

# Alt ekstremitte periferik arter hastalığı tanısında Doppler ultrasonografi ve multidedektör bilgisayarlı tomografi anjiyografi bulgularının karşılaştırılması

## *Comparison of the Doppler ultrasonography and the multidetector computed tomography findings in the lower extremity peripheric artery disease*

**Bülent Yıldız\*, İsmail Caymaz**

Radyoloji Bölümü (Dr. B. Yıldız), Tekirdağ Devlet Hastanesi, TR-59030 Tekirdağ. Radyoloji Anabilim Dalı (Dr. İ. Caymaz), Başkent Üniversitesi İstanbul Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, TR-34662 İstanbul

### **Özet**

**Amaç.** Sistemik aterosklerozun bir belirtisi olan periferik arter hastalığı (PAH) aort kavsinin distalinde kalan arterlerde anlamlı daralmaya neden olur. Lezyonun yerinin belirlenmesi için sıklıkla kullanılan ve invazif olmayan inceleme yöntemleri Doppler ultrasonografi (US), manyetik rezonans anjiyografi (MRA) ve bilgisayarlı tomografi anjiyografidir (BTA). Girişim öncesinde damar patolojisinin kesin olarak lokalize edilebilmesi için kullanılan yöntem konvansiyonel anjiyografidir. Multidedektör teknolojisinin gelişmesi ile BTA çoğu olguda konvansiyonel anjiyografinin yerini almaya başlamıştır. Çalışmamızın amacı alt ekstremitte PAH olan olgularda Doppler US'nin tanı değerini BTA bulguları ile birlikte değerlendirmektir. **Yöntem.** Bu çalışmaya PAH bulguları olan 45 hasta dahil edildi. Hastaların 35'inde (%77,8) intermittan kladikasyon, 7 hastada (%15,5) istirahat ağrısı, 3 hastada (%6,7) iskemik ülserasyon mevcut idi. Her bir bacak 7 arterial segmente ayrılıp 45 hastadaki 90 bacak olarak 630 arter segmenti BTA ve Doppler US ile değerlendirildi. Her bir hastaya aynı gün içerisinde önce Doppler US sonra BTA uygulandı. Doppler US ve BT sonuçları değerlendirildi. BTA ile saptanan darlık derecesine göre Doppler US bulgularındaki değişimler değerlendirildi. **Bulgular.** Kırk beş hasta (32 erkek 13 kadın; ortalama yaş 53,8±4,8) ile çalışma tamamlandı. Femoropopliteal arterin patolojik segmente sahip olma yüzdesi diğer damarlarinkine göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu ( $p<0,05$ ) Çalışılan diğer damarların patolojik segmente sahip olma yüzdeleri arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p>0,05$ ). Olguların çoğunluğu (%85) normal damar çapına sahipti ve bu olguların %98,1'inde pik sistolik hız oranı(PSHO) 1 olarak bulundu ve %6,4'ünde ise puls yokluğu saptandı. Olguların %7,3'ünde damar tam oklüde olmasına rağmen bu olguların %0,8'inde PSVR 1 idi ve %85,1'inde puls yokluğu vardı. **Sonuç.** Genel olarak BTA bulguları ile oldukça paralel sonuçlar veren Doppler US PAH olgularının değerlendirilmesinde başarılı bir yöntemdir.

**Anahtar sözcükler:** Periferik arter hastalığı, Doppler ultrasonografi, BT anjiyografi

### **Abstract**

**Aim.** Peripheral arterial disease (PAD) is indication of systemic atherosclerosis that give rise to significant stenosis of the out of the distal aortic arch arteries. Doppler Ultrasonography (US), magnetic resonance angiography (MRA) and computed tomography angiography (CTA) are noninvasive methods and frequently used for determining to the lesion location. Contrast arteriography is a method to localized exact vessel pathology before intervention. With the enhance of multidetector technology, CTA sit in conventional angiography. The aim of study is that lower extremity PAD with cases, the evaluation of the diagnostic value of Doppler US with the findings of CTA. **Method.** 45 patients were included with the PAD findings in this study. There were 35 (77.8%) intermitten claudication, 7 (15.5%) rest pain and 3 (6.7%) ischemic ulseration of the patients. Each leg divided into 7 arterial segments, 630 arterial segments as 90 leg of the 45 patients were evaluated with CTA and Doppler US. Each of the patients were performed before Doppler US after CTA within the same day then were evaluated Doppler US and CT angiography results. Doppler US findings were evaluated in according to the degree of stenosis determined by CTA. **Results.** This study completed forty- five patients (32 males 13 females; mean age

53.8±4.8). We found significantly higher that have percentage of the pathologic segments of the femoropopliteal artery as to the other vessels ( $p<0.05$ ). There was no significant difference that between percentages possession of pathologic segments of the studied other vessels ( $p>0.05$ ). The majority of cases (85%) had normal vessel diameter and peak systolic velocity ratio (PSVR) was found 1 in 98.1% of cases and non pulsed was found in 6.4 %. Although being vessel complete occluded in 7.3% of cases, PSVR was found 1 in 0.85% of this cases and there were no pulsed in 85,1%. **Conclusion.** Generally gives to notably parallel results with CTA findings which Doppler US is a successful modality for the evaluation of PAD cases.

**Keywords:** Peripheral arterial disease, Doppler ultrasonography, CT angiography

**Geliş tarihi/Received:** 16 Aralık 2013; **Kabul tarihi/Accepted:** 23 Aralık 2013

**\*İletişim adresi:**

Dr. Bülent Yıldız, Radyoloji Bölümü, Tekirdağ Devlet Hastanesi, TR-59030 Tekirdağ. E-posta: drbulentt@gmail.com

## Giriş

Periferik arter hastalığı (PAH) aort kavsinin distalinde kalan arterlerde sistemik aterosklerozun bir belirtisi olarak ortaya çıkar. Hastaların büyük bir kısmında sebep aterosklerozdur. Diğer nedenler arasında tromboemboli, tromboangitis obliterans, arterit ve tümörler, Lerich sendromu, homosistinüri, flebit, geçirilmiş cerrahi operasyonlar ve travma sayılabilir. Periferik arter hastalığı yaygınlığı 65 yaş üzerindeki erkeklerde %20, kadınlarda %17 olarak bildirilmektedir [1]. Bu kişilerin 1/3-1/2'si asemptomatiktir [1]. PAH'nın en sık görülen semptomu olan ve 65 yaş üzerindeki bireylerin yaklaşık %2'sinde görülen intermittan klodikasyonda egzersiz esnasında bacak kaslarında ağrı meydana gelir ve istirahatle geçer [2].

Hastalık ekstremitelerde akut veya kritik iskemiye neden olabilir. Semptomlar genelde, oluşan lezyonlar plak rüptürü, plak içine kanama, emboli, tromboz ile komplike olduğunda ortaya çıkar. PAH ciddiyetini damarın daralma oranı, kollateral dolaşımın yeterli perfüzyonu sağlayıp sağlamaması, kan viskozitesi ve ek hastalığın bulunup bulunmaması belirler. PAH daha çok kronik progressif bir hastalık olarak karşımıza çıkar, akut formu daha nadirdir. Periferik vasküler hastalığın olup olmadığını araştırmak üzere kullanılan standart test ayak bileği-brakiyal indekstir. Lezyonun yerinin belirlenmesi için kullanılan ve invazif olmayan inceleme yöntemleri Doppler ultrasonografi (US), manyetik rezonans anjiyografi (MRA) ve bilgisayarlı tomografi anjiyografidir (BTA). Girişim öncesinde lezyonun kesin olarak lokalize edilebilmesi için kullanılan yöntem konvansiyonel anjiyografidir. Çalışmamızın amacı alt ekstremitte PAH olan olgularda Doppler US'nin tanı değerini BTA bulguları ile birlikte değerlendirmektir.

## Gereç ve yöntemler

Bu çalışmaya 2011-2013 tarihleri arasında periferik arteriyel hastalığı bulguları olan 45 hasta dahil edildi. Her bir bacak 7 arteriyel segmente ayrılmış ve 45 hastadaki 90 bacak değerlendirildi. Bu segmentler ana iliak, eksternal iliak, ana femoral, süperfisiyal femoral, popliteal arter, anterior tibiyal ve posterior tibiyal arterlerdir (Tablo 1). Her bir hastaya aynı gün içerisinde önce Doppler US sonra BTA uygulandı. Doppler US ve BTA sonuçları karşılaştırıldı. Çalışmada Doppler US için (General Electric Logic 9 ) cihazı ile 3Mhz konveks ve 7.5 Mhz lineer proplar kullanıldı. Doppler US tekniği olarak hastalar supin pozisyonda alt abdominal bölgeden itibaren ayak bileğine kadar değerlendirildi. Doppler US değerlendirilmesinde pik sistolik hız (PSH), Pik sistolik hız oranı (PSHO), akım formu ve spektral değişiklikler incelendi. Herhangi bir stenotik segmentteki PSHO değeri stenotik bölgedeki hızın prestenotik bölgedeki normal görünümdeki damar segmentinin hızına oranı ile bulundu. PSHO'nun  $\geq 2$  olması anlamlı hemodinamik stenoz olduğu (%50'nin üstünde darlık) ve  $<2$  ise anlamlı hemodinamik stenoz olmadığı kabul

edilerek değerlendirme yapıldı. BTA için 10 kesitli bilgisayarlı tomografi cihazı (Brilliance CT; Philips Healthcare, Cleveland, OH) kullanıldı. Standart çekimler ana iliak arter bifürkasyonu düzeyinden ayak bileğine kadar 30-40 sn'de gerçekleştirildi. Kesit kalınlığı 5 mm olarak alındı. Kontrast madde olarak 400/200 İomeprol otomatik enjektörle antekübital venlerden verildi. Kontrast tekniği olarak bolus tracking yöntemi kullanıldı. Bu yöntemde abdominal aortada kontrast yoğunluğu 120 HÜ olduğunda taramaya başlandı. Yukarıda bahsedilen parametrelerle spiral volüm elde edildikten sonra, önce aksiyal görüntüler oluşturuldu. Maksimum İntensite Projeksiyonu (MIP) tekniği kullanılarak anjiyogram benzeri görüntüler elde edildi. MIP görüntüler aksiyel kesitlerle birlikte değerlendirildi. BTA için aterosklerotik stenozu derecelendirmek için beş kategori kullanıldı (Grade 0: Normal, Grade 1: %0-20 darlık, Grade 2: %20-50 darlık, Grade 3: %50-99 darlık, Grade 4: Oklüzyon). Stenozu derecelendirmek için lümen çapındaki azalma kullanıldı ve herhangi bir planda izlenen en ciddi arteriyel darlık, bu segmentin proksimal veya distalindeki normal segmentle karşılaştırıldı. İstatistiksel olarak anlamlı hemodinamik darlığa neden olan %50'den büyük ve anlamlı hemodinamik darlığa neden olmayan % 50'den küçük ve oklüde segmentler Doppler US ve BTA ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirildi.

## Bulgular

Kırk beş hastada (32 erkek 13 kadın; ortalama yaş 53,8±4,8) 90 bacak toplam olarak 630 segment BTA ve Doppler US ile değerlendirildi. Her iki incelemede normal ve patolojik olarak tespit edilen segmentler saptandı. Hastaların 35'inde (%77,8) intermittan kladikasyon, 7 hastada (%15,5) istirahat ağrısı, 3 hastada (%6,7) iskemik ülserasyon mevcut idi.

Tablo 1'de aorta-iliyak, femoral arter, femoropopliteal arter, kalf arterlerinin normal ve patolojik segment sayıları ve yüzdeleri sunuldu. Femoropopliteal arterin patolojik segmente sahip olma yüzdesi diğer damarlarınkine göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu ( $p<0,05$ ) Çalışılan diğer damarların patolojik segmente sahip olma yüzdeleri arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p>0,05$ ).

**Tablo 1. Normal ve patolojik segmentlerin çalışılan damar gruplarına göre dağılımı.**

	Segment (n)	Normal (n)	Patolojik (n)
AI	127	115 (%90)	12 (%10)
FA	107	97 (%91)	10 (%9)
FPOP	180	132 (%73)	48 (%27)
Kalf	216	186 (%86)	30 (%14)
<b>Toplam</b>	<b>630</b>	<b>530 (%84)</b>	<b>100 (%16)</b>

AI: Aorta-iliak, FA: Femoral arter, FPOP: Femoropopliteal

Tablo 2'de BTA'ya göre damar çapı normal, <%20 azalma, %20-50 azalma, %51-99 azalma ve tam kapalı olma durumlarına göre PSHO değerlerinin değişimi gösterildi. Olguların çoğunluğu (%85) normal damar çapına sahipti ve bu olguların %98,1'inde PSHO 1 olarak bulundu ve %6,4'ünde ise puls yokluğu saptandı. Olguların %7,3'ünde damar tam oklüde olmasına rağmen bu olguların %0,8'inde PSHO 1 idi ve %85,1'inde puls yokluğu vardı.

**Tablo 2. BT Anjiyografi ve Doppler US arasındaki uyum karşılaştırması.**

PSHO	BTA çap azalması (%)					Toplam
	Normal	<20	20-50	51-99	Tam oklüde	
1	530 (%98,1)	2 (%0,4)	2 (%0,4)	2 (%0,4)	4 (%0,8)	540
<1,5	1 (%25)	1 (%25)	1 (%25)	1 (%25)	0 (%0)	4
1,5-2	0(%0)	1 (%14,3)	2 (%28,6)	4 (%57,1)	0 (%0)	7
2	2 (%6,2)	1 (%3,1)	3 (%9,4)	24 (%75)	2 (%6,2)	32
Puls yokluğu	3 (%6,4)	0 (%0)	0 (%0)	4 (%8,5)	40 (%85,1)	47
<b>Toplam</b>	<b>536 (%85)</b>	<b>5 (%0,7)</b>	<b>8 (%1,2)</b>	<b>35 (%5,5)</b>	<b>46 (%7,3)</b>	<b>630</b>

## Tartışma

Alt ekstremitte arteriyel hastalıklarının invaziv olmayan bir yöntemle test etmenin amacı, ileri tetkik ve tedaviyle ilgili kararların temelini oluşturmak amacıyla tanısız bilgiler elde etmektir. En önemlisi hastanın daha ileri ve girişimsel anjiyografik uygulamaya gidip gitmeyeceğine karar vermektir. Kateter anjiyografi gold standart olmakla beraber pahalı ve invaziv bir yöntemdir. Ayrıca anjiyografi fizyolojik bilgiden ziyade anatomik bilgi sağlar ve yorumlanmasında önemli farklılıklar olabilir [3, 4]. Alt ekstremitte arterlerinin invazif olmayan indirek testleri, ayak bileği sistolik basınç ölçümü ve bölgesel uzuv basıncı ölçümünü içerir. Bu ölçümler fizyoloji hakkında değerli bilgiler verirken anatomi hakkında yeterli bilgi vermezler [5]. Dijital substraksiyon Anjiyografi (DSA) tıkaçıcı tipte periferik arter hastalığı tanısında gold standart özelliğini korumaktadır. Ancak günümüzde gelişen teknoloji ile non-invazif yöntemlerin kullanımı yaygınlık kazanmıştır. Bunda anjiyografinin invazif özellikleri yanında, maliyet yüksekliği, lokal ve sistemik komplikasyon riski ve kolay ulaşılamayan bir inceleme olması rol oynamaktadır [6, 7]. Bu nedenle Doppler US, BTA ve MRA gibi yöntemler yaygınlaşmıştır. Carlo ve ark. [8] periferik arter hastalığı olan 50 hastada infrarenal aortu ve alt ekstremitte arterlerini BTA ve DSA ile karşılaştırmışlar ve sensitiviteyi %96, spesifiteyi %93 ve doğruluk oranlarını %94 olarak bulmuşlardır. Multidedektör BT teknolojisinin gelişmesi ile BTA çoğu olguda DSA'nın yerini almaya başlamıştır [9, 10]. Son 10 yılda birçok cerrah BTA'yi DSA'ya tercih etmişlerdir. BTA, DSA'ya göre çok daha az invazif ve daha az pahalıdır. BTA tekniklerinin üç boyutlu görüntülemeye izin vermesi artı bir özelliğidir. Multidedektör BT cihazlarında DSA'ya göre daha az iyonizan radyasyon kullanılmaktadır. BTA anatomik değerlendirme sağlarken Doppler US buna ilaveten fonksiyonel değerlendirme sağlamaktadır. BTA periferik arteriyel lezyonun hemodinamik verilerini tam yansıtamaz, sadece lümenal dolunun gösterilmesi nedeniyle bazı lezyonlarda sınırlı kalır ve proksimaldeki ciddi darlıklarda periferdeki küçük darlıkların gösterilememesi gibi teknik sınırlamalar taşır. Periferik arter hastalığının fonksiyonel bir sorun olduğu göz önüne alınırsa ağırlıklı morfolojik ve sınırlı hemodinamik verinin klinik değerlendirme açısından yetersiz kalacağı ve Doppler US gibi fonksiyonel bir incelemenin kesinlikle gerekli olduğu anlaşılabilir. Jager ve ark. [11] arter çapı ve yaş arasındaki ilişkiyi bir çalışmada tanımlamışlardır. Bu çalışmada pik aortik hızın yaşla azaldığını ve arteriyel akım hızının cinsiyet ile önemli derecede değişmediğini belirtmişlerdir. Birçok çalışmada PSHO değeri 2 olarak alınmış % 50'nin üzerinde ve altında damar çapı ölçümünde kullanılmıştır [12, 13]. Bizde çalışmamızda darlık oranlarını saptamada PSHO olarak bu değeri kullandık.

Doppler US'nin genel darlık ve tıkanma saptama duyarlılığı % 92 düzeyindedir. Bu oran femoropopliteal bölgede %100'e yaklaşırken, iliyak ve diz altı değerlendirmede %82-89 seviyesindedir. Jager ve ark. [11] 30 hastanın 54 alt ekstremitesinde 338 arteriyel segmenti değerlendirmek için Doppler US ve kateter anjiyografiyi karşılaştırmışlar ve Doppler US görüntülemenin normal ve hastalıklı arterleri %96 duyarlılık ve %81 özgüllükle ayırdığını göstermişlerdir.

Doppler US tıkaçıcı tip arter hastalığında morfolojik ve fonksiyonel bilgi sağlamakta ve sadece sınırlı bir hasta grubunda yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle günümüzde klinik değerlendirme sonrası tarama yöntemi olarak kabul görmüştür ve periferik arter hastalığı derecesi ve seviyesinin belirlenmesinde preoperatif anjiyografi yerine kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Doppler US ile anjiyografiyi karşılaştıran çalışmaların çoğunda sınırlılığı bazı hastalarda tüm arteriyel yapıların değerlendirilememiş olmasıdır. Ayrıca total oklüzyon ve ileri derecede stenoz (%99 stenoz) ayırımında Doppler US başarılı değildir. Bizim çalışmamızda da bu durum tespit edilmiş ve bu ayırmda BTA'nın daha başarılı olduğu gözlenmiştir. Hastaların klinik ve fizyolojik özellikleri (Obesite, ameliyat sargıları, ayak yaraları, genel durum bozukluğu, yoğun batın gazları vb.) durumlar vasküler yatağın Doppler US ile incelenmesini zorlaştırmışlardır. Daha güncel çalışmalarda ise bu durumun yeterli teknik olanaklar, uygulayıcı deneyimi ve 60 dakikaya

kadar uzayan incelemeler ile ortadan kaldırılabileceği gösterilmiştir. Ancak yinede yöntemin özgüllüğünü azaltan çok gelişmiş kollateraller ve ileri derecede damar cidar kalsifikasyonları gibi problemler vardır. Doppler US yönteminde anjiyogram benzeri görüntüler elde edilemediğinden cerrahlar için oryantasyon da güç olabilir [14]. Bu süreç içerisinde Doppler US endovasküler girişim öncesi tedavi planlamasında önem kazanmıştır. Lezyon seviyeleri, dereceleri ve distal damar ağının güvenli bir şekilde belirlenmesi, hastayı ek bir incelemeye gerek kalmaksızın girişimsel radyolojiye hazırlar. Ayrıca cerrahi sonrası takipte de Doppler US kullanımı çok değerli bilgiler verir. Moneta ve ark. [15] preoperatif arteriyografi uygulanan 150 hastanın 286 ekstremitesinde alt ekstremitte Doppler US görüntülemesinin doğruluğunu belgelemişlerdir. Ana iliyak arterden popliteal seviyeye doğru olan arteriyel segmentlerden %99'u Doppler US görüntülemesiyle başarıyla görüntülenirken, ön ve arka tibiyal arterlerin %95'i, peroneal arterlerin %83'ü ancak yeterli derecede görüntülenebilmiştir. Tibiyal seviyenin proksimalindeki arteriyel segmentler için Doppler US görüntülemesinin %50'den fazla çap azalmasıyla giden stenozları belirleme kabiliyeti ve daralma tıkanıklıkları ayırttirme yeteneği değerlendirilmiştir. Tibiyal ve peroneal arterlerde, Doppler US görüntülemenin popliteal seviyeden ayak bileğine kadar sürekli açıklığı gösterme duyarlılığı ölçülmüştür. Proksimal arteriyel kısımlarda %50'den fazla olan darlığı saptama duyarlılığı popliteal arterlerde %67'den iliyak arterlerde %89 oranına değişirken, buna karşın özgüllük %97'den %99'a değişim göstermiştir. Proksimal arter lezyonlarının %98'inde stenozlar oklüzyonlardan başarıyla ayırdedilebilmiştir. Daha distal arterler için, sürekli açıklığı öngören duyarlılıklar %93'den %99'a değişmektedir. Bizim çalışmamızda da ağır derecede periferik vasküler hastalığı olan olgularda Doppler US ile tüm vasküler yatağın detaylı görüntülenmesi için çok titiz ve uzun süreli dikkat ile başarılı olunabileceği anlaşılmaktadır. Distal damarlardan sinyal alınması bazı durumlarda (örneğin kalsifikasyon, ileri derecede küçük damar vb.) mümkün olamamış bu durumda BTA'nın kılavuzluğuna başvurulmuştur. Lai ve ark. [16] 50 hastada alt ekstremitte arterlerini sekiz segmentte ayırarak total 558 segmenti DSA ile değerlendirmiş hemodinamik olarak önemli olan %50'den fazla darlık durumunda Doppler US'nin %75 sensitivite, spesifite %90, pozitif prediktif değer %77 ve negatif prediktif değer %90 olduğunu saptamışlardır. Krnic ve ark. [17] 60 hastada her ekstremitteyi aortoiliyak bölgeden popliteal bölgeye kadar 5 segmente bölerek Doppler US ve DSA ile karşılaştırmışlardır. Her bir segmentte darlıkları yüzde olarak hesaplamışlar ve Doppler US'nin alt ekstremitte periferik vasküler hastalığında güvenle kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Alys ve ark.[18] periferik vasküler hastalığı olan 90 hastada 177 bacağı renal arterlerin distalinden itibaren 17 arteriyel segmente bölerek her bir segmentte PSHO değerlerini ölçmüşler ve DSA ile karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında %92 sensitivite ve %99 spesifite değerlerini bulmuşlardır. İskemik bacakların tedavisinde çok tartışma vardır. İntermittan kladukasyonda 1 yıl içinde %7 kritik iskemi gelişir [19, 20]. Bazı vasküler cerrahlar tedavi planlarını yalnız dupleks görüntüleme sonuçlarına göre yaparlar. Elsmann ve ark. [21] 100 hastanın 36'sına anjiyoplasti yapmış, 62 hastada tedavi stratejisi olarak yalnızca dupleks kullanmışlardır. Bu bilgiler ışığında DSA ile kıyaslandığında %94 doğruluk oranı bulmuşlardır. Doppler US sonuçlarını yorumlarken tedavi planlamasında önemli olmasından dolayı, stenozun derecesi, lokalizasyonu, kollaterallerin varlığı ve yaygınlığı, damar cidarındaki kalsifikasyonların varlığı ve trifürkasyonların görüntülenmesi gibi noktalar üzerinde durulmalıdır [22, 23]. Çünkü kısa oklüzyonlarda perkütan translüminal anjiyoplasti mümkün iken, uzun oklüzyonlarda by-pass cerrahisi yapılması gereklidir. Yaygın arteriyel kalsifikasyonlar cerrahi girişimler için proplem yaratırlar.

Sonuç olarak Doppler US alt ekstremitte arteriyel hastalığının rutin değerlendirilmesinde kesine yakın bilgiler vermesi, ucuz olması, ilaç kullanımı gerektirmemesi, yatak başı incelemeye olanak sağlaması, sık tekrarlanabilir olması, hem morfolojik hemde fonksiyonel bilgi vermesi, noninvazif oluşu ile BTA ve diğer modalitelere göre önemli avantajlara sahip bir modalitedir. Bu özellikleri ile vasküler anatomi ve patolojileri incelemede vazgeçilmezdir. Doppler US'nin dezavantajları yanında avantajları

düşünüldüğünde periferik vasküler hastalığın tanısında ve takibinde çok kullanışlı bir modalite olduğu açıktır.

### Kaynaklar

1. Welten GM, Schouten O, Chonchol M, Hoeks SE, Bax JJ, Van Domburg RT, et al. Welten GM, Schouten O, Chonchol M, Hoeks SE, Bax JJ, Van Domburg RT, Poldermans D. Prognosis of patients with peripheral arterial disease. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2009; 50: 109-21.
2. Kannel WB, McGee DL. Update on some epidemiologic features of intermittent claudication: The Framingham Study. *J Am Geriatr Soc* 1985; 33: 13-8.
3. Slot HB, Strijbosch L, Greep JM. Interobserver variability in single-plane aortography. *Surgery* 1981; 90: 497-503.
4. Thiele BL, Strandness DE Jr. Accuracy of angiographic quantification of peripheral atherosclerosis. *Prog Cardiovasc Dis* 1983; 26: 223-36.
5. Hatsukami TS, Primozich J, Zierler RE, Strandness DE Jr. Color Doppler characteristics in normal lower extremity arteries. *Ultrasound Med Biol.* 1992; 18: 167-71.
6. Waugh JR, Sacharias N. Arteriographic complications in the DSA era. *Radiology* 1992; 182: 243-6.
7. Hankey GJ, Warlow CP, Sellar RJ. Cerebral angiographic risk in mild cerebrovascular disease. *Stroke* 1990; 21: 209-22.
8. Catalano C, Fraioli F, Laghi A, Napoli A, Bezzi M, Pediconi F, Danti M, Nofroni I, Passariello R. Infrarenal aortic and lower-extremity arterial disease: diagnostic performance of multi-detector row CT angiography. *Radiology* 2004; 231: 555-63.
9. Prokop M. Multislice CT angiography. *Eur J Radiol* 2000; 36: 86-96.
10. Rubin GD, Shiau MC, Schmidt AJ, Fleischmann D, Logan L, Leung AN, Jeffrey RB, Napel S. Computed tomographic angiography: historical perspective and new state-of-the-art using multi detector-row helical computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 1999; 23: S83-90.
11. Jager KA, Phillips DJ, Martin RL, Hanson C, Roederer GO, Langlois YE, Ricketts HJ, Strandness DE Jr. Noninvasive mapping of lower limb arterial lesions. *Ultrasound Med Biol* 1985; 11: 515-21.
12. Moneta GL, Yeager RA, Antonovic R, Hall LD, Caster JD, Cummings CA, Porter JM. Accuracy of lower extremity arterial duplex mapping. *J Vasc Surg* 1992; 15: 275-83.
13. Allard L, Cloutier G, Durand LG, Roederer GO, Langlois YE. Limitations of ultrasonic duplex scanning for diagnosing lower limb arterial stenoses in the presence of adjacent segment disease. *J Vasc Surg* 1994; 19: 650-7.
14. Polak JF, Karmel MI, Mannick JA, O'Leary DH, Donaldson MC, Whittemore AD. Determination of the extent of lower-extremity peripheral arterial disease with color-assisted duplex sonography: comparison with angiography. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 155: 1085-9.
15. Moneta GL, Yeager RA, Antonovic R, Hall LD, Caster JD, Cummings CA, Porter JM. Accuracy of lower extremity arterial duplex mapping. *J Vasc Surg* 1992; 15: 275-84.
16. Lai DT, Huber D, Glasson R, Grayndler V, Evans J, Hogg J, Etheridge S. Colour duplex ultrasonography versus angiography in the diagnosis of lower-extremity arterial disease. *Cardiovasc Surg* 1996; 4: 384-8.
17. Krnic A, Vucic N, Sucic Z. Duplex scanning compared with intra-arterial angiography in diagnosing peripheral arterial disease: three analytical approaches. *Vasa* 2006; 35: 86-91.
18. Aly S, Sommerville K, Adiseshiah M, Raphael M, Coleridge Smith PD, Bishop CC. Comparison of duplex imaging and arteriography in the evaluation of lower limb arteries. *Br J Surg* 1998; 85: 1099-102.

19. Kannel WB, McGee DL. Update on some epidemiologic features of intermittent claudication: the Framingham Study. *J Am Geriatr Soc* 1985; 33: 13-8.
20. Cronenwett JL, Warner KG, Zelenock GB, Whitehouse WM Jr, Graham LM, Lindenauer M, Stanley JC. Intermittent claudication. Current results of nonoperative management. *Arch Surg* 1984; 119: 430-6.
21. Elsmann BH, Legemate DA, van der Heijden FH, de Vos HJ, Mali WP, Eikelboom BC. Impact of ultrasonographic duplex scanning on therapeutic decision making in lower-limb arterial disease. *Br J Surg* 1995; 82: 630-3.
22. Rieker O, Düber C, Schmiedt W, von Zitzewitz H, Schweden F, Thelen M. Prospective comparison of CT angiography of the legs with intraarterial digital subtraction angiography. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 166: 269-76.
23. Carpenter JP, Owen RS, Baum RA, Cope C, Barker CF, Berkowitz HD, Golden MA, Perloff LJ. Magnetic resonance angiography of peripheral runoff vessels. *J Vasc Surg* 1992; 16: 807-13.