

Tanısal ve tedavi edici girişimsel koroner arter işlemlerinde radyal arter kullanımının yeri

Transradial approach in diagnostic and therapeutic interventional coronary artery procedures

Dr. Gülten Taçoy, Dr. Timur Timurkaynak

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Ankara

Transradyal yaklaşım ilk kez 1989 yılında tanısal 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 nedeniyle tercih edilir hale gelmiştir.

Anahtar sözcükler: Anjiyoplasti, translüminal, perkütan koroner yöntem; koroner anjiyografi; femoral arter; kalp kateterizasyonu; radial arter.

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, 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.

Key words: Angioplasty, transluminal, percutaneous coronary methods; coronary angiography; femoral artery; heart catheterization; radial artery.

Radyal arter girişimsel koroner arter işlemlerinde ilk kez 1989 yılında kullanılmış ve çok sayıda avantajı sayesinde günümüzde daha sık olarak tercih edilir hale gelmiştir.^[1-4]

Radyal arter kullanımında tarihsel gelişim

Yaklaşık 20 yıllık bir süreçte radyal arter kullanım sıklığı sürekli bir artış göstermiştir. Transradyal işlem uygulamasının başlangıç dönemlerinde mümkün olduğunca akut miyokart enfarktüsü hastalarından uzak durulmaya çalışılmıştır. Fakat, son yapılan çalışmalarda, radyal yol kullanılarak primer perkütan koroner girişim (PKG) uygulamanın güvenli olduğu ve başarılı sonuçlar sağladığı gösterilmiştir.^[5-9] Yoğun antikoagülan tedavilerin uygulandığı olgularda yapılan incelemelerde de radyal yaklaşımın güvenli olduğu saptanmıştır.^[10,11] Ayrıca, akut koroner sendromla başvuran hastalara, günümüz kılavuzları doğrultusunda çok sayıda agresif antikoagülan tedavi uygulanmakta olup, erken dönem-

de femoral yol kullanılarak uygulanan girişimsel işlemlerde artmış oranda kanama komplikasyonu ile karşılaşılabilir (femoral yol ve glikoprotein IIb/IIIa inhibitörü kullanımı ile %7 kanama riski). Bu hasta gruplarında radyal yolun kullanımı ile kanama komplikasyonu düşürülerek, hastaların tedavi sonrası taburculuklarını geciktiren durum da ortadan kalkabilir.^[10,12,13]

Transradyal yaklaşımla, korumasız sol ana koroner arter lezyonlarına, kronik tam tıkalı koroner arterlere, renal, serebral arter ve safen baypas greftlere ait girişimsel işlemlerin güvenle ve başarı ile uygulanabileceğini gösteren çok sayıda çalışma vardır.^[14-17]

Ayrıca, teknolojik gelişmeler sayesinde düşük profil balonlar ve stentler geliştirilmiştir ve bunlar uygulamada kolaylık sağlamaktadır. Gerekli olduğunda, seçilmiş olgularda, özellikle erkek hastalarda radyal arter girişi 6F ya da 7F kateter kullanımıyla da gerçekleştirilebilmektedir.^[18,19]

Geliş tarihi: 29.05.2009 Kabul tarihi: 28.08.2009

Yazışma adresi: Dr. Gülten Taçoy, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, 06500 Beşevler, Ankara.
Tel: 0312 - 202 56 23 e-posta: gtacoy@gmail.com

Radyal arter ve kullanım özellikleri

Radyal arterin yüzeysel seyri, yakın komşulukta sinir, ven gibi yapıların bulunmaması nedeniyle girişim yeri komplikasyonlarının daha az ortaya çıkması, radyal arter kullanımının en önemli avantajlarındanıdır.^[20] Bununla birlikte, radyal arter kullanımı öncesinde palmar damar yapısının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla en sık Allen testi kullanılmaktadır. İskemik Allen testi, radyal ve ulnar arterlere uygulanan basının kaldırılması sonrasında elde kan akımının olmaması ve sadece ulnar arterden sağlanması durumudur; bu durumda dahi radyal arterin güvenle kullanılabileceği belirtilmektedir.^[18] İskemik Allen testinden sıklıkla birkaç dakika sonra, kollateral akımdaki gecikmeye bağlı olarak normal duruma dönüşmektedir. Radyal ve ulnar arter basısı sırasında nabız oksimetre probunun yerleştirilmesi, tek başına Allen testi uygulanan hastalarda %14 oranında anormal sonuç vermekle birlikte, kapiller yeniden doluş ve reaktif hiperemi açısından ek bilgi sağlamaktadır.^[21]

Radyal girişim eğitimi, daha uzun süre gerektirmektedir.^[22] Ülkemizle ilgili bir çalışma olarak, Yiğit ve ark.^[23] tanısal koroner anjiyografi uygulanan 180 hastada femoral ve radyal yol kullanımını kıyaslamışlar; radyal arter kullanılan kişilerde işlem süresi ve ilişkili olarak alınan radyasyon ve kullanılan kontrast madde miktarını daha fazla, işlem başarısını da daha düşük bulmuşlardır. Ülke çapında yapılmış bu ilk randomize çalışmada Batı ülkelerine göre farklı sonuçlar elde edilmesinin, girişimsel işlemler için femoral yolun geleneksel yaklaşım olarak kabul görmesinden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Geçici kalp pili ya da intraaortik balon pompası yerleştirilmesi ya da 8F kateter gerektiren işlemler radyal yolla uygulanamamaktadır. Diğer dezavantajları ise, ince çaplı damara müdahale edilmesi, arter anomalilerinin sık gözlenmesi, spazma yatkınlık ve koroner kanülasyon açısından daha fazla zorlukla karşılaşılmasıdır.^[24,25] Yoo ve ark.^[26] Allen testi normal 275 hastada uygulanan 1191 transradyal koroner girişimsel işlemi incelemişler ve radyal arter çapını işlem öncesi belirlemenin, uygun kılıf ve kateter kullanımı açısından önem taşıdığını; büyük çaplı kılıf kullanımında tıkanma riskinin artacağını; bu riskin yaştan bağımsız olarak PKG'lerde daha çok izlendiğini; arter dallanma anomalilerinin ise işlem süresinde anlamlı uzamaya neden olmadığını göstermişlerdir. Spazma yatkınlık nedeniyle, radyal artere ponksiyon sonrasında damar kasılmasını (vazospazm) önleyen kokteyl ajanlar verilmesi gerekir. Girişim yeri başa-

rısızlığında girişimcinin deneyimi çok büyük önem taşımaktadır. Louvard ve ark.^[27] başarısızlık oranlarını ilk 100 olguda %10, 500 olguda %3-4, 1000 olguya ulaşıldığında ise %1'in altında bulmuşlardır. Radyal yolun tercih edilmemesi gereken durumlar, hemodiyaliz için arteriyovenöz fistül varlığı, yaşlı kadın hastalarda zayıf radyal nabız alınması, proksimal damarlarda bilinen patoloji varlığı ve geniş lümenli kateter ihtiyacıdır.

Radyal arter kullanımında uygulama tekniği

Radyal yol ile uygulanan tedavi edici girişimsel işlemlerde, 6F kateter kullanımıyla, 5F kateterlere benzer başarı oranları sağlandığı gözlenmiş^[28] olmakla birlikte, ince çaplı kateterlerin seçilmesi işlem sonrası nabız kayıplarında belirgin azalma sağlamaktadır. Ancak, 5F kateter açısından en önemli sorun yeterli destek (back-up) sağlayamamasıdır. İkari ve ark.^[29] *in vitro* oluşturulan arter modelinde kılavuz kateterlerin destek gücünü değerlendirmişler, geniş çaplı kateterlerin en fazla güce sahip olduğunu, sol Judkins kateterin transfemoral yolda, radyale göre %60, EBU ve XB kateterin ise transfemoral uygulamada %8 daha fazla güç taşıdığını, İkari kılavuz kateterin ise her iki girişim yolunda aynı etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Destek gücünde kateter çapı, aortun açısı ve temas alanının en önemli belirleyiciler olduğu saptanmıştır.^[29] Ancak, düzgün kanülasyon sağlandığı takdirde, radyal yol ile PKG işlemleri başarı ve güvenle uygulanabilir. Solunum hareketleri özellikle sağ koronere yansiyebileceği için, işlem sırasında operatörün hastadan nefesini tutmasını istemesi kanülasyonu kolaylaştırabilir. Özellikle innominat-subklavyen arterdeki kıvrımlar kılavuz kateterin yerleşmesinde zorluklara neden olabilir. Mamaryan arterdeki safen greft lezyonunda, sağ koroner arterin soldan çıktığı koroner anomali varlığında olduğu gibi, bazı özel durumlarda ise radyal yolun femoral yola önemli üstünlükleri vardır. Sağ radyal arter yaklaşımında, ekstra destek özellikle sol ön inen arter ve sirkumfleks arter lezyonlarına girişimde önemlidir. Sol Amplatz 2 özellikle sirkumfleks arter için iyi destek verir. Standart kullanımda olan Judkins kateterler ise zayıf destek sağlarken, derin kanülasyon açısından iyidirler. Sağ koroner yerleşimlerinde Judkins kateterler genellikle yeterli sonucu sağlamakla birlikte, inferiyor yerleşim durumunda, özellikle aort geniş ise, çokamaçlı kateterler, süperiyor çıkışta ise AL tercih edilmelidir.^[30] Baypas greftleri için sağ Judkins, çokamaçlı ya da Amplatz kateterler kullanılabilir ya da radyal girişim için özel geliştirilmiş kateterler kullanılabilir. Sol radyal arter girişiminde aortokoro-

ner greftler sol Amplatz kateterler ile kolaylıkla bulunabilir.^[31] Doğru kateter ve kavis seçiminde operatör, sol radyal girişimin femorale çok benzediğini akla getirmelidir. Sağ radyal girişimlerde ise, özellikle hipertansif ve ileri yaştaki hastalarda aort uzamasına bağlı olarak, kateter kavisinin değişmesi gerekeceği akıldan tutulmalıdır.^[30]

Radyal arter kullanımının avantajları ve dezavantajları

Klinik ve işlemsel son noktaların meta-analizle karşılaştırıldığı Agostoni ve ark.nın^[3] çalışmasında 22 çalışma değerlendirilmiş ve koroner girişimsel işlemlerde, transradyal girişimin transfemoral yaklaşıma güvenli bir seçenek olduğu gözlenmiştir. Analiz oldukça heterojen grupları içermekle birlikte, ortalama işlem süresi transradyal grupta 35 dk, transfemoral grupta 33.8 dk, floroskopi süresi ise femoralde 7.8 dk, radyalde 8.9 dk bulunmuştur. İşleme ilgili başarısızlık oranlarına bakıldığında, özellikle OCTO-PLUS çalışmasındaki hastaların 80 yaş üzerinde olması nedeniyle başarısızlık oranları femoralde %9.3, radyalde %10.6 bulunurken, OCTO-PLUS çalışması değerlendirme dışında bırakıldığında radyal başarısızlık %1.9, femoral başarısızlık ise %0.7 olarak gözlenmiştir. Girişim yerine ait komplikasyonlar radyalde sadece üç olguda izlenirken, femoralde komplikasyon oranı %2.8 bulunmuştur.^[3] Radyal artere ulaşım da başarısızlık söz konusuysa, transulnar yol tercih edilebilir. Lanspa ve ark.^[32] radyal yol ile ulaşılabilen 12 hastada, el anjiyogramı sonrasında, standart transradyal girişim kitini kullanarak aynı taraf ulnar arter ile kardiyak kateterizasyonu başarı ile gerçekleştirmişlerdir. Radyal arterin yedi hastada açık olmasına rağmen, geçici damar kasılması nedeniyle kanülasyona izin vermediğini gözlemişlerdir.^[32] Aptecar ve ark.^[33] PCVI-CUBA çalışmasında, ulnar girişimin radyal yaklaşım kadar başarılı sonuçlar sağladığını, komplikasyonlar açısından fark olmadığını ve baypas grefti olarak radyal arterin çok daha fazla tercih edildiği günümüzde, radyal arterin ameliyat için saklanması daha uygun olacağını, ulnar arter kullanımının istenen yararı sağlayacağını belirtmişlerdir. Başarısız radyal girişim sonrasında ulnar arteri kullanma, bölge temizliği için zaman kaybını, fazla malzeme kullanımını engellemektedir. Ayrıca, ulnar yaklaşım, radyal yaklaşım gibidir. Fakat, femoral bölgeye geçildiğinde, farklı kateter, kılıf kullanımı gerekecektir. Günümüzde transulnar yaklaşım, çeşitli anatomik varyasyonlar ve yaklaşımla ilgili verilerin yetersiz olması nedeniyle rutin olarak önerilmemektedir.

Mann ve ark.^[34] transradyal yol ile, girişim bölgesinde kapama cihazlarının kullanıldığı transfemoral yolun karşılaştırıldığı 218 hastada, transfemoral yol ile stent yerleştirilen hastalarda işlem maliyetinin ve komplikasyon oranının daha yüksek, hastanede kalış süresinin daha uzun olduğunu göstermişlerdir. Femoral yolda kapama cihazlarının kullanılması dahi, giriş yeri komplikasyonlarının az gözleendiği radyal yola üstünlük sağlayamamış ve beklendiği üzere maliyet belirgin olarak yükselmiştir.

Genel yaklaşım olarak, tanısal koroner işlemler yatış gerektirmeden poliklinik düzeyinde gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, PKG uygulanan hastaların en az bir gece gözetim altında tutulması tercih edilen yaklaşımdır. Bunun nedeni, hedef damarda %2-25 oranında gözlenen subakut tıkanmanın, özellikle en çok işlem sonrası ilk 4-6 saatte ortaya çıkmasıdır.^[35-38] OUTCLASS çalışmasında, transradyal ya da transfemoral yolla PKG uygulanan hastalar aynı gün taburcu edilmiştir.^[39] Majör kardiyak olay sadece bir hastada (%0.3) ortaya çıkmış ve kanama açısından radyal yolun kullanımının daha uygun olduğu gözlenmiştir.

Radyasyon. Girişimsel işlemler için radyal arter kullanımında, girişimsel kardiyologlar tarafından özellikle önem taşıyan bir diğer nokta ise işleme ilgili olarak ne kadar radyasyona maruz kalındığıdır. Brasselet ve ark.^[40] dört kardiyolog tarafından uygulanan 420 tanısal (koroner anjiyografi) ve tedavi edici (PKG) girişimsel işlemi hekimlerin dozimetrisini kullanarak radyasyona maruz kalma açısından değerlendirmişlerdir. Radyal arter kullanımında femoral artere göre anlamlı radyasyon etkisi gözlenmiştir. Radyasyon serptisi koroner anjiyografi için radyal ve femoral arter kullanımında sırasıyla 29 μ Sv (dağılım 1-195) ve 13 μ Sv (dağılım 1-164) ($p<0.0001$); PKG işleminde ise sırasıyla 69.5 μ Sv (dağılım 4-531) ve 41 μ Sv (2-360) ($p=0.018$) ölçülmüştür. Ayrıca, floroskopi ve işlem süresi de radyal yolda belirgin derecede uzamıştır.^[40] Bu nedenle, spesifik koruyucu önlemlere rağmen, doz yüksekliği kullanımı sınırlayacak en önemli faktör gibi görünmektedir.

Radyal arterde işlem sonrası değişiklikler. Transradyal kateterizasyon sonrasında arter yapısında anatomik ve fizyolojik değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, çoklu sayıda girişim uygulanmış radyal arterlerin baypas ameliyatında greft olarak kullanılması ile ilişkili çekinceler vardır. Madssen ve ark.^[41] sağ radyal yol ile koroner anjiyografi uygulanan 30 hastanın radyal arterini işlem den 10-14 ay sonra ultrasonografi ile incelemişler, sağ radyal arter çapında sola göre anlamlı kısal-

ma gözlemişler; ancak, damar genişlemesi yanıtının değişmediğini saptamışlardır. İntimal hiperplazi ve segmental hasarlanma şeklinde ortaya çıkan yapısal değişiklik nedeniyle, radyal arterin hem yapısal hem de damar genişleme özelliklerinin ultrasonografik olarak değerlendirilmesi, baypas ameliyatı sonrasında greft açıklığının belirleyicisi olarak önerilmektedir.^[41] Doğan ve ark.^[42] 16 hastanın radyal arter yapısını bilgisayarlı tomografi anjiyografi ile değerlendirmişler, radyal arterin anatomik özellikleri ve eldeki dolaşım hakkında ayrıntılı bilgi vermesinden dolayı, özellikle koroner arter baypas ameliyatları öncesinde bu yöntemin önemini vurgulamışlardır.

Radyal arter kullanımı ile ilişkili komplikasyonlar

Girişim yeri ile ilişkili en sık gözlenen komplikasyon damar kasılmasıdır ve %10-25 oranında karşılaşılmaktadır.^[43,44] Genel olarak damar çapı ile ters, işlem süresi ile doğru orantılı olarak risk artar. Hidrofilik kılıf, damar kasılmasını giderici ilaçların kullanımı ve işlem sırasında kateter ve kılavuz telin dikkatli ve nazik ilerletilmesi ile bu sorun çözülebilir.^[18] Radyal arter, özellikle alfa-1 adrenoreseptörler açısından zengin musküler arterdir; damar kasılması en sık olarak kılıfın ya da kateterin yerleştirilmesi sırasında ortaya çıkmaktadır. Verapamil ve nitrogliserin etkili ajanlardır.^[45] Chen ve ark.^[46] radyal girişim uygulanan 133 hastada heparin, heparin-nitrogliserin ve heparin-nitrogliserin-verapamil kombinasyonu verilmesinin damar kasılması üzerine etkisini değerlendirmişler ve 100 µgr nitrogliserin ve 3000 Ü heparinin intraarteryel uygulanmasının en etkili yol olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum özellikle verapamil kullanımının sakınca doğurabileceği, sol ventrikül disfonksiyonu olan ve bradikardik hastalarda önem taşımaktadır.^[46] Byrne ve ark.^[47] magnezyum ve verapamil etkinliğini radyal girişim yapılan 86 olguda karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada, 150 mgr magnezyumun 1 mgr verapamilden daha etkili olduğu, hatta verapamil ile ortaya çıkan istenmeyen hemodinamik etkilerin magnezyum ile gelişmediği görülmüştür. Coppola ve ark.^[48] radyal arter aracılığı ile koroner girişim uyguladıkları 379 hastanın 44'ünde damar kasılması gözlemişler; bu durumun cinsiyet, diyabet varlığı, vücut yüzey alanı, sigara öyküsünden bağımsız olduğunu ve en önemli etkenlerin ise radyal arter çapı/genişlik indeksi ve kılıf çapı/radyal arter çapı indeksi olduğunu belirlemişlerdir. Dolaşımdaki katekolamin düzeyi kasılma gelişiminde büyük rol oynadığı için, lokal anestezi ve anksiyete kontrolü için yeterli sedasyon uygulanması önleyici tedbirlerdendir. Damar kasılmasını önlemeye

yönelik hidrofilik kaplı kılıf kullanımına bağlı olarak %1-6 oranlarında steril enflamasyon gelişebileceği bildirilmiştir.^[49,50]

İşlem sonrasında kontralateral palmar akımın yetersiz olduğu hastalarda radyal arterde tam tıkanma, radyal yolun standart olarak kullanımından kaçınılmasına neden olan bir komplikasyon olmakla birlikte, özellikle küçük çaplı kateter kullanımı, intraarteryel heparin uygulaması, işlem sonrasında kılıfın hemen çekilmesi ve tıkanmaya neden olan bant uygulamasından kaçınılması durumunda oldukça nadir (<%1) gözlenmektedir. Ayrıca, tıkanma gelişse dahi, kollateral gelişimi ile iskemi oluşumu genellikle önlenir.^[18,51] İşlem sonrasında radyal arterde intimal hiperplazi ortaya çıkabilir; fakat, bu durum hafif düzeyde kalır ve damar genişlemesi yanıtında bozulmuşluğa neden olmaz. Edmundson ve Mann^[52] radyal girişim uygulanan 30 hastada işlem sonrası hasarlanmayı intravasküler ultrason ile değerlendirmişler ve kılıf yerleştirilen bölge ile ilişkili sorun olarak segmental hasarlanmayı göstermişlerdir.

Lund ve ark.^[53] radyal arter kullanımına bağlı olarak femoral girişime göre %15 oranında daha fazla subklinik serebral mikroemboli gelişebileceğini manyetik rezonans görüntüleme ile göstermişlerdir. Girişim bölgesinde hematoma %1 oranında gözlenir ve sıklıkla küçük yan daldaki delinmeye bağlı ortaya çıkar.^[54] Devamlı kanama kompartman sendromuna neden olabileceği için, bu durumun erken tanınması büyük önem taşır.

Akut koroner sendromda radyal arter kullanımı

Tanısal ve tedavi edici girişimsel koroner arter işlemlerinde radyal arter kullanımı son zamanlarda artan oranlarda tercih edilmektedir. Transradyal yaklaşımın nispeten az kullanıldığı akut koroner sendromlu olgularda da başarılı sonuçlar bildirilmiştir. AGGRASTENT çalışmasında, ST yükselmeli miyokart enfarktüsü ile başvuran, glikoprotein IIb/IIIa inhibitörü (tirofiban) altında transradyal arter yolu ile primer PKG uygulanan ve erken dönemde (ilk 4 gün içinde) taburcu edilen hastalarda, majör kardiyak ve serebral olay oluşmadığı, bir yıllık olaysız sağkalımın %91 olduğu bildirilmiştir.^[55] ST yükselmesi olmayan akut miyokart enfarktüsü hastalarında girişimsel ve konservatif yaklaşımın değerlendirildiği PRESTO-ACS vasküler altgrup çalışmasında, femoral yol ile kıyaslandığında, radyal arter yolu ile PKG uygulanan hastalarda daha yoğun antiplatelet tedavi uygulandığı ve uzun süreli prognozun daha iyi olduğu gözlenmiş-

tir.^[56] Kullanılan girişim yolunun prognozu etkilediği ilk kez bu çalışmada gösterilmiş; bu durum, akut koroner sendrom seyrinde kötü prognostik faktör olarak kabul gören kanama komplikasyonunun radyal yol kullanımında azalmasına bağlanmıştır.^[56] Ayrıca kanama riskinin azalmış olması ile ilişkili olarak, bu gruptaki hastalarda glikoprotein IIb/IIIa inhibitörü daha fazla kullanılmıştır.^[56]

Sonuç

Birçok çalışmada, korumasız sol ana koroner lezyonlarına, kronik tam tıkalı koroner arterlere, renal, serebral ve safen baypas greftlere radyal arter kullanılarak uygulanan tanısal ve tedavi edici girişimsel işlemler güvenle ve başarı ile gerçekleştirilmiştir.^[14-17] Girişimsel işlemlerde radyal arter kullanımının, girişim yeri ve kanama komplikasyonlarının az görülmesi, hasta konforu, hastanede yatış ve takip sürelerinin kısa olması, akut koroner sendromlarda güvenli olması gibi avantajları vardır. Olgu sayısı arttıkça işlem başarısı artmakta, komplikasyon oranları belirgin derecede azalmaktadır. Bu avantajları nedeniyle de radyal girişim daha fazla tercih edilerek rutin kullanıma girmelidir.

KAYNAKLAR

1. Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1989;16:3-7.
2. Kiemeneij F, Laarman GJ. Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993;30:173-8.
3. 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.
4. Amoroso G, Sarti M, Bellucci R, Puma FL, D'Alessandro S, Limbruno U, et al. Clinical and procedural predictors of nurse workload during and after invasive coronary procedures: the potential benefit of a systematic radial access. *Eur J Cardiovasc Nurs* 2005;4:234-41.
5. Ziakas A, Klinke P, Mildenerger R, Fretz E, Williams M, Della Siega A, et al. Comparison of the radial and the femoral approaches in percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2003;91:598-600.
6. Saito S, Tanaka S, Hiroe Y, Miyashita Y, Takahashi S, Tanaka K, et al. Comparative study on transradial approach vs. transfemoral approach in primary stent implantation for patients with acute myocardial infarction: results of the test for myocardial infarction by prospective unicenter randomization for access sites (TEMPURA) trial. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;59:26-33.
7. Valsecchi O, Musumeci G, Vassileva A, Tespili M, Guagliumi G, Gavazzi A, et al. Safety, feasibility and efficacy of transradial primary angioplasty in patients with acute myocardial infarction. *Ital Heart J* 2003;4:329-34.
8. Louvard Y, Ludwig J, Lefèvre T, Schmeisser A, Brück M, Scheinert D, et al. Transradial approach for coronary angioplasty in the setting of acute myocardial infarction: a dual-center registry. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002;55:206-11.
9. Kumbasar D, Ongun A, Akyürek Ö, Atmaca Y, Pamir G, Oral D ve ark. Radyal arter yoluyla primer PTCA yapılan iki olgu. *MN Kardiyoloji* 2005;12:424-6.
10. Choussat R, Black A, Bossi I, Fajadet J, Marco J. Vascular complications and clinical outcome after coronary angioplasty with platelet IIb/IIIa receptor blockade. Comparison of transradial vs transfemoral arterial access. *Eur Heart J* 2000;21:662-7.
11. Hildick-Smith DJ, Walsh JT, Lowe MD, Petch MC. Coronary angiography in the fully anticoagulated patient: the transradial route is successful and safe. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;58:8-10.
12. Philippe F, Larrazet F, Meziane T, Dibie A. Comparison of transradial vs. transfemoral approach in the treatment of acute myocardial infarction with primary angioplasty and abciximab. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004;61:67-73.
13. Kandzari DE, Tchong JE, Cohen DJ, Bakhai A, Grines CL, Cox DA, et al. Feasibility and implications of an early discharge strategy after percutaneous intervention with abciximab in acute myocardial infarction (the CADILLAC Trial). *Am J Cardiol* 2003;92:779-84.
14. Kim JY, Lee SH, Choe HM, Yoo BS, Yoon J, Choe KH. The feasibility of percutaneous transradial coronary intervention for chronic total occlusion. *Yonsei Med J* 2006;47:680-7.
15. Shiraishi J, Higaki Y, Oguni A, Inoue M, Tatsumi T, Azuma A, et al. Transradial renal artery angioplasty and stenting in a patient with Leriche syndrome. *Int Heart J* 2005;46:557-62.
16. Wu CJ, Hung WC, Chen SM, Yang CH, Chen CJ, Cheng CI, et al. Feasibility and safety of transradial artery approach for selective cerebral angiography. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005;66:21-6.
17. Ziakas A, Klinke P, Mildenerger R, Fretz E, Williams M, Della Siega A, et al. A comparison of the radial and the femoral approach in vein graft PCI. A retrospective study. *Int J Cardiovasc Intervent* 2005;7:93-6.
18. Amoroso G, Laarman GJ, Kiemeneij F. Overview of the transradial approach in percutaneous coronary intervention. *J Cardiovasc Med* 2007;8:230-7.
19. Banks M, Patterson M, Kiemeneij F. Symbiot stent delivery via 8 Fr guiding catheter from the right radial artery in an acute coronary syndrome due to a degenerating saphenous vein graft: a strategy for reducing access site complications. *J Invasive Cardiol* 2005;17:96-7.

20. Rihal CS, Holmes DR Jr. Transradial cardiac catheterization: is femoral access obsolete? *Am Heart J* 1999; 138:392-3.
21. Hovagim AR, Katz RI, Poppers PJ. Pulse oximetry for evaluation of radial and ulnar arterial blood flow. *J Cardiothorac Anesth* 1989;3:27-30.
22. Kiemeneij F, Laarman GJ, Odekerken D, Slagboom T, van der Wieken R. A randomized comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty by the radial, brachial and femoral approaches: the access study. *J Am Coll Cardiol* 1997;29:1269-75.
23. Yiğit F, Sezgin AT, Erol T, Demircan S, Tekin G, Katırcıbaşı T, et al. An experience on radial versus femoral approach for diagnostic coronary angiography in Turkey. *Anadolu Kardiyol Derg* 2006;6:229-34.
24. Lefevre T, Louvrad Y. Description and management of difficult anatomy encountered during transradial intervention. In: Hamon M, McFadden E, editors. *Transradial approach for cardiovascular interventions*. Carpiquet: Europa Stethoscope Media; 2003. p. 241-54.
25. 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.
26. 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;101:421-7.
27. Louvard Y, Pezzano M, Scheers L, Koukoui F, Marien C, Benaim R, et al. Coronary angiography by a radial artery approach: feasibility, learning curve. One operator's experience. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1998;91:209-15. [Abstract]
28. Dahm JB, Vogelgesang D, Hummel A, Staudt A, Völzke H, Felix SB. A randomized trial of 5 vs. 6 French transradial percutaneous coronary interventions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002;57:172-6.
29. Ikari Y, Nagaoka M, Kim JY, Morino Y, Tanabe T. The physics of guiding catheters for the left coronary artery in transfemoral and transradial interventions. *J Invasive Cardiol* 2005;17:636-41.
30. Burzotta F, Hamon M, Trani C, Kiemeneij F. Direct coronary stenting by transradial approach: rationale and technical issues. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004; 63:215-9.
31. Sanmartin M, Cuevas D, Moxica J, Valdes M, Esparza J, Baz JA, et al. Transradial cardiac catheterization in patients with coronary bypass grafts: feasibility analysis and comparison with transfemoral approach. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006;67:580-4.
32. Lanspa TJ, Williams MA, Heirigs RL. Effectiveness of ulnar artery catheterization after failed attempt to cannulate a radial artery. *Am J Cardiol* 2005;95:1529-30.
33. Aptekar E, Pernes JM, Chabane-Chaouch M, Bussy N, Catarino G, Shahmir A, et al. Transulnar versus transradial artery approach for coronary angioplasty: the PCVI-CUBA study. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006; 67:711-20.
34. Mann T, Cowper PA, Peterson ED, Cubeddu G, Bowen J, Giron L, et al. Transradial coronary stenting: comparison with femoral access closed with an arterial suture device. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000;49:150-6.
35. Cowley MJ, Dorros G, Kelsey SF, Van Raden M, Detre KM. Acute coronary events associated with percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1984;53:12C-16C.
36. Detre KM, Holmes DR Jr, Holubkov R, Cowley MJ, Bourassa MG, Faxon DP, et al. Incidence and consequences of periprocedural occlusion. The 1985-1986 National Heart, Lung, and Blood Institute Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty Registry. *Circulation* 1990;82:739-50.
37. Simpfendorfer C, Belardi J, Bellamy G, Galan K, Franco I, Hollman J. Frequency, management and follow-up of patients with acute coronary occlusions after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1987;59:267-9.
38. Sinclair IN, McCabe CH, Sipperly ME, Baim DS. Predictors, therapeutic options and long-term outcome of abrupt reclosure. *Am J Cardiol* 1988;61:61G-66G.
39. Slagboom T, Kiemeneij F, Laarman GJ, van der Wieken R. Outpatient coronary angioplasty: feasible and safe. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005;64:421-7.
40. Brasselet C, Blanpain T, Tassan-Mangina S, Deschildre A, Duval S, Vitry F, et al. Comparison of operator radiation exposure with optimized radiation protection devices during coronary angiograms and ad hoc percutaneous coronary interventions by radial and femoral routes. *Eur Heart J* 2008;29:63-70.
41. Madssen E, Haere P, Wiseth R. Radial artery diameter and vasodilatory properties after transradial coronary angiography. *Ann Thorac Surg* 2006;82:1698-702.
42. Doğan OF, Karcaaltınçaba M, Duman U, Akata D, Besim A, Böke E. Assessment of the radial artery and hand circulation by computed tomography angiography: a pilot study. *Heart Surg Forum* 2005;8:E28-33.
43. Hildick-Smith DJ, Lowe MD, Walsh JT, Ludman PF, Stephens NG, Schofield PM, et al. Coronary angiography from the radial artery-experience, complications and limitations. *Int J Cardiol* 1998;64:231-9.
44. Kiemeneij F, Vajifdar BU, Eccleshall SC, Laarman G, Slagboom T, van der Wieken R. Evaluation of a spasmolytic cocktail to prevent radial artery spasm during coronary procedures. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; 58:281-4.
45. He GW. Verapamil plus nitroglycerin solution maximally preserves endothelial function of the radial artery: comparison with papaverine solution. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115:1321-7.
46. Chen CW, Lin CL, Lin TK, Lin CD. A simple and effective regimen for prevention of radial artery spasm during coronary catheterization. *Cardiology* 2006;105:43-7.

47. Byrne J, Spence M, Haegeli L, Fretz E, Della Siega A, Williams M, et al. Magnesium sulphate during transradial cardiac catheterization: a new use for an old drug? *J Invasive Cardiol* 2008;20:539-42.
48. 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.
49. Ziakas A, Karkavelas G, Mochlas S. Sterile inflammation after transradial catheterization using a hydrophilic sheath: a case report. *Int J Cardiol* 2005;99:495-6.
50. Kozak M, Adams DR, Ioffreda MD, Nickolaus MJ, Seery TJ, Chambers CE, et al. Sterile inflammation associated with transradial catheterization and hydrophilic sheaths. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;59:207-13.
51. Stella PR, Kiemeneij F, Laarman GJ, Odekerken D, Slagboom T, van der Wieken R. Incidence and outcome of radial artery occlusion following transradial artery coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997;40:156-8.
52. Edmundson A, Mann T. Nonocclusive radial artery injury resulting from transradial coronary interventions: radial artery IVUS. *J Invasive Cardiol* 2005;17:528-31.
53. Lund C, Nes RB, Ugelstad TP, Due-Tønnessen P, Andersen R, Hol PK, et al. Cerebral emboli during left heart catheterization may cause acute brain injury. *Eur Heart J* 2005;26:1269-75.
54. Bazemore E, Mann JT 3rd. Problems and complications of the transradial approach for coronary interventions: a review. *J Invasive Cardiol* 2005;17:156-9.
55. Dirksen MT, Ronner E, Laarman GJ, van Heerebeek L, Slagboom T, van der Wieken LR, et al. Early discharge is feasible following primary percutaneous coronary intervention with transradial stent implantation under platelet glycoprotein IIb/IIIa receptor blockade. Results of the AGGRASTENT Trial. *J Invasive Cardiol* 2005;17:512-7.
56. Sciahbasi A, Pristipino C, Ambrosio G, Sperduti I, Scabbia EV, Greco C, et al. Arterial access-site-related outcomes of patients undergoing invasive coronary procedures for acute coronary syndromes (from the ComPaRison of Early Invasive and Conservative Treatment in Patients With Non-ST-ElevatiOn Acute Coronary Syndromes [PRESTO-ACS] Vascular Substudy). *Am J Cardiol* 2009;103:796-800.