan daha büyük çaplı kateterler kullanılır. Baypas anjiyografisinde sağ taraflı greftler için sağ judkins veya multipurpose kateterler kullanılırken, sol taraflı greftlerde sağ judkins veya sol amplatz kateterler kullanılır.²⁰ Sol amplatz 2 kateter özellikle sirkumfleks koroner arter için iyi bir destek sağlar. Sağ radyalden sol internal mammarian arter erişimi rölâtif kontrendike olmasına rağmen yapılabilir. Ancak merkezimizde baypas greft görüntülemesinde sol radyal girişimi kullanıyoruz. Sol radyal girişimde aortokoroner greftler amplatz kateterlerle kolaylıkla bulunabilir.

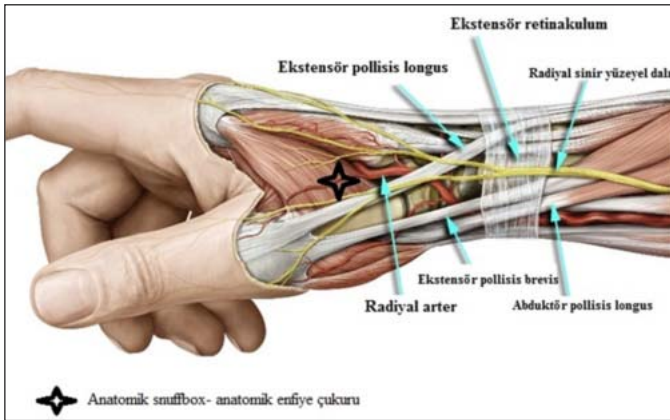
Back up desteğin iyileştirilmesi

Kateter desteğinin zayıf olmasının nedenleri arasında anormal koroner çıkış, subklavyen anatomi, geniş aorta, koroner açılma, kalsifikasyon ve kıvrım sayılabilir. Distal koroner artere uzun stent implante edilmesi gerektiğinde radyal girişimde destek açısından zorluklar ortaya çıkmaktadır. Bu durumda özellikle kalsifiye lezyonun NC balonlarla iyi predilate edilmesi veya aterektomi cihazlarının kullanılması girişimin başarılı bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Ayrıca birkaç koroner kılavuz telle telleme yapılması back-up desteğini artırır.

caktır. Ayrıca teleskopik yöntemlerden guideliner kateter (Vascular Solutions) veya guidezilla kateter (Boston Scientific Corporation) kullanılması stent yerleştirilmesi işlemini kolaylaştırmakta ve ekstra back-up destek sağlamaktadır.²¹ Guideliner kateteri ilerletmede zorluk yaşanırsa, koroner arterin distalinde balon şişirilip, kateter itilebilir. Bir başka teknik ise Wiggle telin (Abbott Vascular) distal koroner segmente ilerletilmesi ve çapa yapılmasıdır.²²

Sağ ve sol radyal girişimin femoral yaklaşımla karşılaştırılması ve avantajları

Radyal arter, femoral artere göre yüzeysel seyreder ve çevresinde sinir ve ven paketi yoktur. El, ulnar arterden de kanlandığından diseksiyon veya tromboz durumunda elin kanlanması önemli ölçüde etkilenmez. RA, yüzeyle seyrettiği için kolayca bastırılabilir ki bu durum perkütan koroner girişim sonrası hemostazın kolay sağlanması ve mortalitenin azalmasına katkı sağlar. TRY'de hastanede yatış süresi daha azdır. Erken ambulasyon hepatik embolizasyonun azalmasına bağlı sırt ağrısı insidansında azalma sağlar.²² TRY, obez hastalarda vasküler komplikasyonların daha az görülmesinde önemli rol oynar. Yaşlı hastalarda vasküler tortiosite ve ateroskleroz nedeniyle femoral yaklaşımın zor olduğu olgularda, kolaylık sağlar. Gerek majör gerekse minör kanamalar TRY'de, femoral yaklaşıma göre daha az görülür. TRY'nin, özellikle akut koroner sendromda, akut kanama olaylarının insidansını azalttığı gösterilmiştir. Koroner girişim için radyal ve femoral girişim [Radial vs. femoral (RIVAL) access for coronary intervention] çalışmasında, femoral yerine radyal girişimin kullanılması STYME hastalarının alt grubunda mortaliteyi azaltmıştır.²³ Yine kadınlarda yapılan SAFE-PCI çalışması TRY'de femoral yaklaşıma göre beklenenden daha fazla istenmeyen olaylarda azalma olduğu için erken sonlandırılmıştır.²⁴ Ancak RIVAL çalışmasında, radyal girişimin femoral girişime göre faydasının operatörlerin radyal girişimdeki ustalığına bağlı olduğunu düşündürecek şekilde, radyal girişimin yararı ile operatör deneyimi arasında bir ilişki saptanmıştır. MATRIX çalışmasında ölüm, miyokard enfarktüsü ve stroke gibi 30 günlük istenmeyen olay TRY'de femoral yaklaşıma göre anlamlı derecede daha az görülmüştür.²⁵ RIFLE-STEACS çalışmasında da RIVAL çalışmasına benzer bulgular elde edilmiştir. Kaledin ve ark'nın²⁶ yaptığı bir çalışmada anatomik snuffboxda (Şekil 3) seyreden distal radyal arterden yapılan girişimlerde standart ön kol RA'dan yapılan girişimlere göre RA oklüzyonunun daha az görüldüğü tespit edilmiştir.



Şekil 3: Anatamik snuffbox gösteriliyor.

OPERA²⁷ ve TALENT çalışmasında²⁸ sol radyal girişimin sağa göre daha az radyasyon dozuyula ilişkili olduğu bulunmuştur. TALENT çalışmasında sol radyal girişimde floroskopi zamanının daha az olduğu bildirilmiş, OPERA çalışmasında sağ ve sol radyal girişimlerin floroskopi zamanları benzer bulunmuştur. Bununla birlikte sağ subklavyen arter kıvrımının soldan daha fazla olduğu için sol radyal yaklaşım bu kanülasyon zorluğunu ortadan kaldıracaktır. Bir başka önemli durum şudur ki; koroner baypaslı hastalarda sol internal meme arterinin kanülasyonunda sağ radyal girişim rölatif kontrendikasyon oluşturmaktadır. Bu durumda sol radyal yaklaşımla bu zorluğun üstesinden gelinir. Ayrıca sol radyal yaklaşımda son zamanlarda anatomik snuffboxda seyreden distal radyal artreden girişimin yapılması hastanın sağ tarafından koroner baypas greflerinin görüntülenmesini kolaylaştıracak ve daha az radyasyon alınmasını sağlayacaktır. Sağ ve sol radyal arter girişimlerini karşılaştıran en büyük çalışma TALENT çalışması olup, sonuçlarına göre sol radi-

yal girişim özellikle küçük yapılı hastalar ve yaşlılar gibi subklavyen kıvrılma riskinin yüksek olduğu hastalarda önerilmiştir.²⁸ Radyal arter girişiminin femoral arter ile karşılaştırılması tablo 1'de gösterilmiştir.

Transradyal yaklaşımda komplikasyonlar

Transradyal yaklaşım komplikasyonları yaygın (%1'in üzerinde); nadir (%1 görülen) ve çok nadir (%1'in altında) olmak üzere üç kısımda incelenmektedir. Yaygın komplikasyonlar; RA oklüzyonu, RA spazmı ve kronik intimal hiperplazidir. Nadir görülen komplikasyonlar; RA perforasyonu, ön kol hematomu ve psödoanevrizmadır. Çok nadir görülen komplikasyonlar ise; ön kol kompartman sendromu, granülomlar/ steril abseler, el iskemisi, kateter sıkışması, RA'nın kopmasıdır.²⁹

Radyal arter spazmına yaklaşım: %10-30 oranında görülür.³⁰ Subkütan lidokainin oda sıcaklığında vücut sıcaklığından daha soğuk olması ve soğuk lidokainin simpatik sinir sistemi aktivasyonuna yol açması dolayısıyla RA spazmı sık görülür. Bundan yola çıkarak Balbay ve ark.³¹ tarafından RA spazmını azaltan ve Balbay manevrası olarak adlandırılan teknik bulunmuştur. Bu teknikle subkütan lidokain uygulandıktan sonra avuç içiyle 3 dakika RA alanı ısıtılır. Böylece subkütan lidokaine bağlı spazm olasılığı azaltılmış olur.³² RA spazmını Chough 4 sınıfta derecelendirilmiştir. Tablo 2'de radyal arter spazmının evrelemesi gösterilmiştir. Evre 1'de kateter hareketini engellemeyen spazm ve hafif ağrı vardır. Evre 1'de sadece 1 doz intra-arteryel 5 mg diltiazem/verapamil veya intravenöz 0,5 mg midazolam veya her ikisi uygulanır. Prosedürün yapılmasını engellemeyen spazm

Tablo 1: Femoral arter ve radyal arter girişimlerinin özelliklerinin karşılaştırılması

Özellik	Femoral	Radyal
Girişim yeri kanaması	Yüzde 3-4	Yüzde 0-0.6
Arter komplikasyonları	Psödoanevrizma, retroperitoneal kanama	Nadir arteryovenöz fistül, hematoma irigasyonuna bağlı ağrı, nabız kaybı
Hasta konforu	Kabul edilebilir	Çok konforlu
Ayağa kalkma	2-4 saat	Hemen
Ekstra maliyet	Kapatma ekipmanı	Bant
Prosedür zamanı	Kısa	Uzun
Sol iç meme arteri erişimi	Kolay	Sağ radyal arterden zor
Beklenen radyasyon zamanı	Kısa	Uzun
Operatör bağımlıdır		
Öğrenme eğilimi	Kısa	Uzun
Periferik vasküler hastalık, obezitede	Sorun	Sorun Değil
8 Fr üzeri kılavuz kateter kullanımı	Sorun değil	Erkeklerde 7 Fr kullanılabilir.
Kompleks koroner girişim için kateter seçimi	Her türlü kompleks girişime bu yolla müdahale edilebilir.	6,5 Fr sheathless veya 7.5 Fr sheathless iç lümen çapı 6 Fr kılavuzdan az olup, bu ekipmanla bifürkasyona çift stent konulabilir. İç lümeni geniş 6 Fr kılavuz kateterle basit bifürkasyon lezyonuna müdahale edilebilir.

Tablo 2: Radyal arter spazmının evrelendirilmesi

Evre	Tanımı
Evre 1	Hafif bir ağrı ve kateter hareketini sınırlandırmayan spazm vardır. Prosedürü engellemez. Sadece 1 kez intraarteryel 5 mg diltiazem-verapamil veya 0,5 mg intravenöz midazolam kullanılır.
Evre 2	Hafif bir ağrı ve kateter hareketini sınırlandırmayan spazm vardır. Prosedürü engellemez. Birden fazla intraarteryel 5 mg diltiazem-verapamil veya 0,5 mg intravenöz midazolam kullanılır.
Evre 3	Orta seviyeli bir ağrı ve kateter hareketini sınırlandıran bir spazm vardır. Prosedürü engeller. İki den fazla intraarteryel 5 mg diltiazem-verapamil veya 0,5 mg intravenöz midazolam kullanılır.
Evre 4	Şiddetli bir ağrı ve kateterin hareketine izin vermeyen bir spazm vardır.

vardır. Evre 2'de Evre 1'e ek olarak sadece 1'den fazla dozlarda diltiazem/verapamilin veya midazolamın aynı dozlarda uygulanmasına gereksinim vardır. Yine hafif ağrı ve kateter hareketini engellemeyen spazm vardır. Evre 3'de 2'den fazla dozlarda aynı medikasyonların uygulanmasına ihtiyaç vardır. Orta dereceli ağrı ve kateter hareketini sınırlandıran spazm vardır. Evre 4'de kateterin hareketine izin vermeyen şiddetli ağrı vardır.³⁰ RA spazmının öngördürücüleri küçük arter çapı, kadın cinsiyet ve diabetes mellitustur. RA, musküler bir arterdir ve mediya tabakasında yoğun alfa-1 adrenoreseptörler vardır. Bu durum özellikle RA'da spazmın neden çok olduğunu açıklar. Kadınlarda RA çapı küçüktür. RA spazmında anksiyete önemli bir rol oynadığı için intravenöz 25-100 mikrogram fentanil ve 1-2 mg midazolam uygulanması spazmı azaltır. İlave olarak konik hidrofilik kılıfların kullanılması, kılıf giriş-çıkışı esnasındaki rahatsızlığı azaltır.³³ Ayrıca daha önce belirttiğimiz gibi arteryel vazodilatatörlerin kullanılması spazmı azaltır. Ayrıca kılıf ve kateter boyutu RA spazmında önemlidir. Kılıf çapı / RA çapı oranı 1'in üzerinde olması artmış spazm ile ilişkilidir.³⁴ 5Fr kateter kullanılması spazm olasılığını azaltır. 5Fr Tiger kateter (Terumo Medikal Sistemler) tanışal anjiyografide hem sağ hem de sol koroner arterlerin görüntülenmesini sağlayan ve işlem süresini kısaltan spazmın daha az görülmesini sağlar. 25 cm'den uzun kılıflar kateter manipülasyonunun daha rahat yapılmasını ve spazmın daha az görülmesini sağlarlar.³⁵ Ancak 10 cm'nin altındaki kılıflarda böyle bir veri yoktur. Kompleks perkütan koroner girişim yapılacaksa sheathless kateterlerin (Sheathless Eucath, Asahi Intecc Co) kullanılması spazmı azaltır ve daha geniş iç lümen hacmi sağlar.³⁴ Ağrının azaltılması, ortam aydınlığını azaltma, sedasyo-

nun artırılması, lokal intraarteryel veya sistemik vazodilatatör kullanımıyla birkaç dakika içerisinde spazm düzelir. Ancak 1 saat içinde çözülmeyen spazmlarda aksiller sinir bloğu veya genel anestezi gerekebilir.²²

Radyal arter spazmında ne yapmalıyız?

1. Sedasyon ve analjezi: 0.5 mg midazolam ve 25 mikrogram fentanil spazmı azaltabilir. Respiratuvar hastalıklarda ve obstrüktif uyku apne sendromunda bu ilaçlara dikkat edilmelidir.

2. Evre 3-4 spazm: İşlemi 1-2 dakika durdurmak en iyi yaklaşımdır.

3. Evre 3 spazm: Kateteri küçük çaplı başka bir kateter (4Fr) ile değiştirmek önerilir.

4. Uzun ex-change tel tercih etmek: 180 cm'den kısa kılavuz teller şiddetli bir spazmda geri gelirler. Bunu engellemek ve işleme devam edebilmek için 260 santimetre 0,035/0,038 teflon veya terumo glide kılavuz tel seçilebilir.

5. Kılıf içerisinde veya intravenöz vazodilatatör uygulamak: 1-5 mg intraarteryel verapamil/diltiazem veya 100 mikrogram nitrogliserin uygulanabilir.

Radyal arter spazmına yaklaşım tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Radyal arter spazmına yaklaşımda önemli ipuçları

1. Radyal arter ponksiyonunun usulüne uygun ve mümkünse tek seferde yapılması
2. Profilaktik uygulama için vazodilatatör koktail intravenöz yapılması
3. Mümkün olan en küçük çapta kılıf kullanılması
4. Mümkün olan en küçük çapta kateter kullanılması
5. Kateter manipülasyonlarının daima kılavuz tel üzerinden yapılması
6. Gerekirse hidrofilik kaplı tellerin kullanılması
7. Mümkünse evrensel kabul görmüş kateterlerin kullanılması
8. Hasta konforu için hafif sedasyon ve analjezi yapılması

Radyal arter oklüzyonu: %3-10 oranında görülür. TRY'de intimal hiperplazi, trombüs formasyonu, diseksiyon ve enflamasyon gelişebilir. Yapılan bir çalışmada 14 aylık bir takipte RA çapının azaldığı ancak arterin vazodilatasyon özelliklerinin korunduğu belirlenmiştir.³⁶ Çoğu vakada RA oklüzyonunun ilk 1 ay içerisinde düzeldiği gözlenmiştir. RA oklüzyonunda risk faktörleri şunlardır; kadın cinsiyet, yaşlılık, diabetes mellitus ve küçük vücut yüzey alanıdır. TRY sonrası uzun süren kompresyon, büyük kılıfların kullanılması ve sistemik antikoagülasyonun yetersiz olması RA oklüzyonunun başlıca nedenlerini oluşturmaktadır. Sistemik antikoagülasyon RA oklüzyonunu engellemek için köşe taşıdır. 50-70 ünite/kilogram unfraksiyone heparin, düşük molekül ağırlıklı heparin, bivalirudin ve direkt trombin inhibitör-

leri TRY öncesi yapılabilir. Kılıfın dış çapının radyal arterin iç çapına oranı 1'den az olmalıdır. Hemostaz cihazlarının (TR band, Terumo girişimsel sistemleri, somerset, NJ, USA) kullanılmasıyla daha az RA oklüzyonu gözlenmiştir. Bernat ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada 18 cc hava doldurulmuş band ile 1 saat kadar ulnar arteri kompresyonu yapılması, RA oklüzyonunun çözülmesini sağlamıştır. Bu hastalara 5000 Ü unfraaksiyone heparin yapılmıştır. RA oklüzyonu sıklıkla asemptomatik olup, ağrı olması durumunda düşük molekül ağırlıklı heparin semptom ve bulgular azalınca kadar 2 gün verilir. Birkaç vakada balon anjiyoplasti ile RA oklüzyonu açıklığı sağlanmıştır.³⁶ Radyal arter oklüzyonuna yaklaşım tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Radyal arter oklüzyona yaklaşım

1. Farmakolojik yaklaşım. İntraarteriyel ve intravenöz unfraaksiyone heparin uygulanması bu komplikasyonda eşit ölçüde etkilidir. 5000 ünite yeterli olmasına rağmen obez hastalarda kilo başına 50 ünite uygulanması önerilir.
2. Radyal arter spazmının önlenmesi.
3. Farmakolojik olmayan yaklaşım.
 - A. Kılıf çapı radyal arter çapı oranını minimize edecek şekilde 4-5 Fr kılıf kullanmak
 - B. Ultrason eşliğinde radyal arter girişimi yapılması
 - C. Uygun hemostaz tekniğini kullanmak
 - D. Profilaktik ipsilateral ulnar arter kompresyonunu düşünmek
 - E. Transradyal band tanısız koroner anjiyografiden 30 dk sonra, girişimsel koroner prosedürlerden 90-120 dk sonra gevşetilir.
 - F. Ipsilateral ulnar arter kompresyonunun 1 saat sürdürülmesi yeterlidir.
 - G. Semptomatik radyal arter oklüzyonunda düşük molekül ağırlıklı heparin 1 ay verilir.

Ön kol hematoma ve kompartman sendromu: Mekanizması tanımlanmamış kılavuz teller neticesinde RA'nın küçük dallarında gelişen sızma tarzında perforasyonlardır. Kadın cinsiyet ve hidrofilik olmayan kılıflar risk faktörüdür. Genellikle kendini sınırlandırır ve nadiren kan transfüzyonu gerekir. Ön kol hematomları derecesine göre 5 evrede incelenir.³⁷ Çoğunlukla konservatif tedavi edilir ve nadiren kompartman sendromuna ilerler. Kompartman sendromu binde 5'den daha az görülür. Ön kol şiştiğinde bu sendromdan şüphelenilmelidir. Tedavisiz bırakılırsa doku iskemisi ve kol kaybına neden olur. Bu sendromu belirlemek için radyal nabızın devamlı kontrol edilmesi gerekir. Üst ekstremité kompartman basıncı normalde 10 mmHg'nin altında iken kompartman sendromunda 30 mmHg'nin üstüne çıkar.³⁸ Ön kolda fasia tarafından ayrılan ve çok küçük boşlukların olduğu anterior, posterior ve radyal kompartman vardır. Bu kompartmanlardan herhangi birisine kanama olursa lenfatik drenaj ve kapiller akım bozulmaya ve ön kol şiş-

meye başlar. Kompartman sendromunun en yaygın neden RA ve dallarının perforasyonuna bağlı hematoma formasyonu gelişmesidir.^{39,40} Aşırı antikoagülasyon bu sendromun oluşmasını kolaylaştırır. Bazen yoğun RA spazmına bağlı ön kol kaslarının iskemisi de bu sendroma neden olabilir. Kompartman sendromun önlenmesinde kılıfın çıkarılması ve yeterli vazodilatör uygulamak, ön kol hematomunun belirlenmesi, hematoma olan kolun elevasyonu, ağrı ve şişlik takibidir. Eğer bu önleyici müdahaleler veya takiple azalmazsa cerrahi fasiyotomi yapılır.⁴¹

Adım adım evresine göre ön kol hematoma yaklaşım³⁶

1) *Evre 1:* El bileğinin ilk 5 santimetrelilik kısmındaki yüzeysel lokal hematomlardır. Analjezi, lokal buz, elastik bandaj uygulaması yapılır.

2) *Evre 2:* El bileğinin ilk 10 santimetrelilik kısmında olabilen orta dereceli kas infiltrasyonuna neden olan hematomdur. Analjezi, lokal buz, elastik bandaj uygulaması yapılır.

3) *Evre 3:* Ön kolun tamamında hematoma vardır ve kas infiltrasyonunu içerir. Analjezi, lokal buz, elastik bandaj ve kan basıncı cuf'ı şişirilir.

4) *Evre 4:* Dirseğin üzerine uzanan hematoma ve kas infiltrasyonu vardır. Evre 3'deki gibi tedavi edilir.

5) *Evre 5:* Kompartman sendromu ve iskemik tehdit vardır. Hemen cerrahi önerilir.

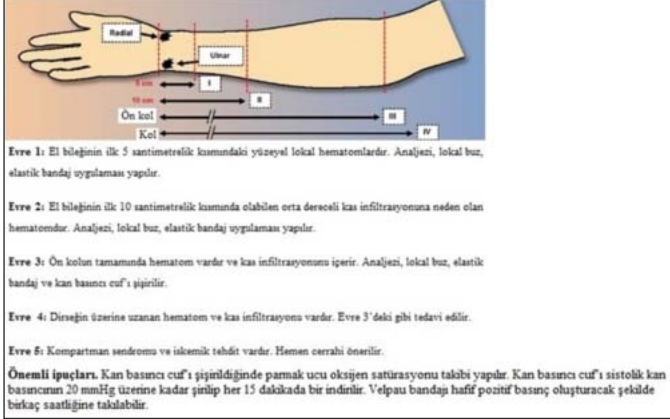
Ön kol hematoma tedavide önemli ipuçları

Kan basıncı kontrolü ve ağrı yönetimi önemlidir. Antikoagülasyon kesilir ve platelet transfüzyonu yapılabilir. Ön kol çapı takip edilir. Kan basıncı cuf'ı şişirilir. Elastik bandaj kullanılabilir. Lokal buz uygulaması yapılır. Kan basıncı cuf'ı şişirildiğinde parmak ucu oksijen saturasyonu takibi yapılır. Kan basıncı cuf'ı sistolik kan basıncının 20 mmHg üzerine kadar şişirilip, her 15 dakikada bir indirilir. Velpau bandajı hafif pozitif basınç oluşturacak şekilde birkaç saatliğine takılabilir³⁶

Ön kol hematoma evrelemesi ve tedavi yaklaşımı Şekil 4'de özetlenmiştir.

Psödoanevrizma: Bu komplikasyon %0,0003 görülür. Ön kolda, antekübital fossada veya bilekte lokalize şişlik ve ağrı vardır. Tanı fizik muayene, Doppler ultrason veya anjiyografiyle konur. RA perforasyonu veya sistemik antikoagülasyon risk faktörüdür. Yetersiz kompresyonlar psödoanevrizmaya neden olabilir. Erken belir-

lenirse sıkı kompresyonla düzelebilir. Ayrıca ultrason aracılı kompresyon, trombin enjeksiyonu veya cerrahi yapılabilir.⁴²



Şekil 4: Ön kol hematomunun evrelendirilmesi ve tedavisi gösteriliyor.

Radyal arter perforasyonu: %1 oranında görülür. Yaşlılık, hipertansiyon ve ateroskleroz varlığı önemli risk faktörleridir. Genellikle kateter manipülasyonunun aşırı yapılması veya kılavuz telin yanlış yönlendirilmesine bağlı olarak gelişir.³⁶ Damar kıvrımı ve anatomik varyasyonlar, artmış kateter manipülasyonu gerektirebilir. Şişlik ve ağrı olması durumunda RA perforasyonundan şüphelenilmelidir. Perforasyondan şüphelenildiğinde düşük volümlü anjiyografi yapılabilir. Perforasyondan şüphelenildiğinde kılıf veya kateter çıkarılmamalıdır. Antikoagülasyon protamin sülfatla bire bir olacak şekilde geri döndürülmelidir. Protamin sülfat intravenöz 100-150 cc serum fizyolojik içerisinde 30-45 dakikada gönderilmelidir. Tedavi edilmezse ön kol hematoma veya kompartman sendromu gelişebilir. RA perforasyonunda perforasyon alanı üzerine perforasyonu kapatacak şekilde uzun bir kılıf veya kateter yerleştirilebilir. Eğer kateteri göndermede zorluk yaşıyorsak ki bu en çok perforasyon alanında spazm olması veya anatomik varyasyondan dolayı olabilir. Bu durumda kateter spazmın olduğu bölgeye veya anatomik varyasyonun olduğu bölgeye takılır. Buna razor etkisi denir.³⁶ Bu durumda kılavuz telin üzerinden balon bir kısmı kateter içinde bir kısmı balonun dışında olacak şekilde hafifçe şişirilirse kateter ilerletilebilir. Bu teknikten RA spazmında ve anatomik varyasyonlarda da faydalanılabilir.⁴³

El iskemisi: Çok nadir bir komplikasyondur. Elin kanlanması vazodilatör kollaterallerden (SPA'dan olduğu için) bu komplikasyon nadirdir. Allen veya modifiye allen testiyle elin yeterli kanlanması olup olmadığı TRY öncesi değerlendirilmelidir. Bazen RA oklüzyonunun

distal embolilere yol açmasına bağlı da gelişebilir. Anormal allen testinde bile nadiren görülür. Tedavisinde sistemik antikoagülasyon önerilir. Ekstremitayı tehdit eden kritik iskemide perkütan veya cerrahi revaskülizasyon yapılır.^{36,43}

Kateter sıkışması ve kırılması: Aşırı damar kıvrımı ve aşırı kateter manipülasyonuna bağlı olarak damar boyunca herhangi bir noktada bu komplikasyon gelişebilir. Kateter parçaları el iskemisi, enfeksiyon, tromboz ve emboliye yol açabilir. Kateter manipülasyonunda deneyim ve kateterin katlandığının erken belirlenmesi bu konuyu önleyecektir. Pek çok durumda bu problem perkütan tekniklerle çözülür. Erken belirlendiğinde kateter zıt yöne döndürülerek bu problem düzeltilebilir. Bu süreçte 0,035 kılavuz tel kullanılır. Katlanmış kateteri çekmekten kaçınılmalıdır. Bazı anekdotlarda kan basıncı cuff'ı veya snare kullanılarak kateter ucunun açıldığı bildirilmiştir.³⁶

Adım adım kılıf veya kateter sıkışmasına yaklaşım^{44,45}

Adım 1: Kan basıncı ve kalp hızı tolere ettiği sürece vazodilatörleri kullanın (verapamil 2,5 ila 5 mg ve nitroglicerine 200-600 mcg). Ek sedasyon opioid / benzo-diazepin kombinasyonu şeklinde uygulanmalıdır.

Adım 2: İlk adımlar etkisiz kaldığında, bir sonraki adım 43 °C'de 15 dakikaya kadar konvektif bir hava ısıtma sistemi ile önkol ısıtma tekniklerini kullanmaktır (Warm Touch, Model WT-5300A, Covidien, Mansfield MA, ABD). Ön kolun ve kolun antekübital yüzeyi, ılık suya veya ılık suyla ısıtılmış, yaklaşık 50 °C'lik bir sıcaklıkla ısıtılmış cerrahi gazlı bezlerle kaplanabilir. Tarif edilen bir başka farmakolojik olmayan yaklaşım, manuel bir tansiyon aleti kullanılarak akış aracılı vazodilatasyondur. Bu teknikte, kan basıncı manşeti üst ön kola uygulanır ve brakial arteri tıkamak için sistolik kan basıncının 40 mmHg üzerine kadar şişirilir. Manşon 5 dakikaya kadar şişirilir ve daha sonra hızla söner. Bu sıkma ve serbest bırakma" tekniği sırasında yerel kimyasal ortamdaki iskemi ile ilgili değişiklikler güçlü bir kas gevşetme yanıtına yol açar ve radyal kılıfın veya kateterin çıkarılmasını kolaylaştırır.

Adım 3: Yukarıda belirtilen tekniklerin başarısız olması durumunda, diğer tedavi seçenekleri arasında derin sedasyon ve/veya genel anestezi yer alır; bunların her ikisinin de spazm üzerindeki nörojenik etkiyi azalttığı gösterilmiştir.

Adım 4: Bölgesel sinir bloğu ve/veya cerrahi endar-

terektomi gibi invazif teknikler, önceki basamaklara yanıt vermeyen gerçekten dirençli spazm örnekleri için son çare seçeneklerini oluşturur.

Radyal arter eversiyonu: Şiddetli RA spazmında kateterin çıkarılması gerçekten imkansızdır. Bu durum RA eversiyonuna neden olur. İntruder veya kılavuz telin yeniden yerleştirilmesi bu durumu düzeltmede oldukça yararlıdır. Şiddetli spazmda derin sedasyon, ağrı kontrolü ve vazodilatörler eversiyonun önlenmesinde önemli rol oynar. Bazen nadir vakalarda cerrahi gerekebilir.³⁶

Granülom/steril abseler: Hidrofilik kaplı kılıflara karşı gelişen reaksiyona bağlı oluşan nadir bir komplikasyondur. Cildin altındaki tabakada kılıfın hidrofilik kaplı kısmına karşı gelişen reaksiyon neticesinde enflamasyon

ve enfeksiyon gelişebilir. Ateş ve lökositoz yoksa konservatif takip edilebilirken lökositoz ve ateş varsa antibiyotik kullanılabilir veya cerrahi drenaj yapılabilir. Granülomlar psödoanevrizmayla karıştırılabilir ki buna tedavilerinin oldukça farklı olması dolayısıyla dikkat edilmelidir.³⁶

Sonuç

Transradyal yaklaşım kanama komplikasyonunun daha az olması, hastaneye yatışların daha az olması, erken mobilizasyon sağlaması gibi avantajlarıyla femoral yaklaşıma tercih edilmektedir. Bu avantajlarından dolayı TRY son zamanlarda rutin olarak kullanılan vasküler erişim yolu olmaya başlamıştır. Bundan dolayı A'dan Z'ye TRY'nin detaylarının bilinmesi önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. Cathet Cardiovasc Diagn. 1989;16:3-7.
- Snell RS. Çeviri: Marur T. Üst Ekstremiteler. Richard S. Snell. Tıp Fakültesi Öğrencileri İçin Klinik Anatomi. Nobel Tıp Kitabevi 1. Baskı, Mart 1998, Sayfa; 431-4.
- Agrifoglio M, Dainese L, Pasotti S, et al. Preoperative assessment of the radial artery for coronary artery bypass grafting: is the clinical Allen test adequate? Ann Thorac Surg. 2005;79(2):570-2.
- Ruengsakulrach P, Brooks M, Hare DL, Gordon I, Buxton BF. Preoperative assessment of hand circulation by means of Doppler ultrasonography and the modified Allen test. J Thorac Cardiovasc Surg. 2001;121:526-31.
- Starnes SL, Wolk SW, Lampman RM, et al. Noninvasive evaluation of hand circulation before radial artery harvest for coronary artery bypass grafting. J Thorac Cardiovasc Surg. 1999;117(2):261-6.
- Pancholy SB, Sanghvi KA, Patel TM. Radial artery access technique evaluation trial: randomized comparison of Seldinger versus modified Seldinger technique for arterial access for transradial catheterization. Catheter Cardiovasc Interv. 2012;80:288-291.
- Pancholy SB, Coppola J, Patel T. Subcutaneous administration of nitroglycerin to facilitate radial artery cannulation. Catheter Cardiovasc Interv. 2006;68:389-91.
- Beyer AT, Ng R, Singh A, et al. Topical nitroglycerin and lidocaine to dilate the radial artery prior to transradial cardiac catheterization: a randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial: the PRE-DILATE study. Int J Cardiol. 2013;168:2575-8.
- Rathore S, Stables RH, Pauriah M, et al. 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;3:475-83.
- Koga S, Ikeda S, Futagawa K, et al. The use of a hydrophilic-coated catheter during transradial cardiac catheterization is associated with a low incidence of radial artery spasm. Int J Cardiol. 2004;96:255-8.
- Kozak M, Adams DR, Ioffreda MD, et al. Sterile inflammation associated with transradial catheterization and hydrophilic sheaths. Catheter Cardiovasc Interv. 2003;59:207-13.
- 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;46:173-8.
- Ugletta JP, Kadir S. Arteriographic study of variant arterial anatomy of the upper extremities. Cardiovasc Intervent Radiol. 1989;12:145-8.
- Patel T, Shah S, Pancholy S. Balloon-assisted tracking of a guide catheter through difficult radial anatomy: a technical report. Catheter Cardiovasc Interv. 2013;81:E215-8.
- Cha KS, Kim MH, Kim HJ. Prevalence and clinical predictors of severe tortuosity of right subclavian artery in patients undergoing transradial coronary angiography. Am J Cardiol. 2003;92:1220-2.
- Ercan S, Unal A, Altunbas G, et al. Anxiety score as a risk factor for radial artery vasospasm during radial interventions: a pilot study. Angiology. 2014;65:67-70.
- Pancholy S, Coppola J, Patel T, et al. Prevention of radial artery occlusion-Patient Hemostasis Evaluation Trial (PROPHET Study): a randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization. Catheter Cardiovasc Interv. 2008;46:173-8.
- Cubero JM, Lombardo J, Pedrosa C, et al. Radial compression guided by mean artery pressure versus standard com-

- pression with a pneumatic device (RACOMAP). *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009;73:467-72.
19. Bertrand OF, Rao SV, Pancholy S, et al. Transradial approach for coronary angiography and interventions: results of the first international transradial practice survey. *JACC Cardiovasc Interv.* 2010;3(10):1022-31.
20. Valsecchi O, Vassileva A. Safety and feasibility of selective angiography of left internal mammary artery grafts via right transradial approach. *Indian Heart J.* 2010;62:255-7.
21. Ball WT, Sharieff W, Jolly SS, et al. Characterization of operator learning curve for transradial coronary interventions. *Circ Cardiovasc Interv.* 2011;4:336-41.
22. 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(3):489-93.
23. Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, et al. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial. *Lancet.* 2011;377:1409-20.
24. Rao SV, Hess CN, Barham B, et al. A registry-based randomized trial comparing radial and femoral approaches in women undergoing percutaneous coronary intervention: the SAFE-PCI for Women (Study of Access Site for Enhancement of PCI for Women) trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2014;7:857-67.
25. Hamon M, Pristipino C, Di Mario C, et al. Consensus document on the radial approach in percutaneous cardiovascular interventions: position paper by the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions and working groups on Acute Cardiac Care and Thrombosis of the European Society of Cardiology. *Eur Interv.* 2013;8:1242-51.
26. Kaledin A, Kochanov IN, Podmetin PS, Seletsky SS, Ardeev VN. Distal radial artery in endovascular interventions. *ResearchGate.* 2017 Aug. doi: 10.13140/RG.2.2.13406.33600.
27. Dominici M, Diletti R, Milici C. et al. Operator exposure to x-ray in left and right radial access during percutaneous coronary procedures: OPERA randomised study. *Heart.* 2013;99:480-4.
28. Sciahbasi A, Romagnoli E, Burzotta F, et al. Transradial approach (left vs right) and procedural times during percutaneous coronary procedures: TALENT study. *Am Heart J.* 2011;161(1):172-9.
29. Bhat T, Teli S, Bhat H, et al. Access-site complications and their management during transradial cardiac catheterization. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2012;10(5):627-34.
30. Chugh SK, Chugh Y, Chugh S. How to tackle complications in radial procedures: Tip and tricks. *Indian Heart J.* 2015; 67(3):275-81.
31. Costa M. Radial access in cardiac catheterization: Can we do even better? *Rev Port Cardiol.* 2017;36(6):415-6
32. Ünal S, Acar B, Yayla Ç. et al. Manual heating of the radial artery (Balbay maneuver) to facilitate radial puncture prior to transradial coronary catheterization. *Rev Port Cardiol.* 2017;36(6):409-14.
33. Abhaichand RK, Louvard Y, Gobeil JF, et al. The problem of arteria lusoria in right transradial coronary angiography and angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2001;54:196-201.
34. Hildick-Smith DJ, Walsh JT, Lowe MD, et al. Transradial coronary angiography in patients with contraindications to the femoral approach: an analysis of 500 cases. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004;61:60-6.
35. Ho HH, Jafary FH, Ong PJ. Radial artery spasm during transradial cardiac catheterization and percutaneous coronary intervention: incidence, predisposing factors, prevention, and management. *Cardiovasc Revasc Med.* 2012;13:193-5.
36. Ruiz-Salmeron RJ, Mora R, Velez-Gimon M, et al. Radial artery spasm in transradial cardiac catheterization. Assessment of factors related to its occurrence, and of its consequences during follow-up. *Rev Esp Cardiol.* 2005;58(5): 504-11.
37. Tizón-Marcos H, Bertrand OF, Rodés-Cabau J, et al. Impact of female gender and transradial coronary stenting with maximal antiplatelet therapy on bleeding and ischemic outcomes. *Am Heart J.* 2009;157:740-5.
38. Brueck M, Bandorski D, Kramer W, Wieczorek M, Höltingen R, Tillmanns H. A randomized comparison of transradial versus transfemoral approach for coronary angiography and angioplasty. *JACC Cardiovasc Interv.* 2009;2(11):1047-54.
39. Bertrand OF. Acute forearm muscle swelling post transradial catheterization and compartment syndrome: prevention is better than treatment! *Catheter Cardio Interv.* 2010;75:366-8.
40. Bertrand OF, Larose E, Rodés-Cabau J, et al. Incidence, predictors, and clinical impact of bleeding after transradial coronary stenting and maximal antiplatelet therapy. *Am Heart J.* 2009;157:164-9.
41. Lotan, Hasin, Salmoirago, et al. The radial artery: an applicable approach to complex coronary angioplasty. *J Invas Cardiol.* 1997;9:518-22.
42. Collins N, Wainstein R, Ward M, Bhagwandeem R, Dzavik V. Pseudoaneurysm after transradial cardiac catheterization: case series and review of the literature. *Catheter Cardio Interv.* 2012;80:283-7.
43. Pyne C, Mann T. Overcoming anatomic challenges to transradial access. *Cardiac Interv Today.* 2010;4:38-40.
44. Zencirci E, Değirmencioglu A. Catheter entrapment due to severe radial artery spasm during transradial approach. *Cardiol J.* 2016;23:324-32.
45. Goldsmit A, Kiemeneij F, Gilchrist IC, et al. Radial artery spasm associated with transradial cardiovascular procedures: Results from the RAS registry. *Cathet Cardiovasc Interv.* 2014; 83:E32-6.