



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

NÖROGİRİŞİMSEL İŞLEMLERDE TRANSRADİAL YAKLAŞIM

Dr. Selman CANDAN

UZMANLIK TEZİ

BURSA - 2021



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

NÖROGİRİŞİMSEL İŞLEMLERDE TRANSRADİAL YAKLAŞIM

Dr. Selman CANDAN

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Ömer Fatih NAS

BURSA - 2021

İÇİNDEKİLER

Özet	ii
İngilizce Özet	iii
Giriş	1
Transradial Girişimin Tarihi	1
Radial Arter Anatomisi ve Allen Testi.....	2
El Bileği	2
Yüzeysel ve Derin Palmar Ark.....	2
Allen Testi.....	4
Brakial Bifurkasyon Düzeyindeki Anatomik Varyasyonlar.....	8
Brakial-Subklavian-Aksiller Arter	11
Radial Yaklaşımında Karşılaşılan Komplikasyonlar	12
Dijital Substraksiyon Anjiyografi (DSA).....	16
Temel DSA Fiziği.....	17
DSA Görüntülerinde Gürültü.....	22
DSA Bileşenleri.....	25
DSA İmaj İşlemcisi.....	28
Radial Giriş Yöntemi	34
Gereç ve Yöntem	45
Olgu Seçimi	45
Klinik Verilerin Oluşturulması	45
Radyolojik Verilerin Oluşturulması	45
İstatistiksel Analiz	46
Bulgular	47
Tartışma.....	54
Kaynaklar	59
Teşekkür	64
Özgeçmiş	65

ÖZET

Çalışmamızın amacı kardiyolojik girişimsel işlemlerde rutin olarak kullanılan transradial yaklaşımın diagnostik ve tedaviye yönelik nörogirişimsel işlemlerdeki etkinliğini göstermektir.

30 hastada toplam 33 transradial giriş denemesi yapıldı, hastalardan 3 tanesine ikişer adet transradial işlem gerçekleştirildi. Bu 30 hastadan 20'si erkek (%67), 10'u (%33) kadındı. 33 işlemde 2 tanesinde giriş yeri transfemoral olarak değiştirildi (İşlem Başarısı 31/33= %94). Bu hastalardan birinde Allen testi negatif, Barbeau testi tip C paterninde olduğu için işlem transfemoral yolla gerçekleştirildi. Diğerinde ise giriş yapıldıktan sonra radial arterde tortiozite izlendi ve kateter radial arterden brakial artere ilerletilemedi.

Olguların 18'inde (%58) diagnostik anjiyografi işlemi, 8'inde (%25,8) karotid arter stentleme, 2'sinde (%6,5) vertebral arter stentleme, 2'sinde (%6,5) anevrizma koilleme işlemi, 1'inde (%3,2) anevrizmaya akım çevirici yerleştirme işlemi yapıldı. İşlemin başlangıcından işlem bitene geçen kadar süre ortalama 32,1±26,9 (minimum 5, maksimum 124) dakikaydı. 3 hastada komplikasyon izlendi. Komplikasyonlar sırasıyla hipotansiyon, sağ gözde görme kaybı ve radial arter spazmıydı.

Sonuç olarak nörogirişimsel işlemlerde transradial girişim güvenli ve uygulanabilir bir yöntemdir. Her türlü nörogirişimsel işlemde tercih edilebilir ve vertebral arterlerle ilgili işlemlerde özellikle kolaylık sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nörogirişimsel işlem, transradial işlem, radial arter, Allen testi.

SUMMARY

Transradial Approach in Neurointerventional Procedures

The aim of our study is to show the effectiveness of the transradial approach in diagnostic and therapeutic neurointerventional procedures that is used in cardiological interventional procedures routinely.

A total of 33 transradial entries were attempted in 30 patients, 3 of them had two transradial procedures each. Of these 30 patients, 20 were men (67%) and 10 (33%) were women. In 2 of 33 procedures, the entrance site was changed to transfemoral (Success of the procedure 31/33 = 94%). Since Allen test was negative and Barbeau test was type C pattern in one of these patients, the procedure was performed transfemorally. In the other, after the introduction, tortiosity was observed in the radial artery and the catheter could not be advanced from the radial artery to the brachial artery.

Diagnostic angiography procedure in 18 (58%) cases, carotid artery stenting in 8 (25.8%), vertebral artery stenting in 2 (6.5%), aneurysm coiling procedure in 2 (6.5%) were performed and in 1 (3.2%) of them, a flow converter was placed in the aneurysm. The mean time of procedures was 32.1 ± 26.9 (minimum 5, maximum 124) minutes. Complications developed in 3 patients. Complications were hypotension, loss of vision in the right eye and radial artery spasm, respectively.

As a result, transradial intervention is a safe and feasible method in neurointerventional procedures, it can be preferred in all kinds of neurointerventional procedures, and it provides ease in the procedure, especially in procedures related with vertebral arteries.

Keywords: Neurointerventional procedure, transradial procedure, radial artery, Allen test.

GİRİŞ

Transradial giriş kardiyolojik perkütan girişimsel işlemlerde uzun süreden beri standart olarak kullanılmaktadır ancak nörogirişimsel işlemlerde standart bir işlem olarak kullanılmamaktadır. Bu çalışmada amaç transradial yaklaşımının diagnostik ve tedaviye yönelik nörogirişimsel işlemlerde kullanılabileceğini ve transradial yaklaşımın bu işlemlerdeki etkinliğini göstermektir.

I. Transradial Girişimin Tarihi

1948'de Radner, radial arter kesisiyle transradial kateterizasyonu tanımlayan ilk kişiydi (1). Ancak bu tekniğin limitasyonları ve radial arterin sınırlı boyutu nedeniyle sonrasında daha büyük arterlerin kullanılmasına yönelik araştırmalar yapıldı. 1953'te Seldinger perkütan femoral yaklaşımla nonselektif koroner anjiyografi işlemini yayımladı (2). 60'lı yılların başındaysa Mason Sones Jr. brakial arteriotomiyle selektif koroner anjiyografiyi gerçekleştiren ilk kişiydi. Bu yöntem yıllarca standart yaklaşım olarak kullanıldı (3).

Montreal Kalp Enstitüsü'nden Lucien Campeau, Radner'in fikrini kullanarak brakial arter kesisinden kaynaklanan zorlukları ve komplikasyonları aşmak amacıyla 1964'te proksimal radial arteriotomisiyle transradial girişi gerçekleştirdi (4). 1989'da Campeau, 5F kılıf ve kateter kullanarak distal radial arter yoluyla 100 hastada gerçekleştirdiği selektif koroner anjiyografi serisini yayınladı (5). Bu o zaman için çok umut verici bir gelişmeydi. Çünkü dünya genelinde transfemoral girişle koroner girişim yapanlar sık görülebilen ve ciddi ilerleyebilen kanama komplikasyonlarıyla yüzleşmekteydi. Ancak bu seride 10 hastaya girişim yapılamamıştı ve 2 hastada da koroner arterlere ulaşılamamıştı. 1992'de Japonya'da Osaka Devlet Hastanesi'nden Dr. Otaki ise transradial koroner anjiyografi üzerine bir makale yayınladı (6). 40 hastadan 39'unda 5 F kateterlerle başarılı koroner girişim yapılabildiği. 1994'ten itibaren bu yaklaşım koroner anjiyografi

açısından uluslararası kabul görerek dünyanın farklı yerlerinde denenmeye başlandı (7,8). 2004 yılı itibariyle metaanalizlerle sonuçlar ortaya konarak standart bir yaklaşım haline gelmiş oldu (9).

Nörogirişimsel işlemlerde transradial girişim ancak 2000'li yılların başlarında denenmeye başlanmış olup bu konudaki ilk yayın Nagayoshi ve arkadaşları tarafından 2000'in ocak ayında Japonca bir dergide yayınlanmıştır. Sonrasında kısa sürede bu yolla diagnostik anjiyografi ve perkütan anjioplasti hakkında akademik yazılar yazılmıştır (10-14). Ancak günümüzde dahi transradial yaklaşım nörogirişimsel işlemlerde standart girişim metodu olarak kullanılmamaktadır.

II. Radial Arter Anatomisi ve Allen Testi

II.A. El Bileği

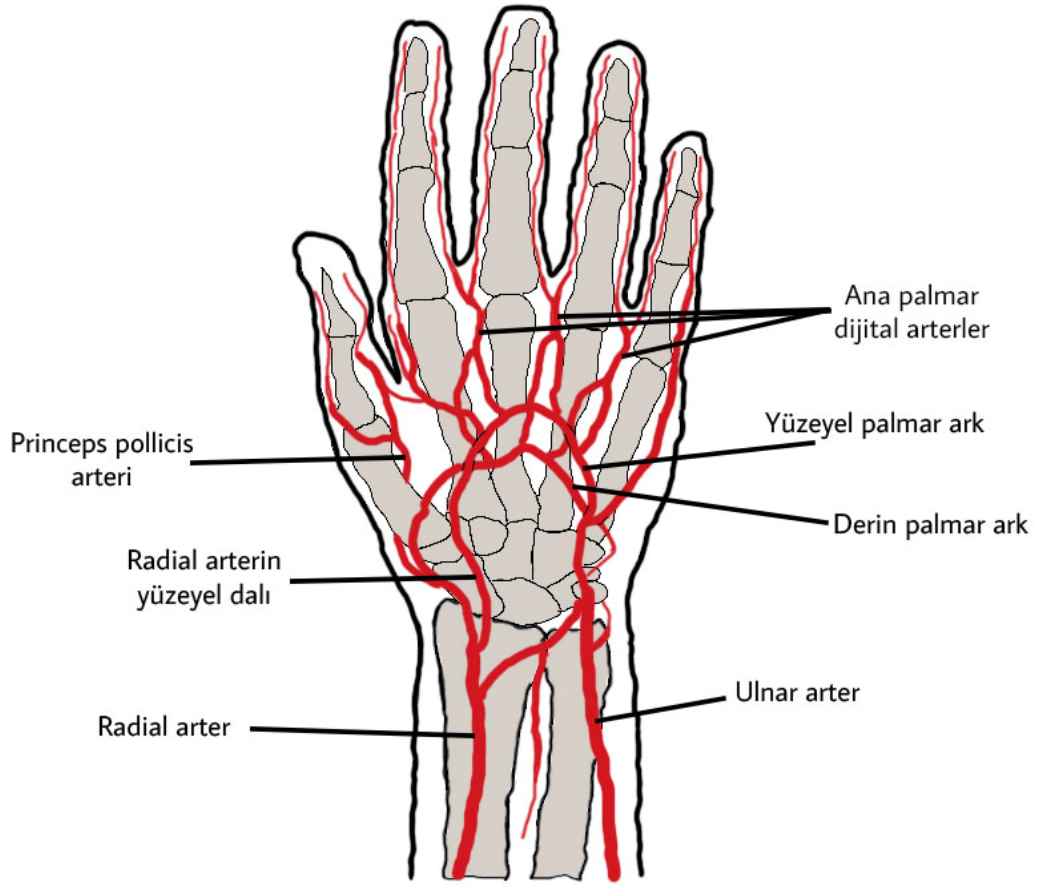
El bileği, el ve önkolun birleşimi noktasında eklem yeridir ve karpal kemikleri içermektedir. Radial, ulnar ve interosseöz arterler; derin ve yüzeysel palmar ark yoluyla el bileğini ve eli besler. El bileği düzeyinde radial arter; skafoid kemik, trapezium ve eksternal lateral ligament üzerinde bulunmaktadır. Eğer radial arter kanülasyonu daha distal bir noktadan gerçekleştirilirse arter daha derinde ve lateralde yerleşim göstermektedir ve palmar retinakulum geçilmek zorundadır. Kanülasyonda doğru noktadan giriş (el bileğinde fleksiyon kıvrım izinin 2-3 cm proksimalinde, radial stiloid prosesin 1 cm üstü) minör yüzeysel dallar da aynı bölgeden çıktığı için önemlidir.

II.B. Yüzeysel ve Derin Palmar Ark

Radial arter, palmar bölgeye başparmak ile işaret parmağının metakarpal kemikleri arasından geçerek dönüş yapar ve sonrasında metakarpal kemiklerin yakınından kemiklere dik olarak geçerek 5. parmağın metakarpal kemiği hizasında ulnar arterin derin palmar dalıyla birleşerek derin palmar arkı (derin volar ark) oluşturur. Derin palmar ark, temel olarak radial arterin terminal dallarıyla meydana gelmektedir ve başparmağın dışındaki parmaklara palmar metakarpal arter dallarını vermektedir.

Başparmağın arteri daha proksimal kesimde radial arterden orijin alan princeps pollicis arteridir. Palmar metakarpal dallar parmak aralarında yüzeyel palmar arkta gelen ana dijital dallarla birleşerek sonlanmaktadır. Dorsalde, derin palmar ark üç perforan dal yoluyla dorsal metakarpal arterlerle bağlantı göstermektedir.

Radial arterin yüzeyel palmar dalı, ulnar arterin terminal dallarıyla birleşerek yüzeyel palmar arkı meydana getirir. Yüzeyel palmar ark, 4 adet ana palmar dijital arterleri vermektedir. Yüzeyel palmar ark radial arterin katkısıyla beraber temel olarak ulnar arter tarafından oluşturulmaktadır (Şekil-1). Bazı bireylerde yüzeyel palmar ark oluşumunda radial arterin katkısı olmadan sadece princeps pollicis arteri, radialis indicis arteri ile anastomozlar bulunabilmektedir.



Şekil-1: El bileği ve el arterlerinin anatomisi.

Yüzeyel palmar arktaki varyasyonlar cerrahi açıdan önemlidir. Ancak çoğu literatüre göre varyasyonların büyük kesiminde yüzeyel palmar ark bütünlük göstermektedir (15). Ayrıca aynı elde hem yüzeyel hem de derin palmar arkusunda inkomplet yapıya sahip bir varyasyon gösterilememiştir. Eğer yüzeyel ark inkompletse, derin palmar ark bütünlük göstermektedir (16). Bu durum kanülasyonda avantaj sağlamakta olup komplikasyon riskini düşürmektedir. Ancak aterosklerotik damar hastalığını da göz önünde bulundurarak işlem öncesi Modifiye Allen testi ya da Doppler ultrasonografi gibi yöntemlerle kollateral dolaşım açısından değerlendirme gereklidir.

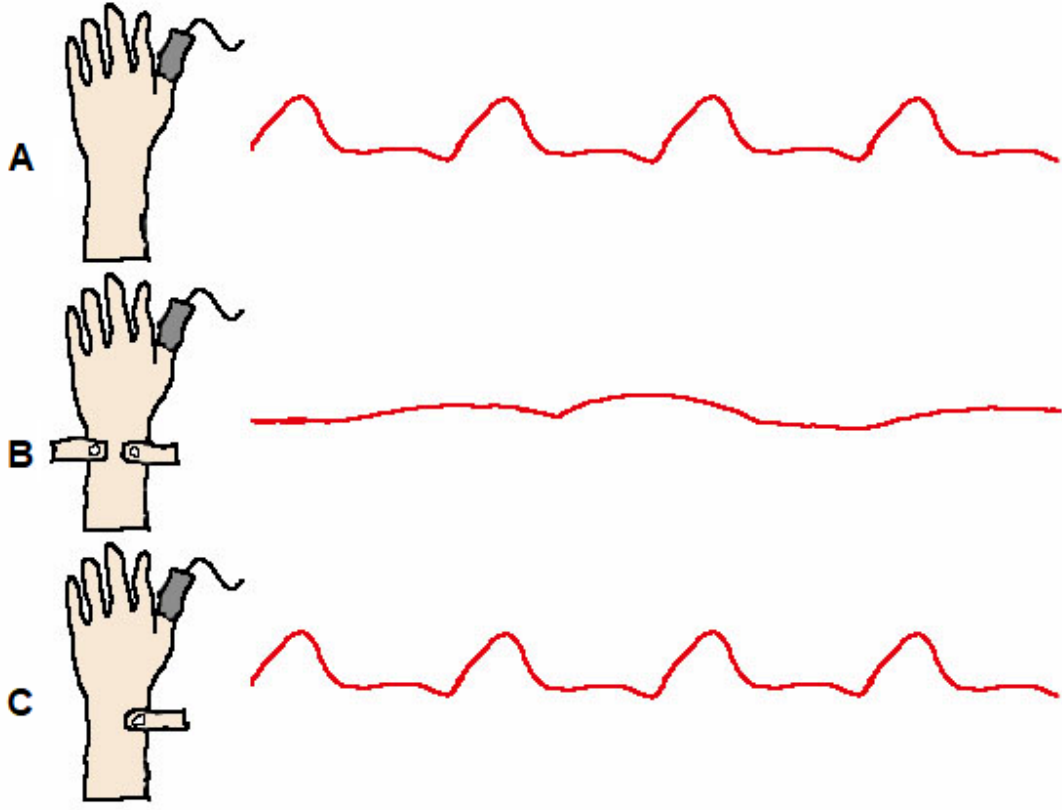
II.C. Allen Testi

Allen testinin amacı, yüzeyel ve derin palmar arkların yeterliliğini değerlendirmektir. Akut vasküler hastalık, çoğunlukla anormal ark olan hastalarda görülmektedir. Yüzeyel ve derin palmar arklar, parmaklar için

gerekli kan ihtiyacını sağlamaktadır. Derin ve yüzeysel palmar arklar sırasıyla, radial arter ve ulnar arter tarafından beslenmektedir. Allen testi radial ponksiyon öncesinde de uygulanmaktadır.

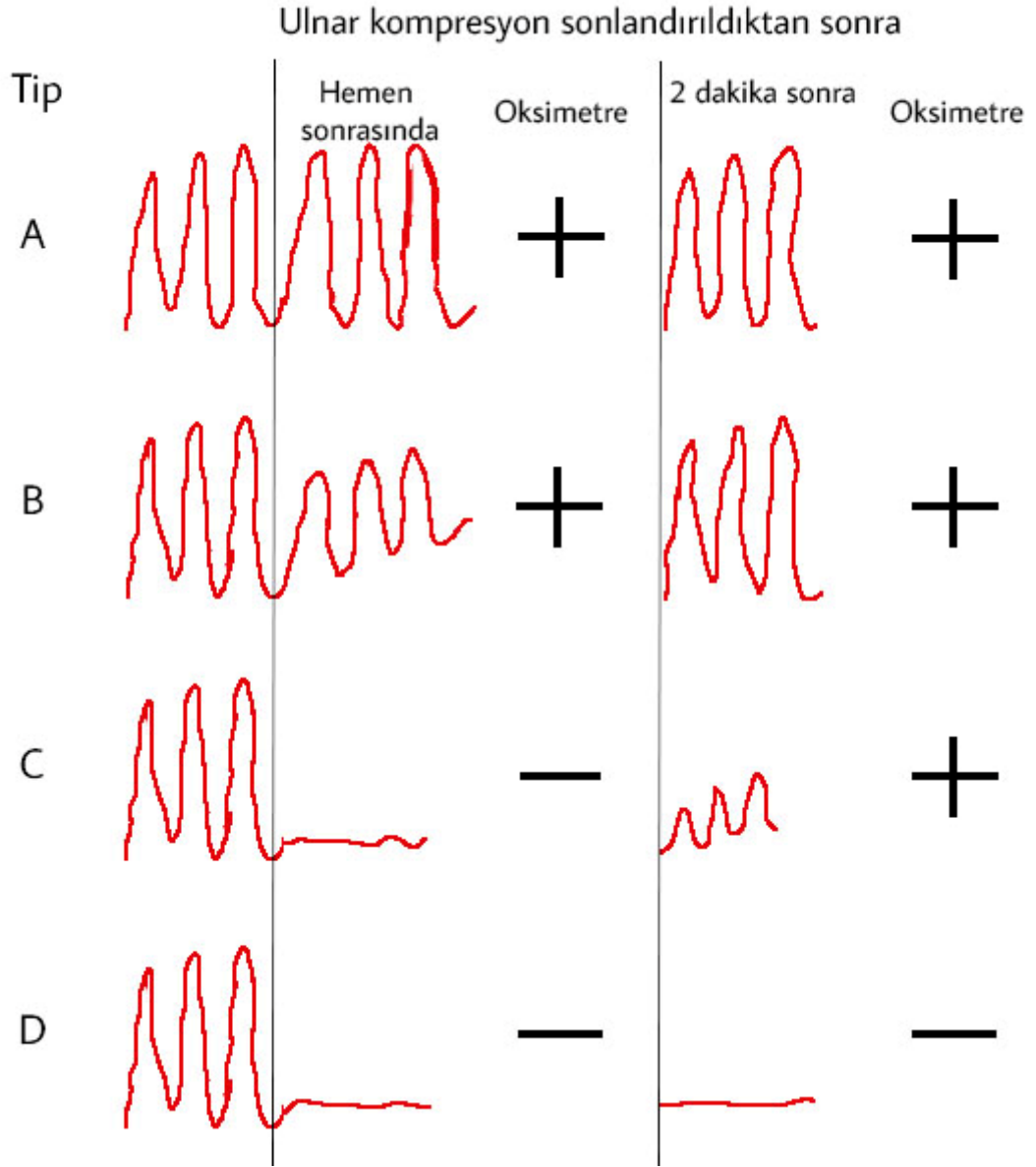
Muayene için öncelikle üç parmak kullanılarak radial ve ulnar arter palpe edilir ve sonrasında bu arterlere basınç uygulanır. Böylece ele giden kan akışı kesilmiş olur. Hastaya hızlıca elini 10 defa sıkıp yumruk yapması ve tekrar açması istenir. Elin palmar bölgesinin beyaz ya da soluk hale geldiği gözlemlendikten sonra uygulayan kişi arterlerin biri üzerindeki basıncı kaldırır. 5 saniye sonrasında kan akışının gerçekleştiği, elin tekrar normal rengine döndüğünün görülmesiyle test pozitif kabul edilir. Sonrasında diğer artere de aynı şekilde uygulama yapılır.

Allen testi sübjektif bir test olduğu için kateterizasyon öncesi puls oksimetreyle birlikte modifiye Allen testi, diğer ismiyle Barbeau testi, de uygulanabilmektedir (17). Bu testte hastaya elini kapaması söylenir, sonrasında testi yapan kişi her iki artere başparmağıyla bası uygular. Hasta elini açınca tenar bölgedeki solukluk gözlenmelidir. Sonrasında ulnar arterdeki bası kaldırılır ve tenar eminens gözlenir. 15 saniye içerisinde normale dönerse ulnar arter kan akımı normal olarak değerlendirilir. Aynı şekilde radial arter de gözlenir.



Şekil-2: Modifiye Allen testi, diğer ismiyle Barbeau testinin uygulama yöntemi. A) Başparmağa puls oksimetre takılması. B) Ulnar ve radial artere kompresyon uygulanması. C) Ulnar arterden kompresyonu kaldırdıktan sonra radial arter kompresyonu sırasında hemen ve 2 dakika sonrasında nabız davranışının gözlenmesi.

Başparmağa puls oksimetre takılarak radial arter kompresyonu sırasında hemen ve 2 dakika sonrasında nabız davranışı gözlenir (Şekil-2). Tip A ve B’de pulsatil arterial kan akımı izlenmektedir, ancak tip A’da erken dönemde nabız basıncı değerlerinde belirgin değişim olmayıp tip B’de bir miktar düşüş gözlenmektedir. 2 dakika sonrasında her ikisinde de normal nabız gözlenir. Tip C’de ilk bası esnasında pulsatil akım kaybolmakta olup sonrasında yavaş şekilde pulsatil akıma döner. Tip D’de ise hem ilk bası esnasında hem de 2 dakika sonrasında akımın kaybolduğu izlenmektedir (Şekil-3).



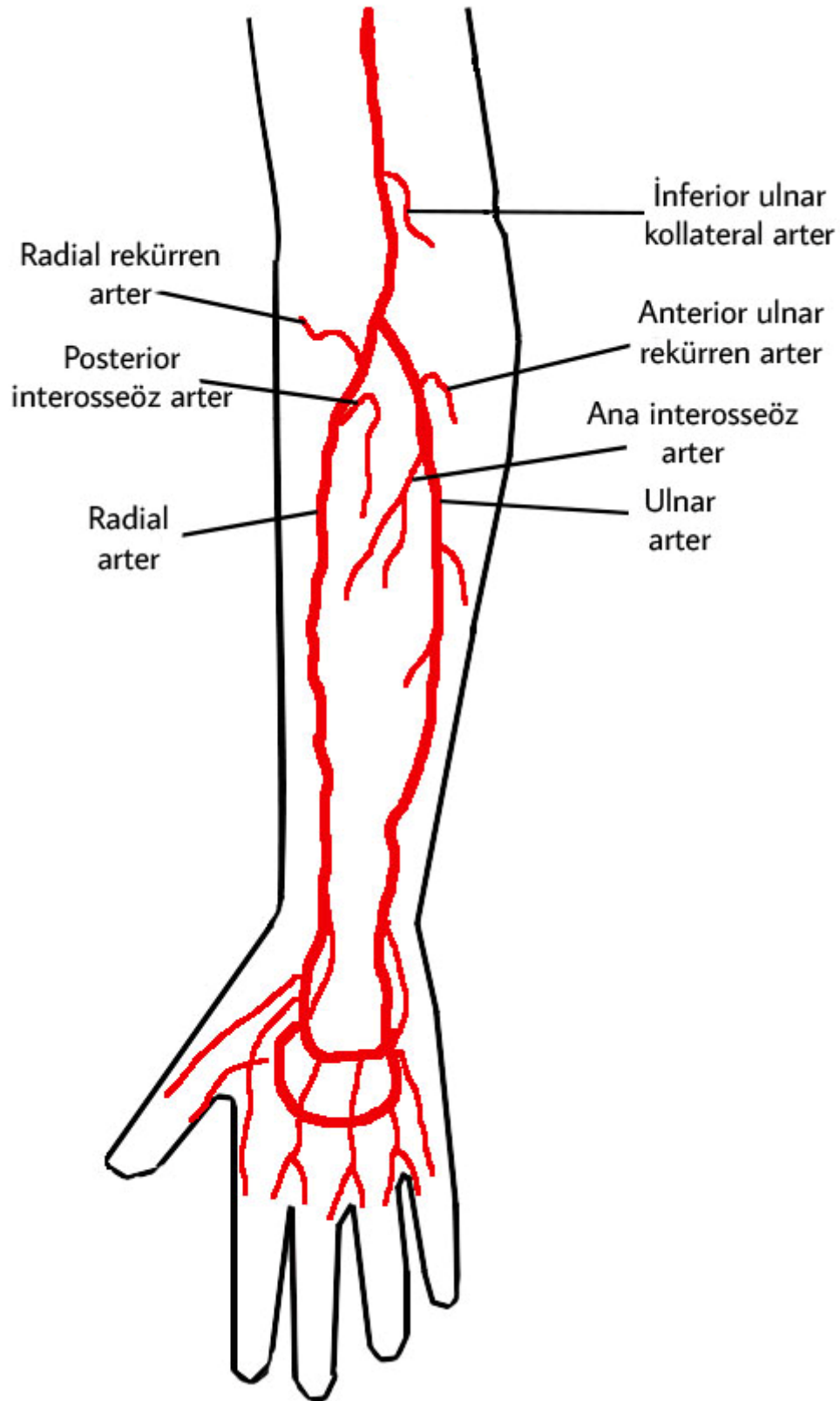
Şekil-3: Barbeau testine göre nabız davranışlarının sınıflandırılması

Radial arter oklüzyonu olan bazı olgularda standart Barbeau testinde tip A ve B nabız izlenebilmektedir ancak radial arterden kompresyonu kaldırdıktan sonra ulnar arter kompresyonunda tip D nabız paterni izleniyorsa radial arter oklüzyonundan şüphelenilmelidir. Tip C paterni palmar arkusun beslenmesinde radial arter dominansı ile beraber yeterli kollateralin olduğunu göstermektedir. Ancak tip D patern, transradial yaklaşım için kontraendikasyondur (17).

Transradial girişim yapan merkezlerin çoğunda Allen testi yeterli görülmektedir. Ancak komplikasyonu azaltmak amacıyla oksimetre-pletizmografiyi öneren merkezler bulunmaktadır (18).

II.D. Brakial Bifurkasyon Düzeyindeki Anatomik Varyasyonlar

Radial ve ulnar arterler, brakial arter bifurkasyonundan itibaren önkolun iki tarafında el bileğine kadar seyir göstermektedir. Proksimalde rekürren arterleri vererek dirsek düzeyinde arterial anastomoz oluştururlar. Ayrıca ulnar arter ana interosseöz dalı yoluyla anterior, posterior ve rekürren uç dallar vermektedir (Şekil-4). İşlem başarısını etkileyen anatomik anomaliler en sık brakial bifurkasyon düzeyinde karşılaşılmaktadır.



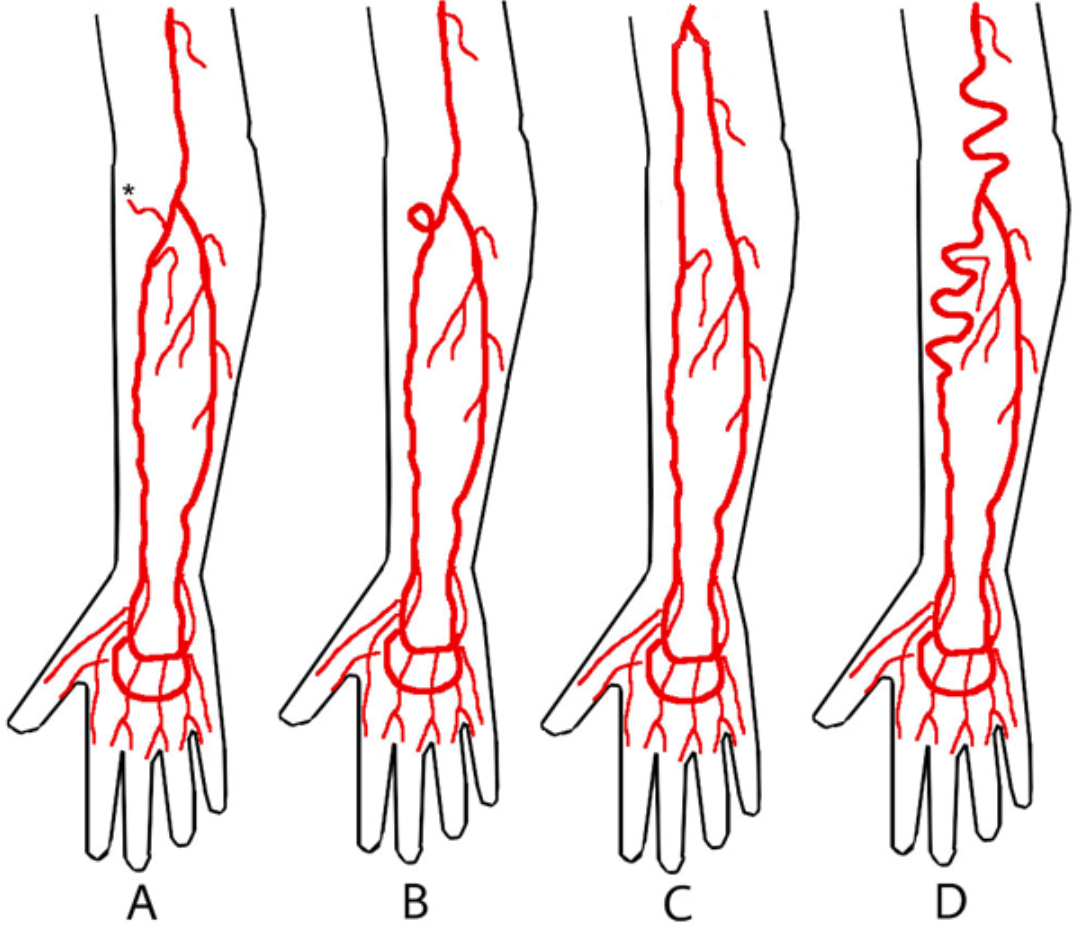
Şekil-4: Brakial arter bifurkasyonu sonrası izlenen yan dallar

II.D.a. Radial reküran arter: Radial reküran arter ya da diğer adıyla psöдорadial arter, radial arterin dirsek düzeyinin hemen sonrasında orjin alan bir dalıdır (Şekil-5a). Brakial artere paralel seyir sergileyerek brakial arter proksimalinden çıkan derin brakial arterle anastomoz yapar ve radial kollateral arteri oluşturur. Hastaların yaklaşık %8,3'ünde görülebilmektedir. Kateterizasyon sırasında kılavuz telin, brakial arter yerine radial reküran artere gitmesi durumunda bu dalın lümeni dar olduğu için işlem esnasında zorlanmaya neden olabilir ya da dalda perforasyon gelişebilir.

II.D.b. Radial loop: Bu varyasyonda radial arter brakial bifurkasyon sonrasında 360 derecelik keskin bir loop oluşturmaktadır (Şekil-5b). Hastaların %2'ye yakınında gözlenmektedir. Bu olgularda reküran radial arter varyasyonu da sıklıkla görülmekte olup işlem esnasında avülsiyon ve tele bağlı perforasyon nedeniyle kateterizasyonda zorluklar yaşanabilmektedir.

II.D.c. Yüksek bifurkasyon: Hastaların %7'sinde radial arter antekübital fossa düzeyinin öncesinde brakial arterden bifurkasyon gösterebilmektedir (Şekil-5c). Bu anomalide kateterizasyona bağlı yaralanma sık izlenmemesine rağmen radial arter tortioze ve dar lümenli olabilmektedir. Bu da telin geçişi esnasında zorluklar çıkarabilmektedir.

II.D.d. Tortioze arter: Radial ve brakial arterlerin seyri boyunca tortiozite izlenebilmektedir (Şekil-5d). İnsidansı yaklaşık %3,8'dir. Aşırı tortiozite olan olgularda hem kılavuz telin geçiş zorluğu hem de arterial spazmların sık görülmesi nedeniyle işlem başarısızlığı riski artmaktadır.



Şekil-5: A. Radial rekürren arter (*), B. Radial loop, C. Yüksek brakial arter bifurkasyonu D. Tortioze brakial ve radial arter

II.E. Brakial-Subklavian-Aksiller Arter

Subklavian arter, klavikulanın altında seyir gösterdikten sonra aksiller arter ve sonrasında brakial arteri oluşturur. Bu yol boyunca tel ilerletilmesi esnasında küçük dallara travmatik hasar sonucu gelişen perforasyon, kanama ve hematoma oluşumuna yol açabilmektedir. Subklavian arterde özellikle ileri yaşlarda tortiozite görülebilmektedir. Bu kateter manipülasyonunu zorlaştırdığı için işlemde zorluklar oluşturabilmektedir. Ayrıca brakial arterde de tortiozite ve loop görülebilmektedir. Bu durumlarda telin küçük yan dallara gitmesi işlemi zorlaştırabilmektedir.

Transradial yaklaşımda ana zorluklardan biri de subklavian/innominat arterin anormal orijinli olmasıdır. Bunların arasında en sık görüleni aberran orijinli sağ subklavian arter (arteria Lusoria) olup popülasyonun %0,5-2'sine

yakınında gözlenmektedir. Bu durumda ilerletilen tel inen aortaya düşmekte olup serebral arterlerin kateterizasyonunda zorluk yaşanabilmektedir.

III. Radial Yaklaşımında Karşılaşılan Komplikasyonlar

III.A. Radial Arter Spazmı

Radial arter spazmı (RAS) kateter ve tel manipülasyonunda zorluk oluşturarak işlem başarısızlığına yol açabilmektedir. RAS, radial arterde izlenen, geçici olan ve aniden gelişen daralmadır. Görülme insidansı %4-20 arasında değişmektedir. Radial arterler genellikle çok miktarda α 1 adrenerjik reseptör içermektedir, ayrıca radial arterde anatomik varyasyonlar ve tortiozite de izlenebilmektedir. Aşırı anksiyete, yetersiz lokal anestezi, agresif kateter manipülasyonu, kılavuz telin yan dallara girmesi ve ağrılı uyaran gibi sebeplerle RAS gelişebilmektedir. Küçük arter kalibrasyonu, kadın cinsiyet, düşük vücut ağırlığı, ilerlemiş yaş, büyük kılıf genişliği ve işlemi uygulayanın tecrübesizliği risk faktörü olarak görülmektedir (19).

RAS giderilmeden kılıfın hızlıca çıkarılması arter yaralanmasına sebebiyet verebilmektedir. Bu sebeple RAS'a yönelik işlem öncesi ve esnasında vazodilatör uygulaması, hidrofilik ya da küçük kateterlerin seçilmesi, yeterli lokal anestezi ve işlem öncesi sedasyon gibi metotlar riski düşürmektedir (20-22). Vazodilatör olarak fentolamin, nikorandil, nitroprussid, nitrogliserin ve verapamil kullanılabilir. RAS'ın çözülmediği dirençli vakalarda brakial pleksus bloğu da kullanılabilir.

III.B. Radial Arter Oklüzyonu

Radial arter oklüzyonu (RAO), transradial girişte %5-11 insidansla en sık karşılaşılan komplikasyonlardan biridir ancak elde iki adet besleyici damar olduğu için defektif dolaşım ya da vasküler disfonksiyon dışında nadiren semptomatiktir (23,24). RAO'nun gelişimi, arterial yaralanma ve uzamış yüksek basınçlı kompresyon sonrası intimal hiperplazi, intima-media kalınlaşması ve trombüs formasyonu ile ilişkili bulunmuştur (25). Genellikle tedavi gerekmemektedir ancak gelişmemesi için önlemler alınmalıdır.

Allen ya da Barbeau testi, işlem öncesi palmar arkın patensini değerlendirmek için gereklidir. İşlem öncesi heparin uygulamasıyla anti-koagülasyon sağlanması RAO insidansını düşürmektedir. Daha küçük kılıf ya da kılavuz kateter kullanılması RAO'nun önlenmesi için önemlidir. Oklüzyon ve tromboz gelişmiş radial arterin rekanalizasyonu ileride aynı yerden tekrar girişim yapılabilmesini mümkün kılacağından oklüde radial arteri rekanalize eden yazarlar olmuştur (26,27).

III.C. Radial Arter Perforasyonu

Radial arter perforasyonu az görülen bir komplikasyondur, ancak hemen tespit edilmezse şiddetli önkol hematoma ve kompartman sendromu oluşturabilir. Farklı çalışmalarda %0,1-1 arasında değişen insidansı olduğu söylenilmiştir. Risk faktörleri ileri yaş, kadın cinsiyet, tortioze arter yapısı, arterial spazm, fazla anti-koagülasyon ve kılavuz telin aşırı manipülasyonudur (28-30).

Erken dönemde arter perforasyonu, kateter gövdesinin tamponad etkisi nedeniyle anlaşılabilir. Kılavuz tel ya da katetere karşı direnç gelişirse şüphelenilmelidir. Erken dönemde tespit edilirse baskılı bandaj ile tedavi edilebilir ancak ilerleyerek büyük hematoma ve kompartman sendromuna neden olursa cerrahi müdahale gerekebilir. Perforasyon gelişimi, işlem esnasında tespit edilirse iki yöntemden biri tercih edilebilir: Transfemoral yaklaşımla giriş yapılması ya da uzun kılıf ve kılavuz kateterle perfore bölgeyi kapayarak işleme devam edilmesi (29,31).

III.D. Kanama, Kompartman Sendromu

Radial arterin yüzeyel konumu nedeniyle, transradial girişim sonrası hemostaz kolayca elde edilebilir. Ancak bu komplikasyon riskini tamamen ortadan kaldırmaz ve gözden kaçarsa, önkol hematoma ve hatta feci sonuçları olan kompartman sendromuna yol açabilir.

Girişim sonrası kanama ile ilişkili faktörler arasında renal disfonksiyon, işlem süresi, kılıf boyutu, kadın cinsiyet, ileri yaş, çok sayıda giriş denemesi ve agresif anti-koagülasyon kullanımı sayılabilir. Önkol hematoma muhtemelen radial girişin en sık görülen kanama komplikasyonudur ve önkolda şişme ve ağrı, artmış cilt sıcaklığı ve gerginliği,

lokal cilt morarması veya bül formasyonlarıyla anlaşılır. Bununla birlikte küçük kanamanın ciddi klinik etkisi olmadığı için önkol hematomunun kesin insidansı bilinmemektedir. Bertrand tarafından farklı tedavi stratejilerine sahip bir hematoma sınıflandırması önerilmiştir; Grade I ve II ponksiyon bölgesi ile, Grade III ve IV kas içi kanama ile ilişkilidir (32). Ancak transradial yaklaşımda majör kanama komplikasyonları transfemoral yaklaşıma göre belirgin şekilde azdır.

Önkol birbiriyle bağlantısı bulunan dört kompartman içerir: yüzeysel volar kompartman, derin volar kompartman, dorsal kompartman ve Henry'nin mobil wad kompartmanı. Her biri kemik, interosseöz membran, intermusküler septa ve aponörotik fasya ile çevrili esnek olmayan sert yapıda kapalı bir bölge oluşturur. Kompartmanın basıncında keskin bir artış olduğunda, önkol içindeki normal kapiller akım ve lenfatik drenaj engellenir, bu da giderek kas ve sinir hasarına neden olur. Kompartman sendromu, transradial girişin oldukça nadir bir komplikasyonudur. Olası nedenler, ponksiyon bölgesinden uzakta farkına varılamayan perforasyon, giriş yerinde başarısız kompresyon veya ciddi spazm nedeniyle kılıfın yerleştirilmesi veya çıkarılmasıyla gelişen radial arter laserasyonu olabilir (33). Kompartman sendromunun tipik semptomları 5 "P" işareti olarak tanımlanır: ağrı (pain), solgunluk (pallor), parestezi, felç (paralysis) ve nabızsızlık (pulselessness). (34) Kompartman sendromu hemen tespit edilmez ve uygun şekilde yönetilmezse, hastalar ampütasyona gidebilir, akut böbrek yetmezliği gelişebilir ve hatta ölüme bile sonuçlanabilir. Bu komplikasyonun yıkıcı sonuçları göz önüne alındığında, bunu önlemek hayati önem taşımaktadır.

İlk olarak, prosedür sırasında ve sonrasında eldeki kollateral arterlerin açıklığını kontrol etmek zorunludur. İkinci olarak, radyal tortioziter ve anatomik varyasyonlar işlem sırasında düzgün bir şekilde yönetilmelidir. Kılıfın çıkarılması esnasında ciddi bir spazm varsa, anti-spazmodik tedavi verilmelidir. Kompresyon cihazı prosedürden sonra doğru bir şekilde yerleştirilmeli ve periyodik olarak gözden geçirilmelidir. Üçüncü olarak, kanama komplikasyonları derhal tanımlanmalı ve tedavi edilmelidir.

Dördüncü olarak, hastanın koldaki ağrı veya şişlikle ilgili her türlü şikayeti dikkate alınmalıdır.

III.E. Psödoanevrizma

Psödoanevrizma, radial girişim sonrası %0,1'in altında sıklıkta çok nadir görülen bir komplikasyondur (35). İşlem sırasında arteriyel duvarın penetran yaralanmasından kaynaklanır, kanama ve pulsatil hematoma neden olur. Psödoanevrizma riski çoklu ponksiyon, agresif antikoagülasyon, geniş kılıf ve işlem sonrası yetersiz kompresyon ile ilişkilendirilmiştir. Radial arter psödoanevrizması, radial arterin proksimal kısmını komprese ederek kaybolan sistolik üfürüm ve tril ile birlikte lokal pulsatil bir kitlenin oluşumuna yol açar. Büyük psödoanevrizma, komşuluğundaki sinirlere ve damarlara bası yapabilir ve daha sonra önkol iskemisine ve üst ekstremité diskinezisine sebep olabilir. Ultrason gerçek damar lümeni ile psödoanevrizma arasındaki boyun bölgesinden giren ve çıkan laminer akışı göstererek tanıyı doğrulayabilir. Psödoanevrizmanın erken tanı ve tedavisi, spontan rüptür veya el iskemisi gibi diğer komplikasyonları en aza indirmek için önemlidir. Önleyici tedbirler olarak; yeterli kompresyon, küçük boyutlu kılıf kullanımı ve işlem sonrası aşırı üst ekstremité faaliyetlerinden kaçınmak sayılabilir. Psödoanevrizma farklı yaklaşımlarla tedavi edilebilir. Konservatif strateji, boyun bölgesine manuel olarak veya ultrason rehberliğinde kompresyondur. Bazen, psödoanevrizmanın cerrahi eksizyonu ve/veya radial arterin ligasyonu gerekebilir (36).

III.F. Arteriovenöz Fistül

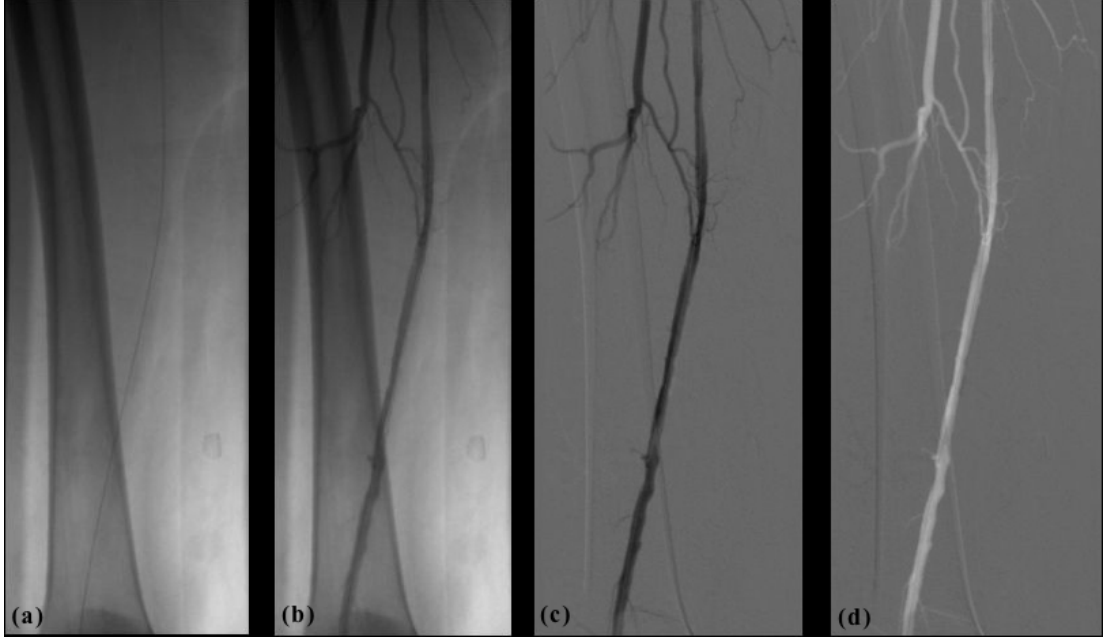
Arteriovenöz (AV) fistül, radial arter yakınında seyir gösteren büyük bir damar olmaması nedeniyle oldukça nadirdir ve bildirilen insidans %0,03'in altındadır (37). AV fistül genellikle ponksiyon bölgesinde kalıcı ağrı ve şişlik veya asemptomatik ele gelen bir tril olarak kendini gösterir. İatrojenik AV fistülün yaklaşık üçte biri 1 yıl içinde kendiliğinden kapanacaktır (38). Bu nedenle, her zaman öncelikle konservatif yönetim tercih edilir. Ancak semptomatik AV fistülü tedavisi için cerrahi veya perkütan yaklaşımlar başarıyla uygulanmıştır (39).

III.G. Sinir Yaralanması

Radial arter çevresinde önemli nöronal yapılar azdır ve girişim sonrası sinir hasarı nadiren görülür. Nadiren, median veya radial sinirler, çoklu ponksiyon nedeniyle hafifçe yaralanabilir, bu da parmaklarda uyuşmaya neden olabilir. Bu genellikle kendi kendini sınırlayan ve zaman içinde yavaşça düzelebilen benign ve küçük bir komplikasyondur. Daha ciddi bir durum olan kompleks bölgesel ağrı sendromu (KBAS) ağrı, şişme, hareketin kısıtlanması ve vazomotor instabilite ile karakterize ekstremitte bozukluğudur. İki tipi vardır: belirgin sinir hasarı olmayan tip I ve belirgin sinir hasarı olan tip II. Tip II KBAS'nin en yaygın nedeni RAO, uzun süreli kompresyon ve hematoma gelişiminden kaynaklanan median sinir hasarıdır. KBAS, çoğu zaman medikal olarak tedavi edilir ve semptomlar zamanla iyileşir (40).

IV. Dijital Substraksiyon Anjiyografi (DSA)

Dijital substraksiyon anjiyografi (DSA), adından da anlaşılacağı gibi, bir görüntü çıkarma tekniği içeren görüntüleme yöntemidir. Teknik açıdan gerçekleştirilen olay dijital görüntü işlemcide basit bir çıkarma işleminin uygulanmasıdır (Şekil-6). Kullanılan teknoloji türü, floroskopi sistemlerinin tasarımına dayanırken, DSA'ya özgü bir dizi modifikasyonu içermektedir (41).



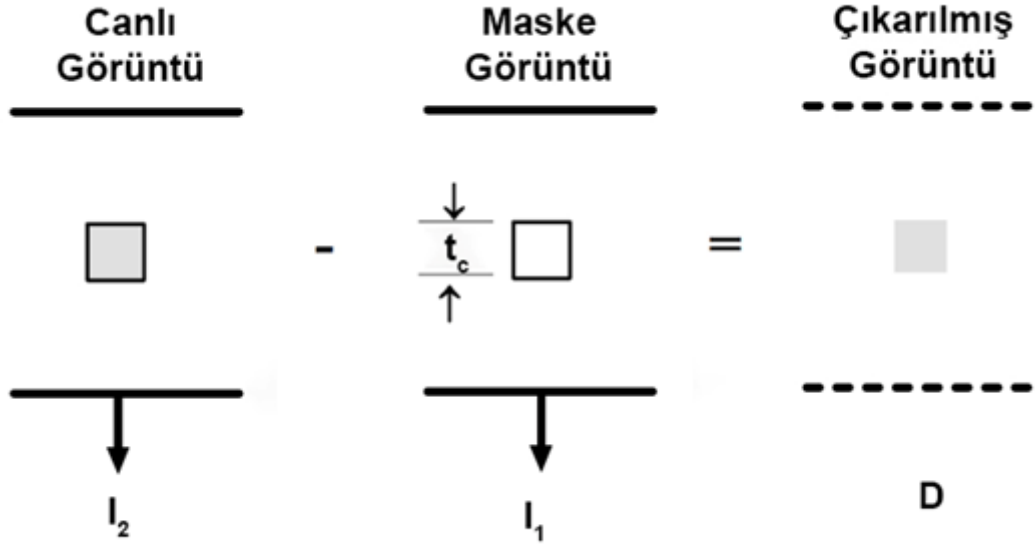
Şekil-6: Femoropopliteal DSA çekimine ait görüntüler. a. Maske görüntü b. Canlı görüntü c. Canlı-Maske görüntü d. Maske-Canlı görüntü

IV.A. Temel DSA Fiziği

Substraksiyon anjiyografi işlemi, aynı bölgenin kontrast madde uygulaması sonrası görüntüsünden (Canlı görüntü), kontrast öncesi görüntünün (Maske görüntüsü) çıkarılmasını içerir. (Şekil-7) Hastanın monoenerjetik X-ışınlarıyla ışınlandığı ve saçılan radyasyon oluşmadığı varsayıldığında, canlı görüntünün uygun bir noktası için radyasyon yoğunluğu I_2 ve maske görüntüsünün aynı noktası için radyasyon yoğunluğu I_1 kabul edildiğinde denklem şu şekildedir:

$$I_2 = I_1 \exp(-\mu_c \rho_c t_c)$$

Formülde μ_c , ρ_c ve t_c , sırasıyla kontrast maddenin kütle zayıflama katsayısı, kontrast maddenin konsantrasyonu ve damar kalınlığıdır (41).



Şekil-7: t_c kalınlığındaki varsayımsal bir kan damarı için anjiyografide çıkarma işleminin gösterimi.

Bu sebeple, I_2 doğrudan I_1 'den çıkarıldığında, çıkarılan görüntünün yoğunluğu şu şekilde verilir:

$$D = I_2 - I_1$$

Böylece,

$$D = I_1 \exp(-\mu_c \rho_c t_c) - I_1$$

ve dolayısıyla şu çıkarım elde edilir:

$$D = I_1 [\exp(-\mu_c \rho_c t_c) - 1]$$

Bu denklem, çıkarma sinyalinin (D), canlı görüntüden olduğu kadar maske görüntüsünden de bilgi içerdiğini belirtir. Sonuç olarak, çıkarma görüntüsündeki opaklaşmış damarların yoğunluğu, hastanın damarlarının arkasında kalan ve üst üste binen anatomik yapılara bağlı artefaktlar içerecektir. Bu artefaktlar, maddede radyasyon zayıflamasının logaritmik doğasından kaynaklanır. Çıkarmadan önce iletilen yoğunlukların doğal logaritması hesaplanarak bu artefaktlar bir miktar olarak azaltılabilir. Bu işlemden sonra, çıkarma görüntüsü çevreleyen anatomiden herhangi bir artefakt olmaksızın artık yalnızca kontrast ortamına bağlıdır. Şöyle ki logaritmik dönüşüm uyguladığımızda denklem şu şekilde olur:

$$D_{\log} = \ln I_2 - \ln I_1$$

Böylece:

$$D_{\log} = \ln I_1 - \mu_c \rho_c t_c - \ln I_1$$

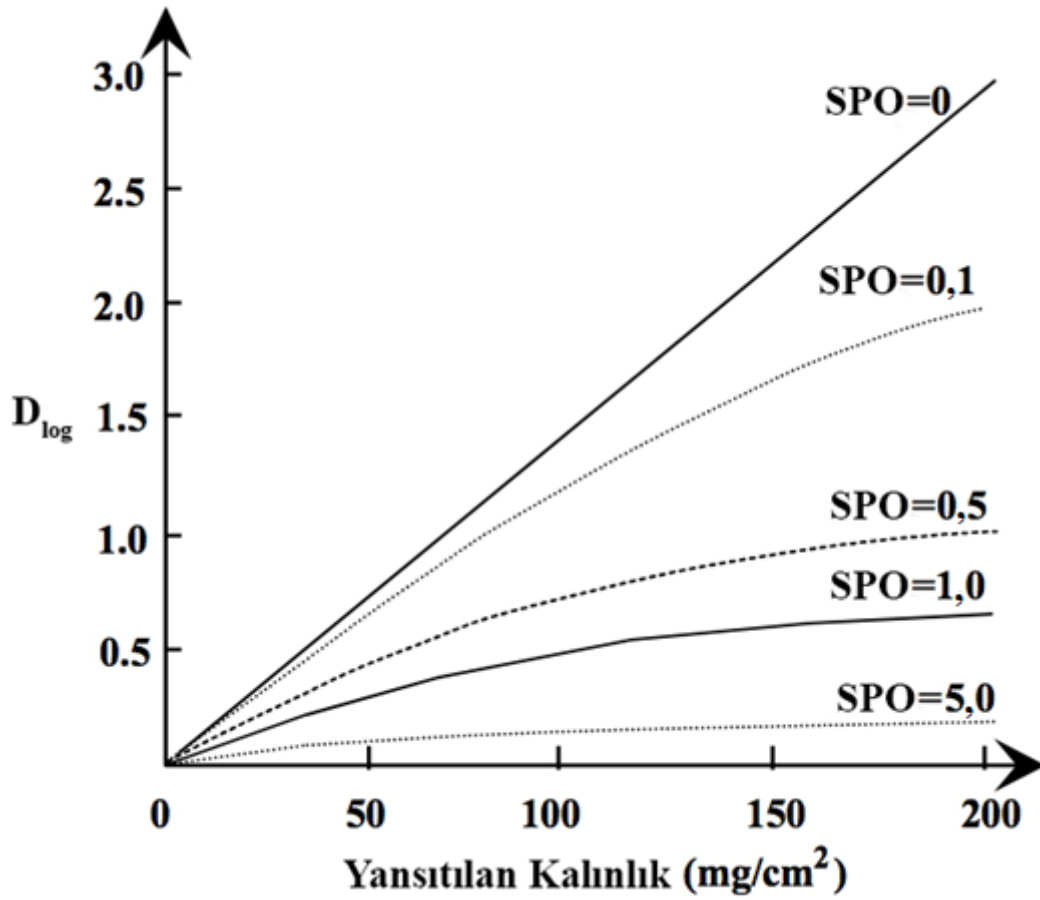
ve bu nedenle şu sonuca ulaşılır:

$$D_{\log} = - \mu_c \rho_c t_c$$

Çoğu DSA sistemi, çıkarma işleminden önce hem maske hem de canlı görüntüleri logaritmik olarak dönüştürmek için bu denklemi temel alır. Bu logaritmik çıkarma işleminin ikinci bir teorik avantajı, uzaysal değişkenliklerden etkilenmeyen görüntülerin üretilebilmesidir. Örneğin, X-ışını görüntü yoğunlaştırıcıları, önemli uzaysal düzensizlikler gösterir.

Logaritmik çıkarmanın üçüncü bir teorik avantajı, görüntü yoğunluğunun kontrast ortamının ($\rho_c t_c$) yansıtılan kalınlığıyla doğru orantılı olduğu görüntülerin üretilmesidir. Logaritmik çıkarmanın bu özelliği, klinikte kullanılan ve yararlı olan darlık yüzdesi ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu gibi fonksiyon endekslerini hesaplamak için görüntülerin dansitometrik analizinin kullanımını mümkün kılmıştır. Bununla birlikte bu sonuçların bir dizi basitleştirici varsayımına (Monoenerjetik radyasyon, saçılma olmaması gibi) dayandığına dikkat etmek önemlidir. Logaritmik çıkarma, klinik DSA'da yaygın olarak uygulanmaktadır (42).

Gri skala resim görüntü verisinin kompresyonu, doğrudan logaritmik dönüşümün ardından ve dönüştürülmüş piksel değerlerinin bir ölçekleme faktörü ile çarpılmasıyla tekrar gri skalanın oluşturulmasıyla elde edilir. Dijital substraksiyon anjiyografi terimi basitleştirilmiş bir terim olarak değerlendirilebilir, çünkü bu teknik ideal olarak, logaritmik dönüşüm ve çarpma işleminden sonra piksel değerlerinin çıkarılmasını içermektedir.



Şekil-8: D_{log} 'un bir dizi saçılan-primer oranı (SPO) için kontrast maddenin yansıtılan kalınlığına bağımlılığı

Şekil-8'de D_{log} 'un bir dizi saçılan-primer oranı (SPO) yani, tespit edilen saçılmış ve primer radyasyon yoğunluklarının oranları için kontrast maddenin yansıtılan kalınlığına bağımlılığı görülmektedir. Şekilde, SPO arttıkça D_{log} 'un önemli ölçüde azaldığı ve yansıtılan kalınlığa olan bağımlılığın doğrusal olmayan hale geldiği görülmektedir. Örneğin, 50 mg.cm⁻²'lik yansıtılan kalınlıkta, saçılma olmayan duruma göre SPO'nun 5 olduğu durumda D_{log} 'un yaklaşık %85 oranında azaldığı, yani opasifiye bir damarın kontrastının bu oranda azalacağı görülmektedir. Buna ek olarak, örneğin SPO = 5 olduğunda yaklaşık 20 mg.cm⁻²'nin üzerinde D_{log} 'un yansıtılan kalınlıktan nispeten bağımsız hale geldiği görülmektedir. Dolayısıyla farklı yansıtılan kalınlıkları ayırt etme kabiliyetinin ve dolayısıyla damar opasitesinin önemli ölçüde bozulduğu görülmektedir (43).

Ancak klinik görüntüleme koşullarında SPO ile ilgili farklı bir durum bulunmaktadır. Tablo 1’de bu durumu göstermek için göğüs radyografisi için ölçülen SPO’lar görülmektedir. Örneğin, grid kullanılmadığında SPO’nun tüm anatomik bölgeler için birden büyük olduğu, yani saçılan ışın yoğunluğunun primer ışın yoğunluğundan fazla olduğu görülmektedir. En büyük SPO azaltımının 12:1 grid kullanıldığında elde edildiği de görülmektedir. Buna göre, hava boşluğu ya da grid kullanımı gibi saçılma azaltma tekniklerinin opasifiye damarların kontrastını iyileştirdiği görülebilir.

Tablo-1: Farklı görüntüleme tekniklerinde göğüs fantomunun dört bölgesinin SPO’ları (44)

Görüntüleme Tekniği	Akciğer	Kot	Kalp	Mediasten
Gridsiz	1,22	1,78	4,26	10,10
30 cm’lik hava boşluğu	0,54	0,61	1,78	4,56
6:1 Grid	0,59	0,75	1,70	3,55
12:1 Grid	0,35	0,47	0,85	1,33

SPO: Saçılan-primer oranı

Bilgisayarlı görüntü işleme kullanılarak daha iyi saçılma azaltma elde edilebilir. Görüntü işleme yöntemleri, hasta görüntülerinden substraksiyon için saçılma alanlarının tahminlerine ve görüntü dekonvolüsyon tekniklerine dayalı olan yöntemleri içerir. Saçılma substraksiyon teknikleri, homojen, az değişim gösteren bir dağılım alanını hesaplamak için saçılma ölçümlerini ve primer ölçümleri kullanır, genellikle kullanışsızdır ve anatominin en az iki projeksiyonunu gerektirir. Ek olarak, çıkarılan görüntüler, dijitalize verilerin doğasının bir sonucu olarak düşük bir dinamik aralığa ve düşük sinyal-gürültü oranına (SGO) sahiptir, çünkü çıkarma işlemi sinyali azaltmakla birlikte gürültü sabit kalmaktadır (45).

Görüntü dekonvolüsyon teknikleri, saçılım alanı için düşük bir uzaysal frekans aralığının varsayıldığı ve bu frekansların saçılım düzeltme işleminde bastırıldığı uzaysal filtreleme işlemlerine dayanmaktadır. Ancak bu yaklaşım, varsayıma dayalı olup belirli bir saçılma alanındaki gerçek uzaysal frekansların tam bilgisinden yoksundur.

IV.B. DSA Görüntülerinde Gürültü

Görüntü çıkarma işlemi, görüntülerdeki gürültüye karşı oldukça hassastır. Kuantum beneklemesinde oluşan gürültü varyanslarının bu süreçte eklenmesi nedeniyle çıkarma işleminin doğrudan bir sonucu olarak teorik olarak gürültü yaklaşık %40 artmaktadır. Sonuç olarak, anjiyografik detayların tespit edilebilirliğini iyileştirmek için DSA görüntüleme gürültü azaltma tekniklerinin uygulanması gerekir. DSA görüntülerindeki ana gürültü kaynakları, X-ışını üretiminin rastgele doğasından kaynaklanan kuantum gürültüsü ve görüntüleme sisteminin elektronik bileşenlerinden kaynaklanan sistem gürültüsüdür. Örneğin, X ışını görüntü yoğunlaştırıcı (XII) tabanlı floroskopide sistem gürültüsünün ana kaynağı genellikle video kameradan kaynaklanmaktadır (46, 47).

Bu gürültü kaynaklarının etkisi, görüntüler içinde bazı bölgelerde noktalı görüntüler oluşmasına neden olabilir. Bu sebeple DSA görüntülerinin kalitesinin bir göstergesi, görüntülerin opasifiye bölgelerinin sinyal-gürültü oranıdır (SGO). Yüksek radyasyon dozu ve kaliteli görüntüleme bileşenleri kullanıldığında SGO doğal olarak yüksektir. Bununla birlikte SGO, yapılan çekimde araştırılan bölgenin opasitesine ve kullanılan kontrast maddenin miktarına da bağlıdır.

Kuantum gürültüsü baskın gürültü kaynağı olduğunda, SGO kontrast maddenin konsantrasyonu ρ_c ve XII girişinde absorbe edilen X ışını dozunun karekökü $\sqrt{D_{XII}}$ ile doğru orantılıdır (48). Buna göre;

$$SGO \propto \rho_c \sqrt{D_{XII}}$$

Bu ilişki, SGO'yu iki katına çıkarmak için damardaki kontrast maddenin konsantrasyonunun iki katına çıkarılması ya da radyasyonu maruziyetinin dört katına çıkması gerektiğini göstermektedir. Her iki yöntemin de hasta için risk artışı içerdiği açıktır.

SGO'yu faydalı bir şekilde etkilediği gösterilebilecek diğer faktörler şunlardır:

- a. Bir görüntüde tüm bölgeler için kabaca benzer bir geçirgenlik oluşturmak için yüksek geçirgenliğe sahip bölgelere bolus

materyali gibi objeler yerleştirerek bir görüntü boyunca geçirgenliğin eşitlenmesi.

- b. İyot K-edge değerinin biraz üzerinde bir X-ışını enerjisi seçme (yani 33 keV'nin üzerinde). Sonuç olarak, daha düşük miktarda kilovoltaj kullanıldığında (örneğin 100 kV yerine 65 kV), K-edge değeri ve X-ışını tüpünün gücü limitinde daha iyi SGO elde edilir.

Yukarıdaki çıkarımlar, kuantum gürültünün, görüntüleme farklı kaynakların sebep olduğu gürültüde dominant olduğunu varsayarak ortaya konmuştur. Bu koşul, ancak yüksek kaliteli görüntüleme bileşenleri kullanılarak sağlanabilir. Ayrıca, sistem gürültüsü kuantum gürültüsüne göre fazla olduğunda (örneğin, gürültülü veya arızalı video kameralı bir floroskopi cihazı gibi), radyasyon maruziyetindeki artışın görüntülerdeki gürültüyü azaltmaya faydası olmayacaktır (48).

DSA görüntü işlemcisi kullanılarak da görüntüdeki gürültü azaltılabilir. Bu, çekimi takiben ve çıkarma işleminden önce anjiyografi imaj dizisine ortalama alma işlemi (averaging) uygulanarak elde edilir. Görüntü ortalama alma işleminin en basit tipi, bir dizi imajın üst üste eklenmesini ve imaj sayısına bölünmesini içerir. İstatistiksel değerlendirmelere dayanarak, bu işlemin gürültüyü ideal olarak \sqrt{N} faktörü ile azalttığı gösterilebilir. (N: Ortalama yapılan imaj sayısı) Bu nedenle, SGO'yu ikiye katlamak için dört görüntünün ortalaması alınmalıdır. SGO iyileştirmesi, görüntüleri entegre ederek (yani ekleyerek) ve ardışık filtreleme yoluyla da elde edilebilir. Ardışık filtreleme, üssel ağırlıklı hareketli ortalama (exponentially-weighted moving average) işleminin anjiyografik görüntü dizilerine uygulanmasını içermektedir. Bu tür filtrelemenin basit ortalamadan daha güçlü olduğu ve $\sqrt{2N-1}$ değerinde teorik bir SGO iyileştirmesi sağlayacağı gösterilmiştir. Dijital gürültü azaltma teknikleri genellikle DSA görüntü işlemcisinin görüntü aritmetik mantık birimi (Arithmetic/Logic Unit - ALU) bileşeni kullanılarak gerçekleştirilir (49).

Dijital gürültü azaltmada kullanılan temporal ortalama özelliği, görüntünün prezentasyonu amacıyla da kullanılabilir, böylece bir çekimde

kontrast maddenin hareketinin zaman akışı yalnızca bir görüntü kullanılarak gösterilebilir. Bu tip görüntüye vasküler trase adı verilir.

Konvansiyonel DSA görüntülemesi, temporal filtrasyon denen genelleştirilmiş görüntü işleme biçiminin bir alt kümesi olarak düşünülebilir. Bu yaklaşım, elde edilen görüntülerde ortak olan özellikleri ortadan kaldırmak ve görüntü dizisinin zaman akışı sırasında değişen özelliklerini geliştirmek için görüntülerin zamana göre işlenmesine yönelik bir tekniktir. Ek olarak, bu substraksiyonun istenen sonucu elde edebilecek olası mekanizmalar ailesinden yalnızca bir mekanizma olduğunu göstermektedir. Örneğin, konvansiyonel DSA'nın bir dezavantajı, diagnostik görüntünün elde edilmesine katkısı olmayan hasta dozudur. Ekstrem bir örnek olarak, 25 görüntünün alınmasını içeren bir DSA görüntü dizisini düşünün ve bu görüntülerden yalnızca ikisinin ilgili damarları gösteren bir imaj oluşturmak için kullanıldığını varsayın. Bu durumda, dozun sadece %8'i (yani 2 / 25'i) kullanılır ve kalan %92 esasen boşa harcanır. Görüntü dizisinin temporal filtrasyonu, diagnostik bir görüntünün oluşturulmasında yer alan dijital işleme için 25 görüntüden sadece ikisinden fazlasını dahil ederek bu limitasyonun üstesinden gelmeye çalışır.

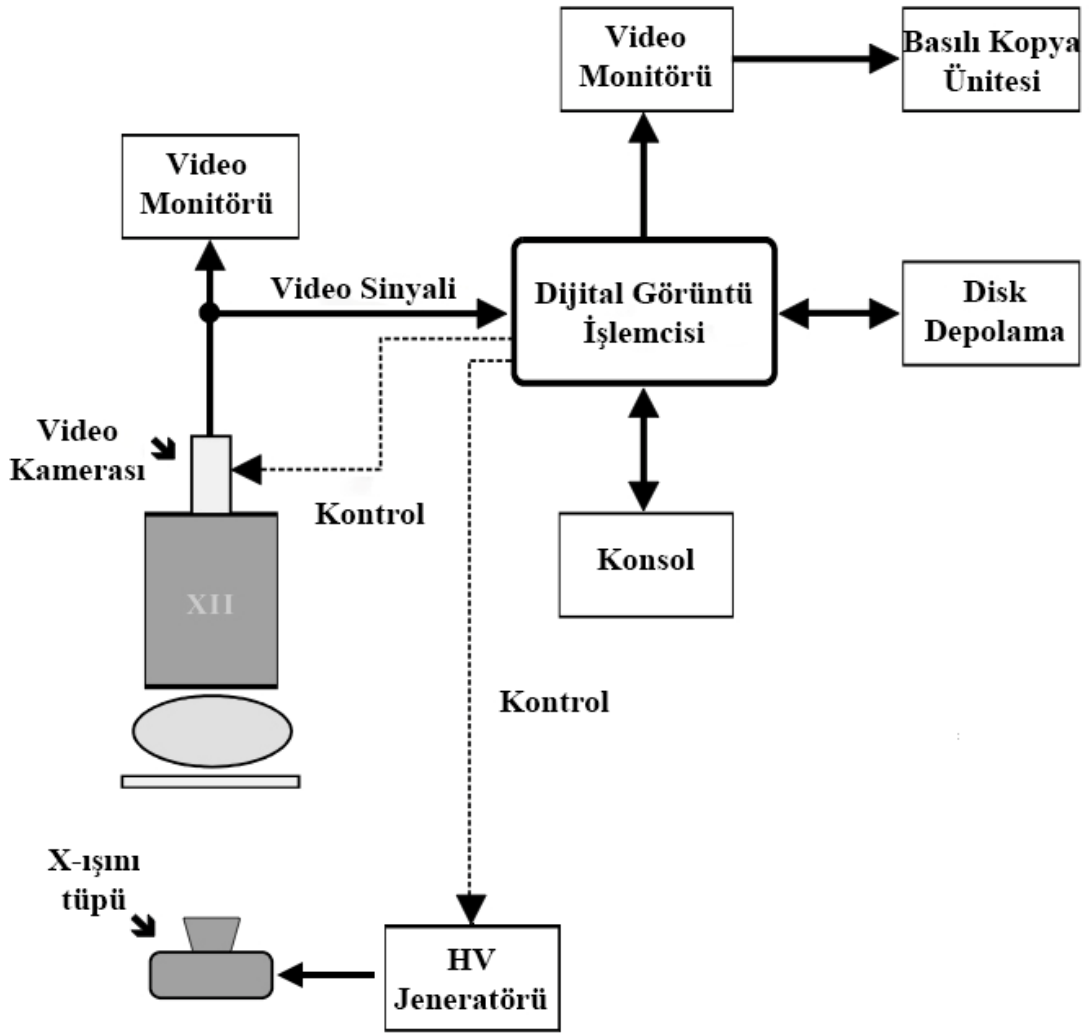
Temporal filtreleme yöntemlerinden biri de entegre maske modu DSA'dır. Bu yöntemde entegre bir maske görüntüsü oluşturmak için kontrast madde geçişinden önce elde edilen bir dizi imajın eklenmesini (entegre edilmesi de denir) ve entegre canlı görüntü oluşturmak için bir dizi pik opasifikasyon imajlarının eklenmesini içerir. Böylece, her bir entegre maske ve canlı görüntü oluşturmak için dört imaj kullanıldığında, 25 görüntünün sekizi artık çıkarma işleminde kullanılmakta ve sonuç olarak, dozun yalnızca %68'i boşa gitmektedir ve sonrasında daha düşük gürültülü bir substraksiyon görüntüsü elde edilmektedir (50).

Eşleştirilmiş Filtreleme olarak adlandırılan diğer bir temporal filtreleme yöntemi, 25 görüntünün tümünü kullanmaya çalışır. İlgili vasküler yapıdaki kontrast maddenin konsantrasyonundaki zamansal değişiminden elde edilen bilgilerin kullanılmasını içerir. Bu bilgiler, damarın bir bölgesi için dilüsyon eğrisini, yani kontrast maddenin zaman içerisindeki değişiminin bir

grafiğini çizmek için dansitometrik analiz yazılımı kullanılarak elde edilir. Bu dilüsyon eğrisi daha sonra dizideki her görüntüye uygulanan bir dizi ağırlık faktörünü tanımlamak için kullanılır ve bunun sonucunda elde edilen görüntüler basitçe birbirine eklenir. İşlenmiş DSA görüntüsü, görüntülerin entegrasyonunun bir sonucu olarak nispeten yüksek bir SGO'ya sahiptir (50). Bu tür filtrelerin daha da iyileştirilmesi, görüntülenen görüntü verilerine varış zamanı ve zirveye ulaşma süresi gibi parametrelerin renk kodlaması için kullanılabilir. Eşleştirilmiş Filtrasyonun hem teorik hem de deneysel olarak iyi görüntü kalitesi ve doz kullanım özelliklerine sahip bir DSA görüntüleme süreci oluşturduğu gösterilmiş olmasına rağmen, yaygın klinik uygulama kazanamamıştır (51).

IV.C. DSA Bileşenleri

DSA görüntüleme sistemleri floroskopi sistemlerinin bilgisayar teknolojisi ile entegre edilmesine dayanır. Şekil-9, XII-video teknolojisine dayanan DSA için kullanılan bir görüntüleme sisteminin blok diyagramını göstermektedir. Video kameradan gelen görüntülerin manipülasyon, depolama ve görüntüleme için bir dijital görüntü işlemcisine beslendiği görülmektedir. Aralıklı pozlama modunu uygulamak için, görüntü işlemcisinin hem video kamera hem de yüksek voltaj (high voltage-HV) jeneratörüyle arasında kontrol bağlantıları gereklidir. Bu kontrol bağlantıları, HV jeneratörüne her bir pozlama darbesini başlatması ve video kameranın uygun çalışma modunu seçmesi talimatını vermek için kullanılır. Sistemler sıklıkla XII ve video kamera arasında değişken bir optik diyafram içerir (49). Bu cihaz şekle dahil edilmemiştir.



Şekil-9: XII-video teknolojisi tabanlı DSA görüntüleme sisteminin blok diagramı. XII: X ışını görüntü yoğunlaştırıcı (X-ray Image Intensifier), HV: Yüksek voltaj (High Voltage)

Aralıklı pozlama yapan DSA için kullanılan yoğun radyasyon, XII çıkışında nispeten parlak görüntüler üretir. Bu tür parlak XII görüntülerin video kamerayı satüre etmesi muhtemeldir çünkü tipik olarak video kamera ışığa karşı yüksek bir duyarlılığa sahiptir. Optik diyafram genellikle video kamera hedefinin aydınlatmasını kontrol etmek için kullanılır. Hastaya pozisyon verme amacı için floroskopi görüntülerinde geniş diyafram ve DSA çekimi sırasında dar diyafram aralığı kullanılır. Diyaframın tam ayarı, incelemenin tipine bağlıdır ve genellikle dijital görüntü işlemcisi tarafından otomatik olarak ayarlanır (52).

DSA için yüksek güçlü X-ışını jeneratörleri ve X ışını tüpü gereklidir. Bu nedenle, örneğin çok kısa poz sürelerinde 100 kV ve 1000 mA'ya kadar ulaşabilen ışımayı üretebilen jeneratörler ve yüksek ısı kapasitesine ve küçük fokal spota (örn. 0,5 mm) sahip X ışını tüpleri kullanılır. Jeneratör ayrıca, kateter kılavuzu ve hastaya pozisyon verme amaçları için düşük dozlu, sürekli ışınlama oluşturabilmelidir.

Aralıklı pozlama DSA için özel amaçlı video kameralar gereklidir. Tasarımlarını etkileyen faktörlerden biri, daha önce bahsedildiği gibi düşük gürültülü bileşenlere olan ihtiyaçtır. Bu koşul, diyot konfigürasyonlarına dayalı elektron tabancalı kameralar kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu tür tasarımlar, video kameranın hedefini taramak için nispeten büyük elektron akımlarının kullanılmasına izin verir ve düşük gürültülü görüntülerle sonuçlanır. 60 dB (1000:1) düzeyinde SGO'lara sahip video kameraların gerekli olduğu bulunmuştur (52).

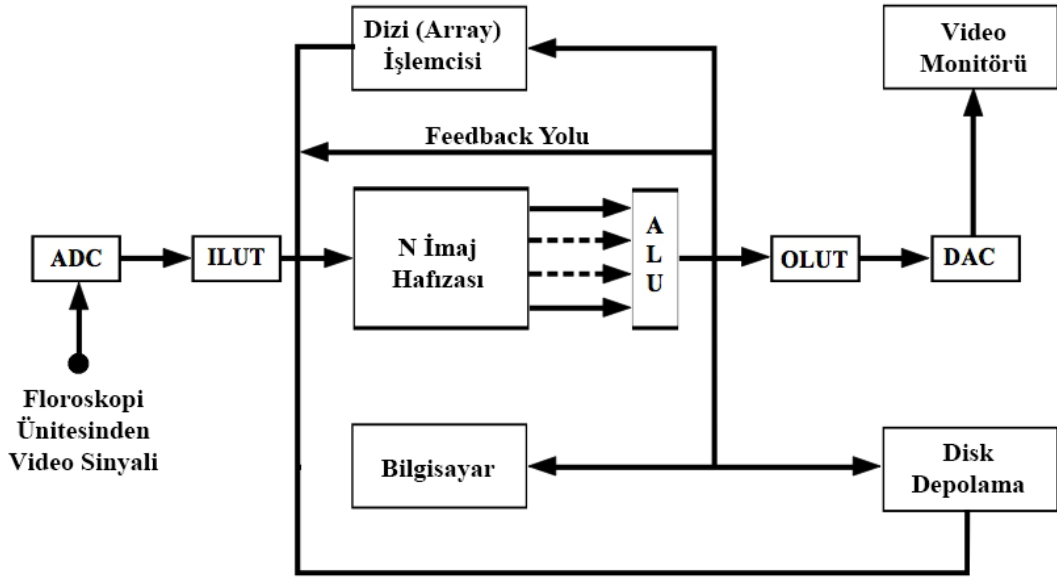
Aralıklı poz DSA için video kameraların tasarımını etkileyen ikinci bir faktör, iyi temporal çözünürlüğe sahip görüntüler üretme gereksiniminden kaynaklanır. Bu nedenle, kamera hedefi düşük kalıcılığa sahip veya başka bir deyişle düşük gecikmeli malzemelerden yapılmalıdır. Böyle bir hedef, Plumbicon kameralarında olduğu gibi kurşun oksit kullanılarak elde edilebilir. Bu tür bir hedef kullanmanın diğer avantajı, görüntülerin daha sonraki matematiksel işleme için avantajlı olan, gama ünitesi ile transfer özelliğidir.

Kamera tasarımını etkileyen üçüncü bir faktör, hedefi elektron ışınıyla okumak için kullanılan özel tarama modudur. Bunun için hem geçmeli (interlaced) hem de tek geçişli (progressive) tarama kullanılır (52).

Son zamanlarda, yüksek çözünürlüklü video kameralar DSA'da kullanılmaktadır. Bunlar arasında, saniyede 25 kareye (fps) kadar 1024 x 1024 x 10 bit görüntüler oluşturan 1049 satırlı plumbicon'lar, CCD kameralar ve 7,5 fps'ye kadar 2048 x 2048 x 10 bit görüntüler oluşturan 2099 satırlı plumbicon'lar bulunur (53).

IV.D. DSA İmaj İşlemcisi

Bir DSA görüntü işlemcisinin blok diyagramı Şekil-10'da gösterilmektedir. XII-video görüntü reseptöründen gelen video sinyallerinin bir analogdan dijitale dönüştürücü (Analog-Digital Converter - ADC) kullanılarak sayısallaştırıldığı ve elde edilen dijital verilerin, imaj hafızasında depolanmadan önce bir giriş arama tablosundan (Input Look-Up Table - ILUT) geçirildiği görülmektedir. ILUT genellikle elde edilen görüntüleri logaritmik olarak dönüştürmek için kullanılır. Bazı sistem tasarımlarında logaritmik işleme, görüntü belleği ile ALU arasında bir arama tablosu kullanılarak gerçekleştirilmektedir ve bu arama tablosunda, subtrakte edilmiş görüntülere logaritmik dönüşüm uygulanırken, görüntülenen subtrakte edilmemiş görüntüler ise geleneksel nonlogaritmik formatta görünmektedir (54).

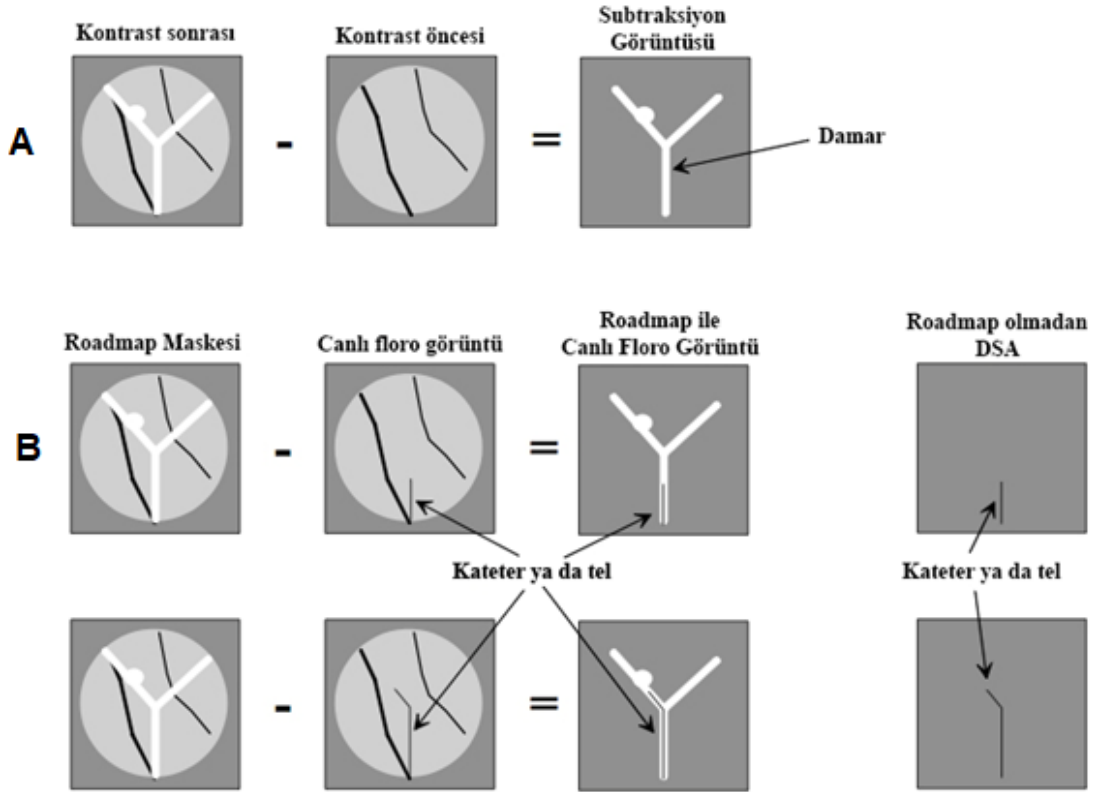


Şekil-10: DSA imaj işlemcisinin diagramı. ADC: Analogdan dijitale dönüştürücü (Analog-Digital Converter), ILUT: Giriş arama tablosu (Input Look-Up Table), ALU: Aritmetik mantık birimi (Arithmetic/Logic Unit), OLUT: Çıktı arama tablosu (Output Look-Up Table), DAC: Dijitalden analoga dönüştürücü (Digital-Analog Converter)

Rutin DSA için en az üç görüntü hafızası gereklidir, bunlar; her bir frame için maske görüntüsü, canlı görüntü ve subtrakte görüntüdür. Ancak çoğu sistem üçten fazla görüntüyü saklama kapasitesine sahiptir. Görüntü çıkarma işlemi ALU kullanılarak gerçekleştirilir. Subtrakte görüntü ise bellekte saklanabilmesi için feedback yolu boyunca geriye yönelik bilgi sağlamaktadır. ALU, gürültü azaltma amacıyla görüntülerin ortalamasını almak için de kullanılabilir.

Şekilde gösterilen görüntü işlemcisi tipi, DSA görüntülemenin temeli üzerine bir dizi varyasyon uygulamak için de kullanılabilir. Bu varyasyonlardan biri, DSA çalışması sırasında maske görüntüsü belleğinin içeriklerinin periyodik olarak güncellenmesini içeren zaman aralığı farkı (Time-Interval Difference - TID) görüntülemesi olarak adlandırılır. Bu yaklaşım, görüntüler arasındaki kısa vadeli değişikliklerin görüntülenmesine izin verir. Bu yolla, kardiyak kasılmalar gibi hızlı değişen olaylar görüntülenebilir (49).

İkinci bir varyasyon, hastanın aynı bölgesindeki hem arteriyel hem de venöz yapıların (örnek, karotis arterler ve juguler venler) görüntülerinin alınmasıdır. Böylece arteriyel fazdaki bir maske görüntüsü venöz fazdaki canlı görüntüden çıkarıldığında, hem arteriyel hem de venöz damarları gösteren subtrakte bir görüntü oluşturulabilir. Üçüncü bir varyasyon, yol haritalama (roadmap) olarak adlandırılır (Şekil-11). Yol haritalamada tepe opasifikasyondaki bir görüntü maske olarak kullanılır ve sonraki subtraksiyon görüntüleri, ek kontrast madde enjeksiyonu olmadan, bir kateterin veya kılavuz telin ilerlemesini yönlendirmek için kullanılır (49).



Şekil-11: Yol haritalama (Roadmap): A) Roadmap maskesi olarak kullanılan maksimum damar opasitesine ulaşılan kontrast sonrası görüntünün oluşturduğu geleneksel DSA görüntüsü. B) Kılavuz telin yerleştirilmesi sırasında canlı floroskopik görüntülerin roadmap maskesinden çıkarılmasının sonucu oluşan görüntüler. Kılavuz tel, geleneksel DSA'nın kullanıldığı durumuna aksine vasküler yapı üzerine yerleştirilmiş olarak görülebilmektedir.

DSA'ya özgü olan bir takım görüntü manipulasyon yöntemleri şunlardır:

Yeniden maskeleme (Remasking): Bu işlem, hasta maske görüntüye göre canlı görüntüler alınırken hareket ettiğinde ortaya çıkan çıkarılmış görüntülerde hareket artefaktlarını azaltmak için kullanılır (Şekil-12). İşlem genellikle, görüntülenen DSA görüntüsündeki hareket artefaktlarının etkisini en aza indirmek için, çekimin ardından interaktif olarak daha uygun bir maske görüntüsünün seçilmesini içermektedir.



Şekil-12: Femoropopliteal DSA incelemesinde hareket artefaktı örneği.

Yeniden kayıt (Reregistration): Bu işlem aynı zamanda DSA görüntülerindeki hareket artefaktlarını azaltmak için kullanılır ve genellikle

piksel kaydırma olarak adlandırılır. İşlem, maske görüntüsünün canlı görüntüye göre küçük hareketlerle uzaysal olarak kaydırılmasını içerir. Böylece her iki görüntü için ortak olan özelliklerin iyileştirilmiş hali elde edilir. Bir pikselin fraksiyonu düzeyinde dikey ve yatay kaymalar, operatör etkileşimi altında mümkündür. Dizi işlemcisi, gerekli hesaplamaları yapmak ve görüntü kaymalarını gerekli hızlarda gerçekleştirmek için kullanılabilir. Bununla birlikte, görüntüye yansıyan vücut hareketlerinin karmaşık doğası nedeniyle, basit dikey ve yatay kaydırmalarla tüm hareket artefaktlarının görüntülerden kaldırılması mümkün değildir. Bu yaklaşım genellikle görüntüler içindeki izole bölgeler için kullanışlıdır.

Anatomik işaretleme (Landmarking): Bu işlem, subtrakte görüntülerde anatomik işaretler sağlamak için kullanılır. Genellikle canlı görüntünün tamamının değil, yoğunluğunun bir kısmının (örneğin %90 yoğunluk) maske görüntüsünden çıkarılmasıyla elde edilir (54).

Spasyal geliştirme (Spatial enhancement): Bu işlem, çıkarılmış görüntülerinin kozmetik açıdan iyileştirmek için kullanılır. Bu yolla damarların kenarları daha belirgin bir şekilde görüntülenir (örn. Kenar iyileştirme) veya görüntülerdeki keskin geçişler bastırılır (örn. Görüntü yumuşatma). Gerekli hesaplamaları yüksek hızlarda gerçekleştirmek için bir dizi işlemcisi kullanılabilir (54).

Niceleme (Quantification): Bu işlem, DSA görüntülerinden kantitatif bilgileri çıkarmak için kullanılır. Bu amaçla özel yazılıma sahip genel amaçlı bir bilgisayar kullanılır. İki genel yaklaşım uygulama bulmuştur. Bunlardan biri olan geometrik analizde bir görüntüdeki ilgilenilen noktalar arasındaki piksel sayısının veya görüntüde belirli bir bölgedeki piksel sayısının ölçülmesini içerir. Örneğin, bir damardaki stenotik bölge, damarın stenoz olmayan bir bölgesine göre karşılaştırılabilir veya sol ventrikülün projeksiyonu sistolik ve diyastolik görüntülerde karşılaştırılabilir. Ek olarak, uygun görüntü kalibrasyonunu takiben, mesafeler geleneksel ölçüm birimleriyle (mm veya cm) hesaplanabilir. İkinci yaklaşım, dansitometrik analiz olarak adlandırılır ve görüntülerin opaklaşmış bölgelerindeki ortalama piksel değerinin hesaplanmasını içerir. Örneğin, kardiyak ejeksiyon fraksiyonu ve darlıklar da

bu yaklaşım kullanılarak değerlendirilebilir. Bu yaklaşımların her ikisi de genellikle damarların ve kalp odacıklarının sınırlarının doğru şekilde belirlenmesine dayanır. Bu nedenle, çoğu ölçüm yazılımı aynı zamanda sınır belirlenmesine yardımcı olan özellikler içerir. Hem geometrik hem de dansitometrik analizin önemli ölçüm artefaktlarını da içerebileceğini unutmamak gerekir. Geometrik analizde, artefaktlar öncelikle görüntü işlemeden dolayı izlenen uzaysal bozulmadan kaynaklanır. Dansitometrik analizde ise, bunlar esas olarak saçılmış radyasyondan ve istenmeyen parlaklıklardan kaynaklanır. Bu nedenle, doğru ölçümlerin gerekli olduğu durumlarda düzeltme tekniklerinin uygulanması gereklidir (54).

Bunlara ek olarak bolus izleme, rotasyonel anjiyografi ve volüm tomografik anjiyografi kullanılmaktadır. Bolus izlemede, kontrast maddenin ilerleyişi otomatik olarak takip edilir, ve bu bilgi masayı ve/veya tüp-görüntü reseptörünü bir sonraki anatomik bölgeye hareket ettirmek için kullanılır. Sonraki subtraksiyon görüntüleri periferel vasküler yapıların bir kompozit görüntüsünü oluşturmak için kullanılabilir (55).

Rotasyonel Anjiyografide, C-kolu gibi bir düzeneğin, görüntüleme sırasında saniyede 10-30 derece dönmesi sağlanır. Bunu takiben subtraksiyon görüntülerinin dinamik görüntüleri, kolayca anlaşılabilir bir 3 boyutlu sunum oluşturmak için kullanılabilir, böylece vasküler yapılar içindeki karmaşık ilişkiler daha kolay anlaşılabilir (55).

Volüm tomografik anjiyografi, görüntüleme esnasında C-kolunun hasta etrafında döndürülmesiyle elde edilir ve BT'ye benzemektedir. Görüntü verilerine, opasifiye vasküler yapının üç boyutlu görüntülerinin oluşturulmasına izin veren bir hacim rekonstrüksiyon algoritması uygulanır. Örnek olarak nöroanjiyografik çekimlerde, veri toplama tipik olarak iki rotasyonel çalışmayı içerir: Bunlardan biri kontrast enjeksiyon öncesi ve diğeri enjeksiyon sonrasıdır. Kontrast öncesi çekim, maske çekimi olarak adlandırılırken kontrast sonrası olana doldurma (Fill) çekimi adı verilir. Ortaya çıkan 3 boyutlu görüntüler, görüntünün rekonstrüksiyonu için kullanılan kontrast madde verilerini oluşturmak için subtrakte edilebilir (DSA'ya benzer şekilde) (56).

V. Radial Giriş Yöntemi

Başarılı radial giriş işlemi için arterial girişlerde özellikle transfemoral girişte tecrübeli olmak gerekir. Giriş için temel prensipler benzerlik göstermektedir, sadece radial arter kalibrasyonu daha küçüktür. Ayrıca radial giriş planlandığında giriş yerinin değişmesi ihtimaline karşın femoral giriş için de uygun hazırlığın yapılmış olması gerekmektedir.

Radial girişte ultrasonun kullanılması özellikle ilk denemede girişin sağlanabilmesi ile arterin travmatize edilmesi ve vazospazm gelişmesi riskini azaltması açısından önemlidir. Parmak ucu palpasyonunun 2-4 mm ile sınırlı iki nokta ayrımı yapabilmesi nedeniyle sonografik girişin palpasyona üstünlüğü mevcuttur. Özellikle küçük kalibrasyon, derin seyir veya hipotansiyon nedeniyle hissedilebilecek zayıf nabız, palpasyon eşliğinde erişimi zorlaştırabilmektedir.

Küçük veya mükümler bir arterde tek duvar tekniği ile tel yerleştirme için gerekli olan optimal intralüminal iğne pozisyonunu korumak zor olabilir. Konjestif kalp yetmezliği ya da yüksek venöz basınç nedeniyle radial venler genişleyebilir ve yanlılıkla kanüle edilebilir. Kalsifiye arterlerde, damar iğne ucundan kaçabilir veya giriş için ek çaba gerekebilir. İçinde pıhtı gelişen bir iğne ile arterin başarılı bir şekilde kanüle edilip edilemediği anlaşılamayabilir. Ultrasonografinin kullanılması, radial giriş esnasında arterin iğneye göre yerinin veya girdikten sonra iğne ucunun lümen içindeki konumunun görülebilmesiyle bu tür riskleri önlemektedir.

V.A. Giriş Yerinin Hazırlanması

Hasta masaya yatırıldığı zaman radial giriş için kolu destekleyecek olan aparat hastanın sağ ya da sol kolunun altına (giriş yerine göre) yerleştirilmelidir. El bileği ekstansiyona getirildikten sonra el bileğinin altına desteklemek için hastanın konforunu sağlayacak uygun yumuşak bir materyal (havlu, spanç) yerleştirilmelidir. Sonrasında hastanın avucu ya da parmakları flasterle destek aparatına sabitlenmelidir. Satürasyon takibi için ise tercihen başparmağa puls oksimetre yerleştirilmelidir. Önkol distal bölgesi

ve el bileği antiseptik solüsyonla temizlenir. Sterilizasyon yapıldıktan sonra radial arter ortada kalacak şekilde giriş yeri çevresine delikli örtü yerleştirilir. Ultrasonografi cihazının probu steril şekilde giydirilerek girişe uygun hale getirilir.

V.B. Giriş Yöntemi

Tercihe göre tek duvar ya da çift duvar tekniğiyle giriş yapılabilir. Piyasada bulunan başlıca radial giriş kılıfları şunlardır: Flexor Radial Introducer (Cook Medical Inc), RadialSource, Avanti (Cordis, Bridgewater Township, NJ), PreludeEASE (Merit Medical Systems Inc), Adelante Radial (Oscor Inc, Palm Harbor, FL), Engage TR (St Jude Medical Inc, St Paul, MN), Radiofocus Introducer II, Glidesheath Slender (Terumo Interventional Systems), VSI Radial (Vascular Solutions Inc, Minneapolis, MN). Girişimsel radyoloji ünitemizde en yaygın kullanılan radial giriş kılıfı Radiofocus Introducer II (Terumo Interventional Systems)'dir.

Diagnostik ve tedaviye yönelik işlemler 5 ve 6 French (F) kılıflarla yapılabilmektedir. Bununla beraber radial artere 4-7 F arasında kılıflarla kateterizasyon yapılabilmektedir. Glidesheath Slender'in dış duvar genişliği 5F'dir, ancak ince duvara sahip olup 6F genişliğinde kateterlerin girişine izin vermektedir.

Palpasyonla girişlerde radial arter, radial stiloid sürecin birkaç santimetre yukarisından sol elin işaret parmağı ve orta parmağıyla ikisinin arası hafifçe açılarak palpe edilir. Sonrasında parmaklar medialden laterale doğru hareket ettirilerek nabızın en kuvvetli olduğu yer tespit edilmeye çalışılır. Bu işlem yapılırken radial arter basıyla kolaylıkla tıkanabildiğinden aşırı kompresyondan kaçınılmalıdır. Uygun giriş yeri tespit edildikten sonra iki parmak da radial arter trasesine uygun şekilde nabızı hissedecek şekilde açlandırılır. Sonrasında sağ el ile iki parmak arasında kalan kesimde radial arter üzerindeki cilde lokal anestezi uygulanır.

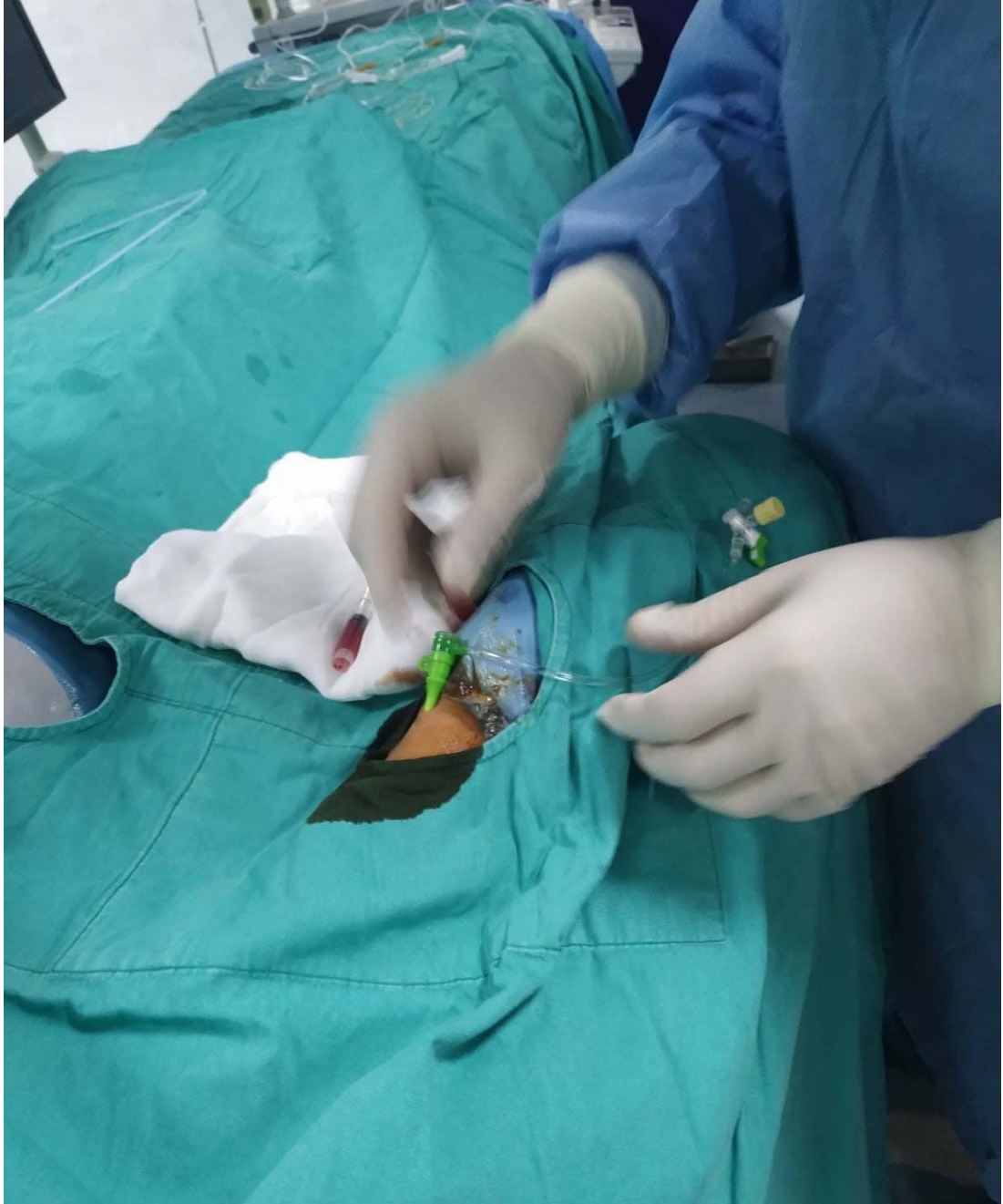
Sonografiyle girişte ise ultrason probu radial arter trasesine paralel olacak şekilde yerleştirildikten sonra radial arter görüntülenir. Probu hemen distalinden giriş yapılacak trasede cilde lokal anestezi uygulanır.

Tek duvar tekniği için iğne cilde 45-60 derece açıyla yerleştirildikten sonra damarın ön duvarı geçilene kadar ilerletilerek iğneden kan geldiği gözlenmeye çalışılır. Radial arter kalibrasyonu küçük olduğu için her zaman pulsatil akımı gözlemlemek mümkün olmayabilir. Sonrasında sol elin baş ve işaret parmağıyla iğne sabitlenir. Sağ elle kılavuz tel yerleştirilerek radial arter içerisinde ilerletilir. İlerletme esnasında dirençle karşılaşılmaması beklenir. Eğer dirençle karşılaşılıyorsa şu metotlar denenebilir: İğne hafifçe aşağıya aılandırılarak ilerletilmeye çalışılır, iğne saat yönünde ya da tersine hafif döndürülerek ilerletilmeye çalışılır. Eğer hala direnç devam ediyorsa iğne azıcık geri çekilerek tel ilerletilmeye çalışılmalıdır. Eğer iğne ucunun damardan çıktığı düşülürse kılavuz tel çıkarılarak iğneden kan gelip gelmediği gözlenmelidir. Bazen tel ilerletme esnasında iğneyle damarın arka duvarı geçilebilmektedir, bu durumda iğne azıcık geri çekilerek kanın tekrar geldiği gözlenebilir. 0,018 in tel ilerletildikten sonra iğne çıkarılarak kılıf dilatörüyle birlikte yerleştirilir. Kılıf yerleştirildikten sonra dilatörü çıkarılır ve giriş yeri işlem için hazır hale gelir.

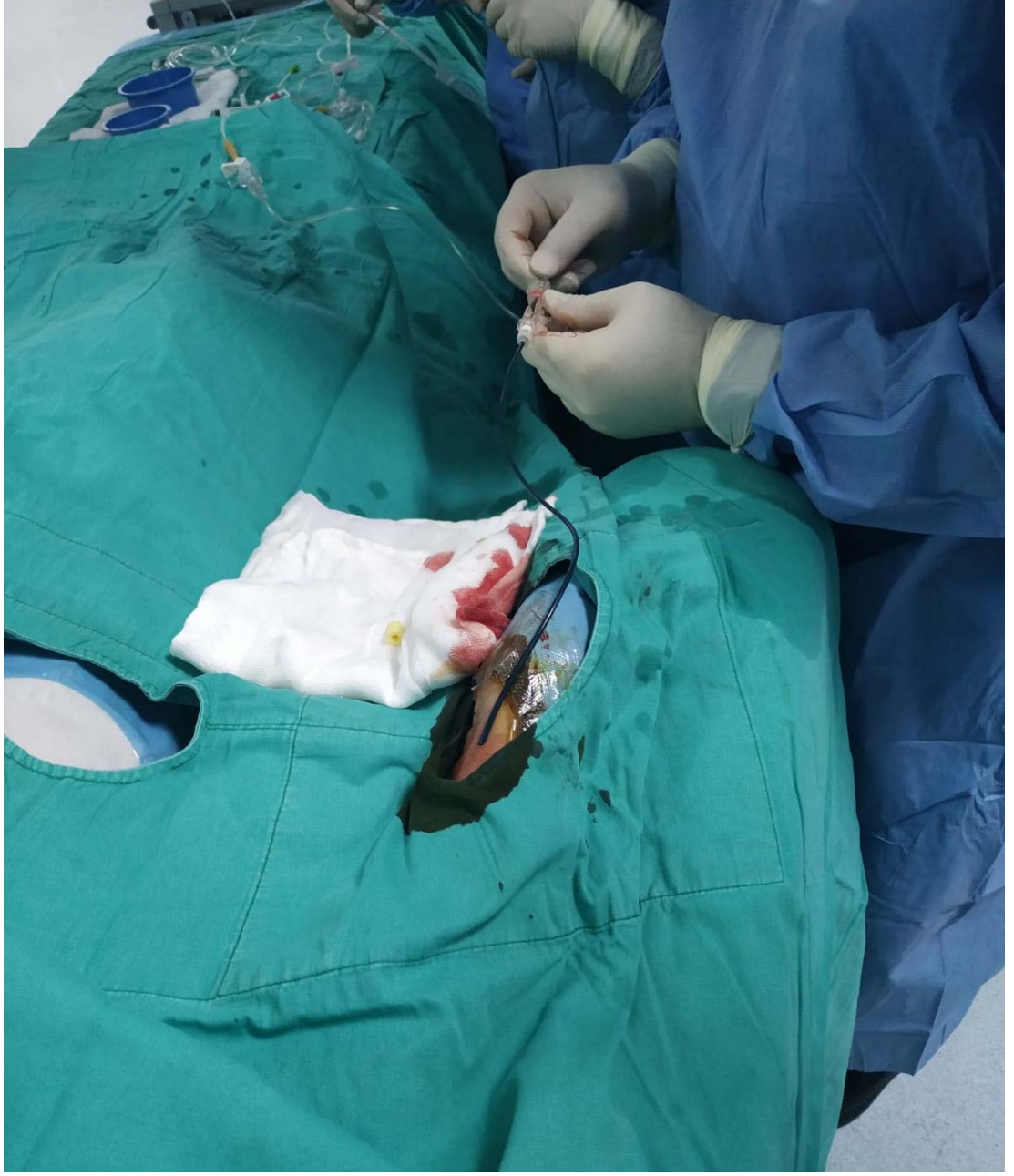
Çift duvar tekniği için radial arter sol el parmaklarıyla palpe edilirken lokal anestezi altında sağ el ile içerisinde iğne bulunan intravasküler kateter cilde 45-60 derece açıyla yerleştirilir. Önce ön duvar delinerek kanın iğneden geldiği gözlenir, iğne biraz daha ilerletilerek arka duvar delinir. İğne tamamen çıkarıldıktan sonra plastik kateter yavaşça geri çekilerek kateterden pulsatil şekilde kanın geldiği gözlenmeye çalışılır. Kateter içerisinden guidewire ilerletilerek radial artere girilir ve sonrasında kateter çıkarılarak yerine kılıf yerleştirilir. Kılıf yerleştirilmesi esnasında tercihe göre bisturiyle cilde hafif kesi yapılabilir.

Kılıf yerleştirildikten sonra kılıf yoluyla nitrat ya da kalsiyum kanal blokörü gibi vazodilatör ve heparin içeren ilaç kokteyli intraarterial olarak uygulanır. Sonrasında kateter yoluyla sisteme basınçlı kontrast madde verilmesiyle radial arter anatomisi ve kateter yerleştirilmesi esnasında gelişmiş olabilecek komplikasyonlar kontrol edilir. Herhangi bir problem görülmemesi durumunda artık hasta işleme hazır durumdadır.

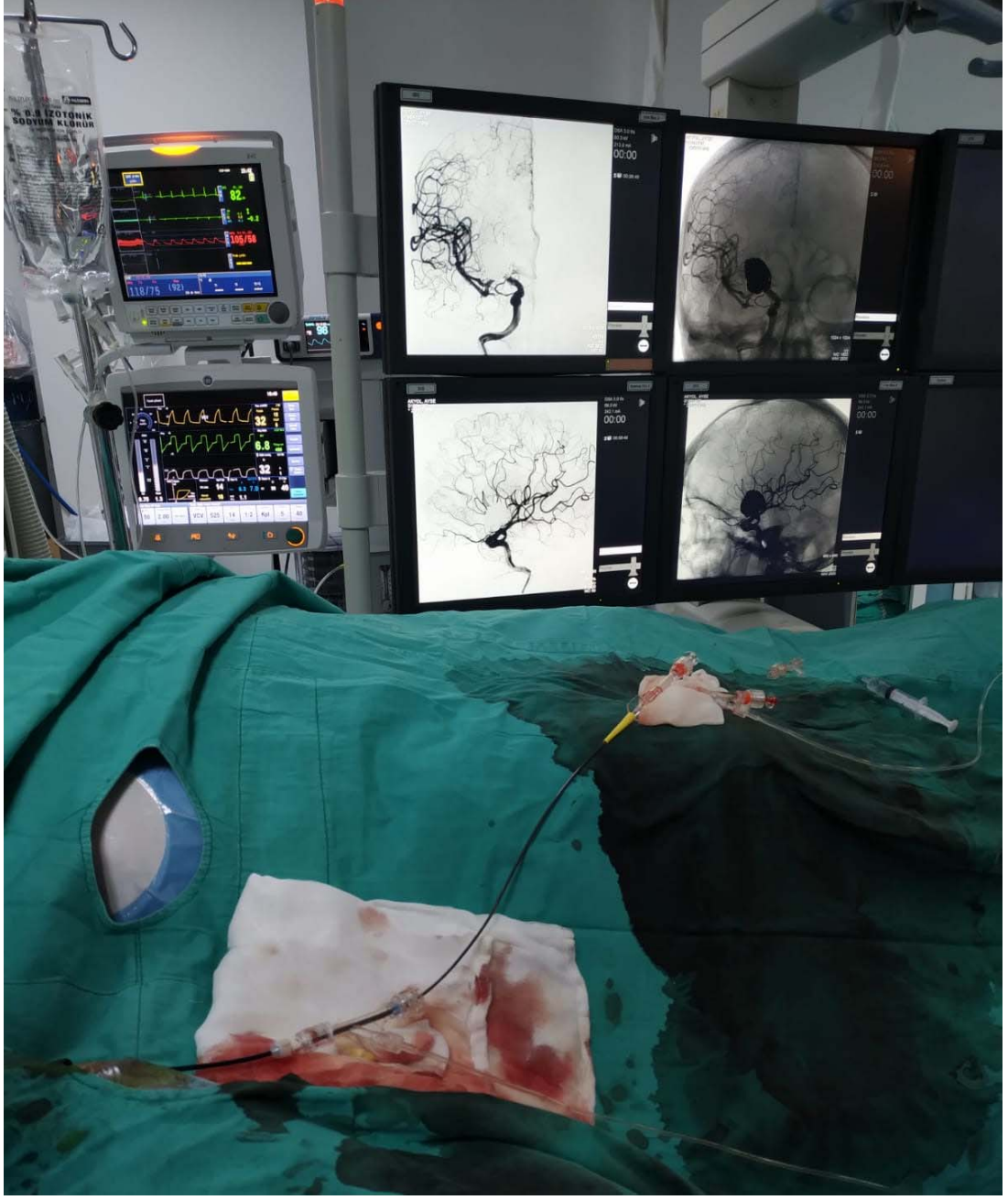
Şekil-13-15'te transradial yolla gerçekleştirilmiş intrakranial anevrizma koillenmesi işlemine ait fotoğraflar gösterilmiştir. Şekil-16-17'de ise transradial yolla gerçekleştirilmiş anevrizma koillenmesi ve vertebral arter stentlenmesi işlemlerine ait DSA görüntüleri sunulmuştur.



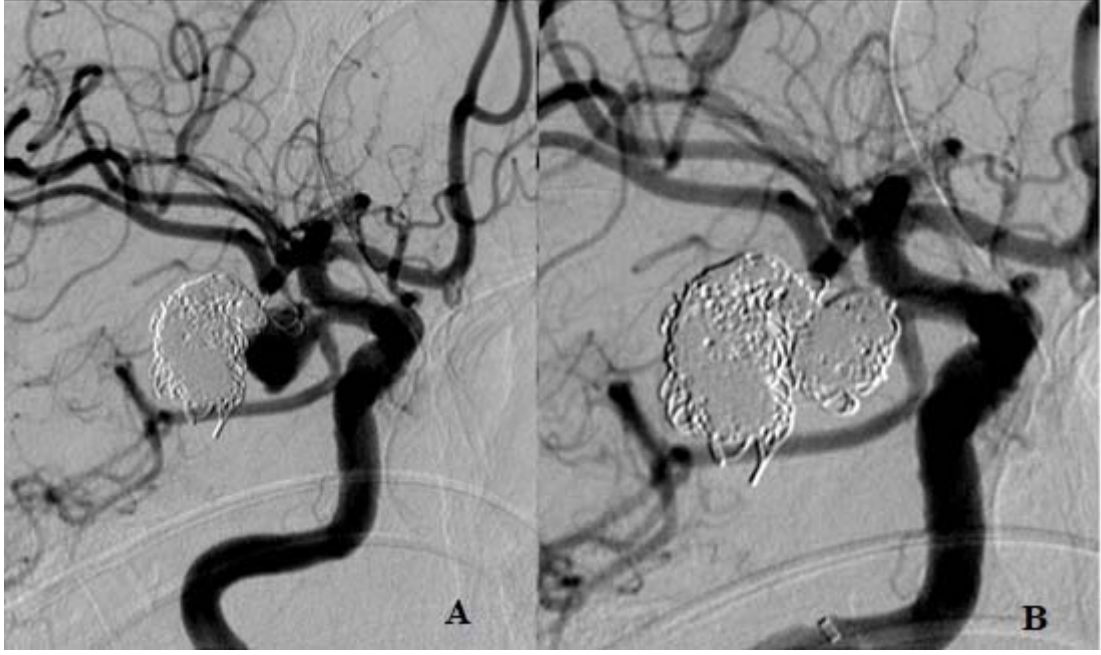
Şekil-13: Transradial yolla yerleştirilmiş 6F kılıfın görüntüsü. (Hastanın üst ekstremitesi işlem kolaylığı sağlamak amacıyla vücuduna paralel yerleştirilmiştir.)



Şekil-14: İşlemin devamında 6F kılıfın 6F'lik destekleyici kateterle değiştirilmesi.



Şekil-15: Orta serebral arter anevrizma koillenmesi sonrası DSA görüntülerin alınması.



Şekil-16: Sağ posterior komünikan arter anevrizma nüksü izlenen olguya transradial yolla koillenme işlemi öncesi (A) ve sonrası (B) görüntüleri.



Şekil-17: Vertebral arter V4 segmentinde darlık izlenen olguya transradial yolla stentleme işlemi öncesi (A) ve sonrası (B) görüntüleri.

V.C. İşlem Sonrası Kompresyon Yöntemi

Transradial giriş sonrası hemostazda amaç, radial ve ulnar arterde akımı tamamen durdurmadan işlem sonrası radial arter trombozu riskini azaltmaktır. 2008'de PROPHET çalışması, bu tekniğin radial arter açıklığını

sürdürmede obstrüktif kompresyondan üstün olduğunu göstermiştir (25). Nonobstrüktif hemostaz, bir bilek bandı cihazı kullanılarak gerçekleştirilir. Girişimsel radyoloji ünitemizde en yaygın kullanılan radial kompresyon cihazı TR BAND® (Terumo)'tır. Yapılan işlemin karmaşıklığına bağlı olarak 30-120 dakika arasında değişen kompresyon süresince distalde radial arter nabızı hissedilebilir olmalıdır ve ayrıca sonografi de konfirmasyon amacıyla kullanılabilir. 5F kılıf kullanılarak yapılmış tipik bir diagnostik anjiyografi prosedüründen sonra, bant 75-90 dakika şişirilmiş halde durur ve hemostazdan sonra 15 dakika içinde yavaşça indirilir. Balon indirildikten sonra giriş yerinden kanama ya da sızıntı görülürse, bant 20 dakika süreyle yeniden şişirilir ve işlem tekrarlanır. Bant başarılı bir şekilde çıkarıldıktan sonra hasta taburcu edilmeden önce 30 dakika gözlemlenir. Şekil-18-20'de hemostaz işlemine ait fotoğraflar izlenmektedir.



Şekil-18: Kılavuz kateter çıkarılmadan önce hemostaz bandının kola yerleştirilmesi.



Şekil-19: Hemostaz bandına enjektörle hava verilmesi. (Şişirilirken akımı tamamen kesmeden kanamayı engelleyecek miktarda hava vermeye dikkat etmek gerekmektedir.)



Şekil-20: Şişirilmiş halde izlenen hemostaz bandı. (Bandın hava girişinin radial arter trasesine yerleştirilmiş olduğuna dikkat ediniz.)

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir ve çalışmamızın Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu onayı bulunmaktadır. (24.06.2020, 2020-11/12)

I. Olgu Seçimi

Çalışmamıza Kasım 2019-Mart 2020 tarihlerinde Bursa Uludağ Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalında, transradial yaklaşımla nörogirişimsel işlem yapılan hastalar dahil edildi. Transradial dışında yolla girişimsel işlem yapılanlar, elektronik ortamda bilgileri eksik olanlar ve işlem sonrası 30 gün içerisinde kontrole gelmeyen hastalar çalışma dışı bırakıldı. Mia-Med hastane elektronik bilgi sisteminden hasta bilgilerine ulaşılarak hastaların demografik verileri ve komplikasyonlara ait verileri retrospektif olarak incelendi.

II. Klinik Verilerin Oluşturulması

Çalışmaya dahil olan her olgunun yaş, cinsiyet, başvuru tanısı, sigara kullanımı ve komorbiditelerinden oluşan demografik analizleri yapıldı. İşlem öncesinde vücut kitle endeksi (VKİ) 30'dan büyük olan olgular obez kabul edildi. Olguların işlem öncesi kullandığı antiagregan ve antitrombotik ilaçlar kaydedildi.

İşlem sonrası 30 gün içerisinde gelişen komplikasyonlar erken dönem komplikasyon kabul edildi ve tespit edilenler not edildi, işlem süresi ve işlem tipiyle komplikasyon gelişimi arasındaki ilişki araştırıldı. İşlem sonrası hastaların yatışa ihtiyaç duyup duymadığı öğrenildi, hastanede yatışı olanların hastanede kalış süresi tespit edilerek kaydedildi.

III. Radyolojik Verilerin Oluşturulması

İşlem öncesi her hastaya modifiye Allen testi uygulanarak palmar arkus dolaşımının yeterliliği kontrol edildi. Tip A ve B paterninde nabız basıncı izlenen hastalarda işleme transradial yoldan girişim denendi, tip C ve D paterninde nabız basıncı izlenen olgularda transradial girişim terk edilerek diğer yollardan girişim yapıldı. İşlem yapılan hastaların tamamında tek duvar

giriş yöntemi kullanılarak işlem uygulandı. İşlemler için bi-plan DSA cihazı (AXIOM Artis, Siemens, Erlangen, Germany) kullanıldı. Hastaya uygulanan nörogirişimsel işlemin tipi, işlem süresi, işlem esnasında kateterizasyonu yapılan damarlar, işlemde kullanılan kılıf genişliği, kullanılan kateter ve tel sayısı retrospektif olarak incelenerek kaydedildi. Tüm hastalarda işlem sonrası radial arter kompresyon cihazıyla hemostaz sağlandı.

IV. İstatistiksel Analiz

Sürekli değişkenlerin normalizasyonunu test etmek için Shapiro-Wilks testi kullanıldı. Sürekli değişkenler normal dağılım gösteriyorsa ortalama±standart sapma, normal dağılım göstermiyorsa medyan (interkuartil aralık) olarak ifade edilmiştir. Kategorik değişkenlerse sayı ve yüzde olarak ifade edildi. Yaş dağılımı normal dağılım göstermekteydi; işlem süresi, kullanılan kateter ve tel sayısı, hastanede yatış süresinin dağılımı normal dağılım paterninde değildi. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında Pearson ki-kare testi ve Fisher'ın kesin ki-kare testi uygulandı. Sürekli verilerin karşılaştırılmasında parametrik verilerde bağımsız student t testi, nonparametrik verilerde Mann Whitney U testi kullanıldı. p değeri 0,05'in altında olan veriler istatistik açıdan anlamlı kabul edilmiştir. Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 25.0 istatistik paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR

I. Preprosedüral Bulgular

30 hastada toplam 33 transradial işlem denemesi yapıldı, hastalardan 3 tanesine ikişer adet transradial işlem gerçekleştirildi. Bu 30 hastadan 20'si erkek (%67), 10'u (%33) kadındı. Hastaların yaş ortalaması $63,9 \pm 13,6$ idi. 33 işlemde 2 tanesinde giriş yeri transfemoral olarak değiştirildi. (İşlem Başarısı $31/33 = \%94$) Bu hastalardan birinde Allen testi negatif, Barbeau testi tip C paterninde olduğu için işlem transfemoral yolla gerçekleştirildi. Diğerinde ise giriş yapıldıktan sonra radial arterde tortiozite izlendi ve kateter radial arterden brakial artere ilerletilemedi. Bu sebeple transfemoral yoldan giriş yapıldı. İşlem yapılan hastaların birinde transradial giriş ek olarak transfemoral yoldan da giriş gerçekleştirildi.

İşlem denemesi yapılan 30 hastanın 17'sinde (%56,7) başvuru tanısı karotid arter stenozu, 9'unda (%30) intrakranial anevrizma, 2 tanesinde (%6,7) vertebral arter stenozu, 1'inde (%3,3) baziler arter stenozu ve 1'inde (%3,3) intrakranial hemorajiydi.

Hastaların 15'inde (%50) sigara kullanım öyküsü vardı. Komorbiditesi olan olguların 22'sinde (%66,7) hipertansiyon, 8'inde (%24,2) diabetes mellitus, 2'sinde (%6,1) periferik arter hastalığı, 12'sinde (%36,4) koroner arter hastalığı, 7'sinde (%21,2) obezite, 20'sinde (%60,6) serebrovasküler olay (SVO) öyküsü bulunmaktaydı. Hastaların 20'sinde (%66,7) antiagregan ilaçlardan asetil salisilik asit (ASA), 15'inde (%50) klopidogrel kullanımı vardı. Sadece 2 adet (%6,1) hastada anti-koagülan olarak prasugrel kullanımı vardı, diğer anti-koagülan ilaç kullanımı yoktu.

Preprosedüral bulgulara ait bulgular Tablo-2'de gösterilmiştir.

Tablo-2: Preprosedüral bulgular

Erkek/Kadın	20/10
Yaş	63,9±13,6
Başvuru tanısı	
Anevrizma	9 (%30)
Baziler arter stenoz	1 (%3,3)
İntrakranial hemoraji	1 (%3,3)
Karotid stenoz	17 (%56,7)
Vertebral Arter Stenoz	2 (%6,7)
Komorbidite	
Sigara kullanımı	15 (%50)
HT	22 (%73,3)
DM	8 (%26,7)
PAH	2 (%6,7)
KAH	12 (%40)
Obezite	7 (%23,3)
SVO	20 (%66,7)
İlaç Kullanımı	
ASA	20 (%66,7)
Klopidogrel	15 (%50)
Prasugrel	2 (%6,7)

HT: Hipertansiyon, DM: Diabetes Mellitus, PAH: Periferik Arter Hastalığı, KAH: Koroner Arter Hastalığı, SVO: Serebrovasküler Olay, ASA: Asetil salisilik asit

II. Periprocedüral Bulgular

Başarılı 31 işlemde yapılan işlemlerin 18'inde (%58,1) 5F kılıf, 13'ünde (%41,9) 6F kılıf yerleştirildi. Olguların hepsinde sağ radial arterden giriş sağlanmıştır. Olguların 18'inde (%58,1) diagnostik anjiyografi işlemi, 8'inde (%25,7) karotid arter stentleme, 2'sinde (%6,5) vertebral arter stentleme, 2'sinde (%6,5) anevrizma koilleme işlemi, 1'inde (%3,2) anevrizmaya akım çevirici yerleştirme işlemi yapıldı. Kılıf yerleştirildikten sonra işlem bitene geçen kadar süre ortalama 32,1±26,9 (minimum 5, maksimum 124) dakikaydı. İşlem esnasında kullanılan kateter sayısı 2,5±1,8 (minimum 1, maksimum 6), tel sayısı 1,6±0,7 (minimum 1, maksimum 3) idi. Olguların %72,7'sinde sağ ana karotis arter (AKA), %21,2'sinde sağ internal karotis arter (İKA), %45,5'inde sağ vertebral arter, %51,5'inde sol

AKA, %9,1'inde sol İKA ve %21,2'sinde sol vertebral arter kateterize edilmiştir. Tablo-3'te periprocedüral verilere ait bulgular gösterilmiştir.

Tablo-3: 31 başarılı işlemdeki periprocedüral bulgular

Kılıf genişliği	
5F	18 (%58,1)
6F	13 (%41,9)
Radial Giriş Tarafı	
Sağ	31 (%100)
Yapılan İşlem	
Anevrizma akım çevirici stentleme	1 (%3,2)
Anevrizma koil embolizasyonu	2 (%6,5)
Diagnostik anjiografi	18 (%58,1)
Karotid stentleme	8 (%25,7)
Vertebral arter stentleme	2 (%6,5)
Kateterizasyon	
Sağ AKA	24 (%77,4)
Sağ İKA	7 (%22,6)
Sol AKA	17 (%54,8)
Sol İKA	3 (%9,7)
Sağ Vertebral arter	15 (%48,4)
Sol Vertebral arter	7 (%22,6)
İşlem Süresi (dakika)	32,1±26,9

F: French, AKA: Ana karotis arter, İKA: İnternal Karotis arter

III. Postprosedüral Bulgular

3 hastada komplikasyon gelişimi izlendi. Komplikasyonlar sırasıyla hipotansiyon, sağ gözde görme kaybı ve radial arter spazmıydı. Hipotansiyon izlenen olgunun hidroksetil nişasta içeren parenteral solüsyon ve salin infüzyonu sonrası kliniği iyileşti. Görme kaybı izlenen olguda sonrasında antiagregan tedavisiyle birlikte semptomların kısmen gerilediği ancak sekel kaldığı izlenmiştir. Olgunun 1 ay sonraki kontrolünde ozon tedavisine rağmen sağ gözde kısmi tarzda kalıcı görme kaybının geliştiği gözlenmiştir. Radial arter spazmı olan olguda işlemden 1 hafta sonrası kendiliğinden düzelmeye gerçekleştiği ultrasonografiyle gözlemlendi. Hastaların 16'sı ayakta, 15 tanesi yatarak tedavi edildi. Yatışı olan hastaların hastanede kalış süresi, ortalama 2,1±2,2 gün idi.

IV. İstatistiksel Bulgular

Yapılan çapraz tablolarda Pearson Ki-Kare testi ve Fisher'in kesin ki-kare testine göre anlamlı bulgular şunlardır:

Obez hastalarda giriş yerinin daha sık değiştirildiği gözlemlendi. (p=0,048) Erkeklerin daha büyük kısmının sigara içtiği izlendi. (p=0,020) Erkeklerin daha büyük kısmının klopidogrel kullandığı gözlemlendi. (p=0,020) Karotid stenozu olan olgularda SVO öyküsünün daha sık görüldüğü izlendi. (p=0,019) Karotid stenozu olan olguların klopidogrel daha sık kullanıldığı gözlemlendi. (p=0,028) Karotid stenozu olan olgularda sağ vertebral arterin daha az kateterize edildiği izlendi. (p=0,003) Sigara kullanan olgularda sol AKA'nın daha sık kateterize edildiği gözlemlendi. (p=0,001) Obez olmayan olgularda sol AKA'nın daha sıklıkla kateterize edildiği gözlemlendi (p=0,015) (Tablo-4).

Tablo-4: Çapraz tablolara göre istatistiksel açıdan anlamlı verilerin sayılarının karşılaştırılması ve anlamlılık değerleri-1

	Obez değil	Obez	p değeri
Giriş yeri değiştirilmiş	0	2	0,048
	Erkek	Kadın	
Sigara kullanımı var	13	2	0,020
Klopidogrel kullanımı var	13	2	0,020
	SVO öyküsü yok	SVO öyküsü var	
Karotid stenozlu olgu	2	14	0,019
	Klopidogrel kullanımı yok	Klopidogrel kullanımı var	
Karotid stenozlu olgu	5	11	0,028
	Sağ vertebral arter kateterizasyonu yok	Sağ vertebral arter kateterizasyonu var	
Karotid stenozlu olgu	13	3	0,003
	Sol AKA kateterizasyonu yok	Sol AKA kateterizasyonu var	
Sigara kullanımı var	2	13	0,001
Obez olmayan olgular	7	16	0,025

SVO: Serebrovasküler Olay, DM: Diabetes Mellitus, KAH: Koroner Arter Hastalığı, AKA: Ana karotis arter, İKA: İnternal Karotis arter

Komplikasyon gelişen olgularda SVO öyküsünün olmadığı gözlemlendi. (p=0,037) Sadece 6F kılıf kullanılan olgularda sağ İKA kateterizasyonu yapıldığı gözlemlendi. (p=0,001) 5F kılıf kullanılan olgularda sol AKA (p=0,004)

ve sol vertebral arter kateterizasyonunun ($p=0,025$) daha sık yapıldığı izlendi. Sol AKA kateterizasyonu yapılan olgularda sağ AKA kateterizasyonunun da sıklıkla yapıldığı gözlemlendi. ($p=0,007$) Sol AKA kateterizasyonunun yapıldığı olgularda sağ İKA kateterizasyonunun daha az sıklıkla yapıldığı izlendi ($p=0,003$) (Tablo-5).

Tablo-5: Çapraz tablolara göre istatistiksel açıdan anlamlı verilerin sayılarının karşılaştırılması ve anlamlılık değerleri-2

	SVO öyküsü yok	SVO öyküsü var	p değeri
Komplikasyon gelişimi var	3	0	0,037
	Kılıf genişliği 5F	Kılıf genişliği 6F	
Sağ İKA kateterizasyonu var	0	7	0,001
Sol AKA kateterizasyonu var	14	3	0,004
Sol vertebral arter kateterizasyonu var	7	0	0,025
	Sağ AKA kateterizasyonu yok	Sağ AKA kateterizasyonu var	
Sol AKA kateterizasyonu var	1	16	0,007
	Sağ İKA kateterizasyonu yok	Sağ İKA kateterizasyonu var	
Sol AKA kateterizasyonu var	17	0	0,003

ASA: Asetil salisilik asit, SVO: Serebrovasküler olay, AKA: Ana karotis arter, İKA: İnternal Karotis arter, F: French

Student t testinde farklı gruplarda anlamlı yaş farklılığı saptanmadı.

Nonparametrik testlerde KAH öyküsü olan olgularda işlem süresinin daha kısa olduğu izlenmiştir. ($p=0,021$) Diagnostik işlem yapılanlarda tedavi işlemi yapılanlara göre işlem süresi daha kısa ($p=0,003$), kullanılan kateter ($p<0,001$) ve guide tel sayısı ($p<0,001$) daha az, hastanede yatış süresi daha kısa ($p<0,001$) bulunmuştur. 6F kılıf kullanılan olgularda işlem süresinin ($p=0,002$) ve işlem sonrası hastanede yatış süresinin ($p<0,001$) daha uzun olduğu, daha çok sayıda kateter ($p<0,001$) ve tel ($p<0,001$) kullanıldığı izlenmiştir. Sağ İKA kateterizasyonu yapılan olgularda işlem süresinin ($p=0,009$) ve işlem sonrası hastanede yatış süresinin ($p=0,012$) daha uzun olduğu, daha çok sayıda kateter ($p<0,001$) ve tel ($p=0,002$) kullanıldığı

gözlenmiştir. Sol AKA kateterizasyonu yapılmayan olgularda işlem süresinin ($p<0,001$) ve işlem sonrası hastanede yatış süresinin ($p=0,001$) daha uzun olduğu, daha çok sayıda kateter ($p=0,002$) ve tel ($p<0,001$) kullanıldığı gözlenmiştir. Sol vertebral kateterizasyonu yapılmayan olgularda işlem sonrası hastanede yatış süresinin ($p=0,011$) daha uzun olduğu, daha çok sayıda kateter ($p=0,011$) ve tel ($p=0,029$) kullanıldığı gözlenmiştir (Tablo-6).

Tablo-6: Nonparametrik verilerin karşılaştırılması.

	KAH öyküsü yok	KAH öyküsü var	p değeri
İşlem Süresi (dakika)	33,0 (13,75 - 39,5)	13,5 (11,5 – 16,0)	0,021
	Tedavi işlemi yapılanlar	Diagnostik işlem yapılanlar	
İşlem Süresi (dakika)	37,0 (31,5 - 57,5)	14,0 (12,0-19,0)	0,003
Hastanede yatış süresi (gün)	1,0 (1,0 – 2,0)	0	<0,001
Kullanılan tel sayısı	2 (2,0 - 2,5)	1,0 (1,0 - 1,0)	<0,001
Kullanılan kateter sayısı	4 (3,5 – 5,0)	1,0 (1,0 - 1,0)	<0,001
	5F kılıf	6F kılıf	
İşlem Süresi (dakika)	14,0 (12,0 – 19,0)	37 (31,5 - 57,5)	0,002
Hastanede yatış süresi (gün)	0	1,0 (1,0 - 1,5)	<0,001
Kullanılan tel sayısı	1,0 (1,0 - 1,0)	2,0 (2,0 - 2,5)	<0,001
Kullanılan kateter sayısı	1,0 (1,0 - 1,0)	4,0 (3,5 – 5,0)	<0,001
	Sağ İKA kateterizasyonu yok	Sağ İKA kateterizasyonu var	
İşlem Süresi (dakika)	15,0 (12,0 - 34,75)	39,0 (32,0 – 64,0)	0,009
Hastanede yatış süresi (gün)	0 (0 – 1,0)	1,0 (1,0 – 2,0)	0,012
Kullanılan tel sayısı	1,0 (1,0 - 1,75)	2,0 (2,0 – 3,0)	0,002
Kullanılan kateter sayısı	1,0 (1,0 - 2,75)	5,0 (4,0 – 5,0)	<0,001
	Sol AKA kateterizasyonu yok	Sol AKA kateterizasyonu var	
İşlem Süresi (dakika)	38,0 (30,75 - 68,5)	14,0 (12,0 – 18,0)	<0,001
Hastanede yatış süresi (gün)	1,0 (1,0 – 2,0)	0	0,001
Kullanılan tel sayısı	2,0 (1,75 – 3,0)	1,0 (1,0 - 1,0)	<0,001
Kullanılan kateter sayısı	4,0 (2,5 – 5,0)	1,0 (1,0 - 1,5)	0,002
	Sol vertebral arter kateterizasyonu yok	Sol vertebral arter kateterizasyonu var	
Hastanede yatış süresi (gün)	1,0 (0 - 1,0)	0	0,011
Kullanılan tel sayısı	2,0 (1,0 – 2,0)	1,0 (1,0 - 1,0)	0,029
Kullanılan kateter sayısı	3,0 (1,0 – 5,0)	1,0 (1,0 - 1,0)	0,011

Sayısal veriler medyan (interkuartil aralık) olarak gösterilmiştir. KAH: Koroner Arter Hastalığı, F: French, AKA: Ana karotis arter, İKA: İnternal Karotis arter

TARTIŞMA

Nörogirişimsel işlemlerde giriş kolaylığı, kolay manipülasyon sağlanması ve geniş çaplı kılıflarla tedavi işlemlerine izin vermesi nedeniyle transfemoral giriş uzun zamandır tercih edilen giriş yöntemi olmuştur. Ayrıca transradial girişim tekniğine alışkanlığın olmaması, güvenilirlik ve teknik kolaylık açısından endişeler nedeniyle uzun süre kullanılmaktan kaçınılmıştır. Ancak son zamanlarda kardiyolojik işlemlerde popüler olan bu yöntem nörogirişimsel ve periferik girişimsel işlemlerde de uygulanmaya başlanmıştır (10-14).

Kardiyolojik işlemlerde yapılan meta analizlerde transfemoral girişle kıyasla transradial girişte kanama riskinin yarıya ve giriş yeri komplikasyonlarının üçte bire yakın az olduğu, hastanede kalış süresinin azaldığı ve hasta konforunun daha iyi sağlandığı bilinmektedir (57). Bu çalışmada ise transradial girişli işlemler sonrası komplikasyonlar ve hastanede kalış süresi yönünden değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışmamızda işlem başarısı %94 olarak sonuçlanmıştır. Başarısız işlemlerden bir tanesinde giriş sağlanmış ancak kateter ilerletilemediğinden transfemorale geçiş sağlanmıştır. Diğerinde de hastanın işlem öncesi Barbeau testi uygun olmadığından transradial girişten vazgeçilmiştir. Yapılan işlemlerin %40'a yakınının tedavi işlemlerinin oluşturduğu düşünülürse bunun iyi bir yüzde olduğu görülecektir. Literatürde önceki nörogirişimsel işlemlere yönelik çalışmalarda işlem başarıları %79,6-100 arasında değişmektedir (58-65).

Çalışmamızda transradial arter giriş işlemlerinde giriş yeri komplikasyonu olarak sadece bir hastada işlem sonrasında radial arter spazmı izlenmiştir, diğer komplikasyonlar prosedüre bağlı gelişen komplikasyonlardı. Buna göre 32 başarılı girişten birinde (%3,1) giriş yeri komplikasyonu izlenmiştir. Literatürdeki nörogirişimsel vaka serilerinde ise giriş yeri komplikasyonları %0-10 arasında değişmektedir (58-65).

Radial arter spazmı izlenen olguda 1 hafta sonra kontrol ultrasonografisinde radial arter spazmının düzeldiği izlenmiştir. Radial arter spazmı ve radial arter obstrüksiyonu gibi komplikasyonlara hakim olmamak, nörogirişimsel yapanlar tarafından transradiale geçiş açısından engel teşkil etmekteydi. Özellikle radial arter obstrüksiyonu sonrası sonraki işlemlerde aynı yerden giriş imkanı kaybolmaktaydı. Ancak radial arter obstrüksiyonunda eğer ulnar dolaşım yeterliyse brakial girişin aksine klinik bir problemle karşılaşılmamaktadır. Transradial giriş sonrası radial arter obstrüksiyonu görülme sıklığı yayınlarda %0,8-33 arasında değişmektedir ancak modern hemostaz metodlarıyla ve geçici ulnar arter kompresyonu gibi metotların kullanılmasıyla genellikle %1'in altında bulunmuştur (66,67).

Transfemoral girişte obez ve yaşlı hastalarda ve antikoagülan tedavi alan olgularda komplikasyon riski arttığı için transradial girişin tercih edilmesi işlem sonrası dönemde kolaylık sağlayacaktır (68,69). Özellikle transfemoral işlemler sonrası manual kompresyonla uzun sürede sağlanan hemostaz, radial girişlerde daha kısa sürelerde kolayca sağlanabilmektedir. Özellikle anjiyografik işlem uygulanması gereken gebe hastalarda femoral giriş, fetusun radyasyon maruziyeti riski nedeniyle çok tercih edilmek istenmemektedir. Radial giriş bu olgularda radyasyon maruziyetini düşürmek açısından tercih edilmelidir.

Çalışmamızda sadece bir hastada tortioze brakial arter nedeniyle tel ilerletilemediğinden işlem transfemoral girişe çevirildi. Bu hastada farklı manipülasyonlarla belki tortioze brakial arterin distaline geçiş sağlanabilirdi ancak bu hem işlemin uzamasına ve hem de olası komplikasyon riskine sebep olacağından ve distale geçtikten sonrasında da yapılan manipülasyonlara engel teşkil edeceğinden femoral girişe geçmeye karar verildi. Radial arterden innominat artere ulaşılan kadarki tortiozitelere, arteria lusoriada ve radial loop gibi anatomik varyantlarda karotid ve vertebral arterlerin kateterizasyonunda işlem zorluğu izlenebilmektedir. Bu gibi durumlarda, koşullar analiz edilerek aşırı manipülasyonun komplikasyon riskini artıracığı göz önünde bulundurularak giriş yeri değiştirilebilir.

Bir hastamızda sağ gözde görme kaybı izlendi. Bu olguda yapılan işlem orta serebral arterde sakküler anevrizmaya yönelik koillenme işlemiydi. Komplikasyonun işlem esnasında kateterin aşırı manipülasyonu sonucu endotel hasarına bağlı ya da çekimler esnasında kontrast maddeyle beraber hava kabarcıklarının sisteme gitmesi sonucu oluşmuş trombüsün oftalmik artere embolisi sebep olmuş olabilir. Sonraki takiplerinde antiagregan tedavisiyle birlikte semptomlar kısmen geriledi ancak hastanın takiplerinde görmesinde sekel kaldığı izlendi. Olgunun 1 ay sonraki kontrolünde ozon tedavisine rağmen sağ gözde kısmi tarzda kalıcı görme kaybının geliştiği gözlemlendi.

Güvenilirliğine ve yüksek hasta komforuna rağmen transradial girişte majör serebral damarların kateterize edilememesi durumunda radial yoldan girmenin hiçbir anlamı olmayacaktır. İşlemlerimizde tecrübe ettiğimiz kadarıyla giriş yapılan taraftaki vertebral arter kolaylıkla kateterize edilebilmektedir. Bu önceki çalışmalardaki tecrübelerle uyumludur (62). Ana karotis arterlerin kateterizasyonu ise Simmons (SIM) 2 kateterle kolaylıkla yapılabilmektedir. Distal karotis arterlere ise tel yardımıyla ulaşılabilmektedir. İşlemlerde olguların %72,7'sinde sağ AKA, %21,2'sinde sağ İKA, %45,5'inde sağ vertebral arter, %51,5'inde sol AKA, %9,1'inde sol İKA ve %21,2'sinde sol vertebral arter kateterize edilmiştir.

Kurumumuzda ultrasonografi, giriş esnasında standart metot olarak kullanılmaktadır. Pediatrik vasküler girişimlerde ve distal periferik vasküler girişlerde de radial arterle benzer kalibrasyonda damarlara giriş tecrübemiz olması nedeniyle girişte çok önemli bir zorluk yaşanmamaktadır. Çoğu işlemde ilk seferde giriş sağlanabildiği için premedikasyonla önlenmeye çalışılan vazospazm riski büyük oranda azalmaktadır. Levin ve arkadaşlarının çalışmasında intraoperatif izleme gerektiren 69 erişkin hastada ultrasonografi eşliğinde transradial giriş yapıldığında ilk girişte başarı oranının %34'ten %62'ye ($p = 0,03$) yükseldiği ve ortalama girişim sayısının $3,1 \pm 2,4$ 'ten $1,6 \pm 1,0$ 'e ($p = 0,003$) düştüğü görüldü (70). Schwemmer ve arkadaşları 30 bebekte ilk girişte başarı oranının sonografiyle %20'den %67'ye yükseldiğini tespit ettiler ($p < 0,05$) (71). Diğer

bir çalışmada kritik hastalığı olan 60 acil servis hastasında ultrasonografinin kullanılmasıyla ilk girişte başarı oranında %50'den %87'ye yükselme ($p = 0,005$) ve giriş zamanında 314 saniyeden 107 saniyeye ($p = 0,0004$) düşüş gösterildi (72). Özellikle vazospazm riski, giriş denemesinin artmasıyla arttığı için ultrasonla girişin bize avantaj sağlayacağı gözlenmektedir (73-75).

İşlem yapılan vakalarda yapılan istatistiksel karşılaştırmalı değerlendirmelerde anlamlı çıkan verilerin ya beklenen sonuçlar olduğu ya da değişkenler arasında anlamlı bir bağlantının olmadığı izlendi. Örnek olarak sadece obez hastalarda giriş yerinin değiştirildiği gözlemlendi. Ancak giriş yeri değiştirilme sebepleri incelendiğinde obeziteyle bağlantısı olmayan sebepler olduğu görülmektedir. Bu anlamlı bir birliktelik değildir. Başka bir örnekte klopidogrel erkek hastalar tarafından daha sıklıkla kullanıldığı izlenmiştir. Yapılan alt grup analizinde hipertansiyonu olan erkek olgularda klopidogrel kullanımının daha sık olduğu gözlemlendi. Ayrıca bu hastalar içinde erkeklerin daha sıklıkla sigara kullanımı olduğu da tespit edildi. Bunlarla birlikte hastaların klinisyenlerinin ilaç tercihleri de bu sonucu etkilemiş olabilir. Diğer bir beklenen sonuç erkeklerin daha çok sigara kullanma öyküsü olmasıydı ki Türkiye'de genel olarak erkeklerin kadınlara göre sigara içme öyküsünün daha sık olduğu bilinmektedir.

Diagnostik işlem yapılanlarda tedavi işlemi yapılanlara göre işlem ve hastanede yatış süresinin daha az olması beklenen bir sonuçtur. Ayrıca diagnostik işlemlerde 5F, tedavi işlemlerinde 6F kılıf kullanılması nedeniyle kılıfa göre de bu verilerin benzer sonuçlar vermesi kaçınılmazdır. Sağ İKA'nın selektif kateterizasyonu yapılan olgularda da sürelerin daha yüksek olması, kateterizasyonun sadece tedavi işlemlerinde gerçekleştirilmesiyle alakalıdır. Bunun da kurumumuzdaki diagnostik işlemlerin büyük kesiminde SIM-2 kateteri kullanılması ve İKA'nın selektif kateterizasyonuna ihtiyaç duyulmaması nedeniyle olduğu bilinmelidir.

Çalışmamızın limitasyonlarını oluşturan sebepler çalışmanın retrospektif yapısı, hasta sayısının görece az olmasıydı. Çalışma retrospektif olduğundan işlem sonrası hemostazın ne kadar sürede sağlandığına yönelik veri elde olunamamıştır. Ayrıca hastaların işlem memnuniyeti ve işlem

sonrası uzun dönemde komplikasyon açısından veri elde edilmesi çalışmamıza anlamlı katkılar sağlayabilirdi. Çalışmamızın güçlü taraflarıysa her türlü nörogirişimsel işlemleri içermesi nedeniyle daha geniş ölçekte veri elde edilmiştir.

Sonuç olarak nörogirişimsel işlemlerde transradial girişim güvenli ve uygulanabilir bir yöntemdir, her türlü nörogirişimsel işlemde tercih edilebilir ve özellikle vertebral arterlerle ilgili işlemlerde işlemde kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca sonografi eşliğinde girişin girişimsel radyologlar tarafından kolaylıkla yapılması avantaj sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Radner S. Thoracal aortography by catheterization from the radial artery; preliminary report of a new technique. *Acta radiol* 1948;29(2):178-80.
2. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta radiol* 1953;39(5):368-76.
3. Sones FM, Shirey EK. Cine coronary arteriography. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* 1962;31:735-8.
4. Campeau L, Saltiel J. Rotational Cineangiocardiology. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1964;91:544-9.
5. Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1989;16(1):3-7.
6. Otaki M. Percutaneous transradial approach for coronary angiography. *Cardiology* 1992;81(6):330-3.
7. Kiemeneij F, Laarman GJ. Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993;30(2):173-8.
8. Kiemeneij F, Laarman GJ. Percutaneous transradial artery approach for coronary Palmaz-Schatz stent implantation. *Am Heart J* 1994;128(1):167-74.
9. Agostoni P, Biondi-Zoccai GG, de Benedictis ML, 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(2):349-56.
10. Nagayoshi K, Ikeda M, Hirai N, et al. Usefulness of selective cerebral angiography by transradial approach. *Nihon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi* 2000;60(1):28-32.
11. Matsumoto Y, Hokama M, Nagashima H, et al. Transradial approach for selective cerebral angiography: technical note. *Neurol Res* 2000;22(6):605-8.
12. Matsumoto Y, Hongo K, Toriyama T, Nagashima H, Kobayashi S. Transradial approach for diagnostic selective cerebral angiography: results of a consecutive series of 166 cases. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001;22(4):704-8.
13. Levy EI, Boulos AS, Fessler RD, et al. Transradial cerebral angiography: an alternative route. *Neurosurgery* 2002;51(2):335-40.
14. Yoo BS, Lee SH, Kim JY, et al. A case of transradial carotid stenting in a patient with total occlusion of distal abdominal aorta. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002;56(2):243-5.
15. Joshi SB, Vatsalaswamy P, Bahetee BH. Variation in formation of superficial palmar arches with clinical implications. *J Clin Diagn Res* 2014;8(4):AC06-9.
16. Ruengsakulrach P, Eizenberg N, Fahrner C, Fahrner M, Buxton BF. Surgical implications of variations in hand collateral circulation: anatomy revisited. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;122(4):682-6.

17. 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.
18. Greenwood MJ, Della-Siega AJ, Fretz EB, et al. Vascular communications of the hand in patients being considered for transradial coronary angiography: is the Allen's test accurate? *J Am Coll Cardiol* 2005;46(11):2013-7.
19. 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(3):193-5.
20. 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(5):475-83.
21. Kim SH, Kim EJ, Cheon WS, et al. Comparative study of nicorandil and a spasmolytic cocktail in preventing radial artery spasm during transradial coronary angiography. *Int J Cardiol* 2007;120(3):325-30.
22. Ouadhour A, Sideris G, Smida W, et al. Usefulness of subcutaneous nitrate for radial access. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008;72(3):343-346.
23. Kanei Y, Kwan T, Nakra NC, et al. Transradial cardiac catheterization: a review of access site complications. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;78(6):840-6.
24. Stella PR, Kiemeneij F, Laarman GJ, et al. Incidence and outcome of radial artery occlusion following transradial artery coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997;40(2):156-8.
25. 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):335-340.
26. Patel T, Shah S, Sanghavi K, Pancholy S. Reaccessing an occluded radial artery: a "proximal entry" technique. *J Interv Cardiol* 2011;24(4):378-81.
27. Babunashvili A, Dundua D. Recanalization and reuse of early occluded radial artery within 6 days after previous transradial diagnostic procedure. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;77(4):530-6.
28. Patel T, Shah S, Sanghavi K, Pancholy S. Management of radial and brachial artery perforations during transradial procedures--a practical approach. *J Invasive Cardiol* 2009;21(10):544-7.
29. Calviño-Santos RA, Vázquez-Rodríguez JM, Salgado-Fernández J, et al. Management of iatrogenic radial artery perforation. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004;61(1):74-8.
30. Sanmartín M, Cuevas D, Goicolea J, et al. Vascular complications associated with radial artery access for cardiac catheterization. *Rev Esp Cardiol* 2004;57(6):581-4.

31. Rigatelli G, Dell'Avvocata F, Ronco F, Doganov A. Successful coronary angioplasty via the radial approach after sealing a radial perforation. *JACC Cardiovasc Interv* 2009;2(11):1158-9.
32. Bertrand OF. Acute forearm muscle swelling post transradial catheterization and compartment syndrome: prevention is better than treatment! *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;75(3):366-8.
33. Tizón-Marcos H, Barbeau GR. Incidence of compartment syndrome of the arm in a large series of transradial approach for coronary procedures. *J Interv Cardiol* 2008;21(5):380-4.
34. Donaldson J, Haddad B, Khan WS. The pathophysiology, diagnosis and current management of acute compartment syndrome. *Open Orthop J* 2014;8:185-93.
35. Collins N, Wainstein R, Ward M, Bhagwandeem R, Dzavik V. Pseudoaneurysm after transradial cardiac catheterization: case series and review of the literature. *Catheter Cardiovasc Interv* 2012;80(2):283-7.
36. Esposito G, Marone EM, De Dominicis D, Tshomba Y, Chiesa R. Hand and wrist arterial aneurysms. *Ann Vasc Surg* 2006;20(4):512-7.
37. Eichhöfer J, Horlick E, Ivanov J, et al. Decreased complication rates using the transradial compared to the transfemoral approach in percutaneous coronary intervention in the era of routine stenting and glycoprotein platelet IIb/IIIa inhibitor use: a large single-center experience. *Am Heart J* 2008;156(5):864-70.
38. Summaria F, Romagnoli E, Mustilli M. Arteriovenous fistula of the wrist after transradial coronary intervention. *Heart Lung* 2012;41(4):410.
39. Summaria F, Romagnoli E, Preziosi P. Percutaneous antegrade transarterial treatment of iatrogenic radial arteriovenous fistula. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2012;13(1):50-2.
40. Cho EJ, Yang JH, Song YB. Type II complex regional pain syndrome of the hand resulting from repeated arterial punctures during transradial coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013;82(4):E465-8.
41. Shaw C, Ergun D, Zarnstorff W, et al. Quantitation Techniques In Digital Subtraction Videoangiography. *Proc SPIE* 1981;0314:121-31.
42. Brody WR. Digital Subtraction Angiography. *IEEE Transactions on Nuclear Science* 1982;29(3):1176-80.
43. Honda M, Kikuchi K, Komatsu K. Method for estimating the intensity of scattered radiation using a scatter generation model. *Med Phys* 1991;18(2):219-26.
44. Niklason LT, Sorenson JA, Nelson JA. Scattered radiation in chest radiography. *Med Phys* 1981;8(5):677-81.
45. Schoonenberg G, Schrijver M, Duan Q, Kemkers R, Laine A. Adaptive spatial-temporal filtering applied to x-ray fluoroscopy angiography. *Proc SPIE* 2005;5744:870-878.
46. Huda W, Abrahams RB. Radiographic techniques, contrast, and noise in x-ray imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2015;204(2):W126-31.
47. Wang J, Blackburn TJ. The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents. *RadioGraphics* 2000;20(5):1471-1477.

48. Fluoroscopy. In: Bushberg JT (ed). The essential physics of medical imaging. 3rd edition. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2011. 282-311.
49. Van Lysel MS. The AAPM/RSNA physics tutorial for residents: fluoroscopy: optical coupling and the video system. *Radiographics* 2000;20(6):1769-86.
50. Riederer SJ, Brody WR, Enzmann DR, Hall AL, Maier JK. Work in progress: the application of temporal filtering techniques to hybrid subtraction in digital subtraction angiography. *Radiology* 1983;147(3):859-62.
51. Nelson JA, Miller FJ, Kruger RA, Liu PY, Bateman W. Digital subtraction angiography using a temporal bandpass filter: initial clinical results. *Radiology* 1982;145(2):309-13.
52. Okamoto K, Ito J, Sakai K, Yoshimura S. The principle of digital subtraction angiography and radiological protection. *Interv Neuroradiol* 2000;30(6):25-31.
53. Hynes D, Stevenson G, Nahmias C, Cottreau M, Hagel S. 2048 x 2048 (2K) digital videofluorography (DVF): a clinical perspective. *Proc SPIE* 1997;3035:335-9.
54. Umarani A, Asha A, Kumar RN. Analysis of DSA images using virtual instrumentation. *International Conference on Recent Advancements in Electrical, Electronics and Control Engineering*. 2011:410-4.
55. Romijn M, Gratama van Andel HA, van Walderveen MA, et al. Diagnostic accuracy of CT angiography with matched mask bone elimination for detection of intracranial aneurysms: comparison with digital subtraction angiography and 3D rotational angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008;29(1):134-9.
56. Ning R, Wang X, Conover D, Tang X. Image-intensifier-based volume tomographic angiography imaging system. *Proc SPIE* 1997;3032:238-46.
57. Kolkailah AA, Alreshq RS, Muhammed AM, Zahran ME, Anas El-Wegoud M, Nabhan AF. Transradial versus transfemoral approach for diagnostic coronary angiography and percutaneous coronary intervention in people with coronary artery disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;4:CD012318.
58. Chen SH, Snelling BM, Shah SS, et al. Transradial approach for flow diversion treatment of cerebral aneurysms: a multicenter study. *J Neurointerv Surg* 2019;11(8):796-800.
59. Chen SH, Snelling BM, Sur S, et al. Transradial versus transfemoral access for anterior circulation mechanical thrombectomy: comparison of technical and clinical outcomes. *J Neurointerv Surg* 2019;11(9):874-878.
60. Snelling BM, Sur S, Shah SS, et al. Transradial cerebral angiography: techniques and outcomes. *J Neurointerv Surg* 2018;10(9):874-881.
61. Snelling BM, Sur S, Shah SS, et al. Transradial Approach for Complex Anterior and Posterior Circulation Interventions: Technical Nuances and Feasibility of Using Current Devices. *Oper Neurosurg (Hagerstown)* 2019;17(3):293-302.
62. Nohara AM, Kallmes DF. Transradial cerebral angiography: technique and outcomes. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003;24(6):1247-50.

63. Haussen DC, Nogueira RG, DeSousa KG, et al. Transradial access in acute ischemic stroke intervention. *J Neurointerv Surg* 2016;8(3):247-50.
64. Golland J, Doroszuk GF, Garbugino SL, Ypa MP. Transradial approach to treating endovascular cerebral aneurysms: Case series and technical note. *Surg Neurol Int* 2017;8:73.
65. Zussman BM, Tonetti DA, Stone J, et al. A prospective study of the transradial approach for diagnostic cerebral arteriography. *J Neurointerv Surg* 2019;11(10):1045-1049.
66. Pancholy SB, Bernat I, Bertrand OF, Patel TM. Prevention of Radial Artery Occlusion After Transradial Catheterization: The PROPHET-II Randomized Trial. *JACC Cardiovasc Interv* 2016;9(19):1992-1999.
67. Bernat I, Bertrand OF, Rokyta R, et al. Efficacy and safety of transient ulnar artery compression to recanalize acute radial artery occlusion after transradial catheterization. *Am J Cardiol* 2011;107(11):1698-701.
68. Ziakas AG, Koskinas KC, Gavriliadis S, et al. Radial versus femoral access for orally anticoagulated patients. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;76(4):493-9.
69. Achenbach S, Ropers D, Kallert L, et al. Transradial versus transfemoral approach for coronary angiography and intervention in patients above 75 years of age. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008;72(5):629-35.
70. Levin PD, Sheinin O, Gozal Y. Use of ultrasound guidance in the insertion of radial artery catheters. *Crit Care Med* 2003;31(2):481-4.
71. Schwemmer U, Arzet HA, Trautner H, et al. Ultrasound-guided arterial cannulation in infants improves success rate. *Eur J Anaesthesiol* 2006;23(6):476-80.
72. Shiver S, Blaivas M, Lyon M. A prospective comparison of ultrasound-guided and blindly placed radial arterial catheters. *Acad Emerg Med* 2006;13(12):1275-9.
73. Rosencher J, Chaïb A, Barbou F, et al. How to limit radial artery spasm during percutaneous coronary interventions: The spasmolytic agents to avoid spasm during transradial percutaneous coronary interventions (SPASM3) study. *Catheter Cardiovasc Interv* 2014;84(5):766-71.
74. Jia DA, Zhou YJ, Shi DM, et al. Incidence and predictors of radial artery spasm during transradial coronary angiography and intervention. *Chin Med J (Engl)* 2010;123(7):843-7.
75. Goldsmit A, Kiemeneij F, Gilchrist IC, et al. Radial artery spasm associated with transradial cardiovascular procedures: results from the RAS registry. *Catheter Cardiovasc Interv* 2014;83(1):E32-6.

TEŞEKKÜR

Bursa Uludağ Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı'nın günümüzde ulaştığı noktaya gelmesine en büyük katkıyı sağlayan Prof. Dr. Ercan Tuncel'e, yetişmemde ve tezi hazırlamamda katkı sağlayan tez danışmanım Doç. Dr. Ömer Fatih Nas, eğitime destek olan ve transradial girişle ilgili tecrübelerini paylaşan Prof. Dr. Bahattin Hakyemez dâhil olmak üzere benim için ilham kaynağı olan ve eğitime katkı sağlayan Prof. Dr. Müfit Parlak, Prof. Dr. Gürsel Savcı, Prof. Dr. Zeynep Yazıcı, Prof. Dr. Naile Bolca Topal, Doç. Dr. Gökhan Gökbalp, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fatih İncikli'ye, tecrübe ve bilgileriyle bize destek sağlayan Dr. Öğr. Görevlisi Başak Gürsel Erdemli, Dr. Öğr. Görevlisi Rıfat Özpar, Dr. Öğr. Görevlisi Gökhan Öngen, Dr. Öğr. Görevlisi Hasan Emin Kaya'ya teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Hiçbir fedakârlıktan kaçınmayarak beni gönülden destekleyen eşime, anneme, babama, kardeşlerime; bilgi, tecrübe ve dostluklarını paylaştığım araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve her koşulda yardıma koşan tüm radyoloji personeline teşekkür eder, minnetlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Bursa'da doğdum. İlkokulu Bilecik Ertuğrulgazi İlköğretim Okulu, ortaokulu Bilecik Edebalı İlköğretim Okulu ve liseyi Eskişehir Fatih Fen Lisesi'nde tamamladım.

2009 yılında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde başladığım tıp eğitimimi, 2015 yılında bitirdim. Zorunlu hizmetimin 2 aylık kısmını Eylül-Kasım 2015 tarihleri arasında Bilecik Osmaniye Devlet Hastanesi'nde acil servisinde yaptım. 1 Temmuz 2016'da başladığım Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'ndaki uzmanlık eğitimime halen devam etmekteyim.