

Penil doppler ultrasonografi: Teknik ve yorumlama

Penile doppler ultrasonography: Techniques and interpretation

Özgür Efloğlu¹, Bülent Erol²

Öz

Penil Doppler ultrasonografik görüntüleme ve beraberinde fonksiyonel değerlendirme için yapılan intrakavernozal enjeksiyon, ereksiyon hemodinamisinin objektif bir şekilde ölçülmesini sağlarken korporeal veno-oklüziv disfonksiyon (VOD), arteriyel yetmezlik, penil arteriovenöz şantlar, kavernoza fibrozis ve Peyronie hastalığı tanısında kullanılmaktadır. Penil Doppler ultrasonun avantajı prosedürün minimal invaziv olması ve kavernoza arterlerin normal arteriyel tepkisini tanımlamak için hastalarda tarama testi olarak kullanılabilmesidir. Peyronie hastalığı, tedaviye yanıtız erektıl disfonksiyon, pelvik travma veya penis şaft kırığı öyküsü olan hastalara, daha invaziv olan vasküler incelemelerden önce penil Doppler ultrason önerilmelidir. Yapana bağımlı bir teknik olduğundan oluşturulan protokollerin standardizasyonu gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: penil Doppler ultrasonografi, erektıl disfonksiyon, teknik, yorum

ABSTRACT

Penile Doppler ultrasonographic imaging and associated intracavernosal injection for functional evaluation provide objective measurement of erectile hemodynamics while it is used in the diagnosis of corporeal veno-occlusive dysfunction (VOD), arterial insufficiency, penile arteriovenous shunts, cavernosal fibrosis and Peyronie's disease. The advantage of the penile Doppler ultrasound is that the procedure is minimally invasive and can be used as a screening test in patients to identify normal arterial response of the cavernous arteries. In Peyronie's disease and to patients with erectile dysfunction unresponsive to treatment, Penile Doppler ultrasound should be offered before a history of pelvic trauma or fracture of the penile shaft or prior to more invasive vascular examinations. Since it is a technique dependent to the constructor, the established protocols should be standardized.

Keywords: penile Doppler ultrasonography, erectile dysfunction, technique, reviews

Giriş

Penil ereksiyon, kavernoza arter akışındaki artış, korporeal düz kasın gevşetilmesi ve yeterli bir veno-oklüziv işlev arasındaki karmaşık bir denge ile sağlanır.^[1] Erektıl disfonksiyon (ED) etiyojisine göre organik, psikojenik ve miks olarak üç kategoride sınıflandırılır. Ancak, çoğu vaka aslında karışık etiyojiye sahip olduğundan, bu sınıflandırma dikkatli kullanılmalıdır. Bu nedenle, birincil organik veya birincil psikojenik terimlerin kullanılması önerilmektedir. Organik ED nedenleri vasküler, nörojenik, hormonal, penil hasar/hastalık ya da ilaç bağımlı olabilir.^[2] Organik kaynaklı erektıl disfonksiyon tanısında penisin anatomisi, fizyolojisi ve hemodinamiğinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Vasküler nedenli erektıl disfonksiyon teşhisinde penisin vasküler kateterizasyonu (anjiyografi ve

kavernozometri) altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak bu testlerin yüksek maliyetli oluşu, yüksek komplikasyon oranları ve invaziv girişimler olması nedeniyle daha az invaziv testler geliştirilmiştir.^[3]

Renkli Doppler görüntülemenin kullanılmaya başlanmasıyla, vasküler kaynaklı erektıl disfonksiyon düşünülen olgular invaziv girişime gerek olmadan değerlendirilmeye başlanmıştır. Renkli Doppler ultrasonun standart ultrasona göre vasküler anatomi ve küçük damarları tanımlayabilme, kan akımındaki dinamik değişiklikleri saptama gibi avantajları vardır.

Bu görüntüleme ve fonksiyonel test, ereksiyon hemodinamisinin objektif bir şekilde ölçülmesini sağladığından korporeal veno-oklüziv disfonksiyon (VOD), arteriyel yetmezlik, penil arteriovenöz şantlar, kavernoza fibrozis ve Peyronie hastalığı tanısında kullanılmaktadır.^[4]

RENKLİ DOPPLER SONOGRAFİ

Fiziksel Prensipler

Doppler etkisi, özellikle akan kan gibi hareketli yapılardan yankıların tespitinde kullanılan ultrasonik bir yöntemdir.

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Yazışma Adresi/ Correspondence:

Prof. Dr. Bülent Erol

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Tel. +90 532 352 65 64

E-mail: erolbulent@yahoo.com

Geliş/ Received: 14.07.2019

Kabul/ Accepted: 04.10.2019

Fiziksel prensip ilk olarak 1842'de Johann Christian Andreas Doppler tarafından tanımlanmıştır. Algılanan Doppler frekans kayması (fd), alıcının frekansı ile kaynağın frekansı arasındaki farktır. Doppler etkisi, Doppler ışınının izolasyon açısına ve vasküler akış hızına bağlıdır. Renkli Doppler ultrason ile kan akış hızı hesaplamasındaki herhangi bir hatayı en aza indirmek için prekürsör Doppler açısı 30° ile 60° arasında ayarlanmalıdır.^[7] Kan akış hızının ölçümü, ölçüm açısının kosinüsüne bağlı olduğundan, 90°'ye yakın açılarda değerler büyük bir değişkenlik gösterir. Bu nedenle, doğru ve tekrar edilebilir ölçümler elde etmek için operatörün açı düzeltmesini 60°'den fazla yapmaması gerekir.^[5,6]

Hazırlık ve Oda Düzeni

İşlem özel bir odada gerçekleştirilmelidir. Enjeksiyondan önce kısa bir tıbbi anamnez alınır. Enjeksiyonla ilgili her ayrıntıyı ve priapizm dâhil olası komplikasyonların olabileceği açıklanmalıdır ve hastaya bilgilendirilmiş onay formu imzalatılmalıdır. Penil Doppler ultrasonun başarılı ve doğru performans göstermesi muayene odası düzenine ve uygulayıcının çalışma performansına bağlıdır. Yanlış-pozitif test sonuçları (altta yatan damarsal anormallik olmadan kısmi ereksiyon) anksiyete, iğne fobisi ve/veya yetersiz ilaç dozajına ikincil olarak ortaya çıkabilir.^[7] Penil Doppler ultrason, anksiyetenin (psikolojik) ve çevre faktörlerinin erektil fonksiyon üzerindeki önemli etkisi göz önüne alındığında, izinsiz girişlerden ve dikkat dağınık şeylerden

izole edilen sessiz, konforlu ve iklim kontrollü bir odada gerçekleştirilmelidir.

Muayene odasındaki personel sayısı mutlak asgari düzeyde tutulmalı, tercihen sadece odada operatör bulunmalıdır. Cinsel stimülasyon için görsel-ışitsel bir sistem bazı hastalarda yardımcı olabilir. Tekrar dozlama için ilaçlar da dahil olmak üzere intrakavernöz enjeksiyon malzemeleri gerektiğinde acil kullanım için hazırlanmalıdır. Yüksek çözünürlüklü renkli bir Doppler ultrason makinesi, 5–15MHz frekansa sahip olmalıdır. Kan basıncı ölçümü için otomatik bir tansiyon aleti de mevcut olmalıdır.^[4]

İnceleme Tekniği

Hasta supin pozisyonda olmalı ve ölçümler sırasında 5–15MHz frekansa sahip lineer probalar kullanılmalıdır. Penis flask pozisyondayken, penis dorsumu karın ön duvarına yatırılıp penisin longitudinal ve transvers eksenlerde B-Mod görüntülemesi yapılır. Kavernoz cisimler, kavernoz arterler (KA ve bunları çevreleyen yapılar) incelenir. Transvers kesitlerde, KA'lar ekojenik duvarları ve pulsasyonları ile belirlenir. Longitudinal kesitlerde; korpus kavernozumların ortasında yerleşimli kavernoz arterlerin akım hızları ve lümen çapları ölçülür. Mevcutsa KA'daki tortuositeler, arteriosklerotik değişiklikler not edilmelidir. Ölçümler, Doppler açısının daha uygun olduğu penis kökünden yapılır (Şekil 1).



Şekil 1. Ölçümlerin Doppler açısının daha uygun olduğu penis kökünden yapılması (İMÜ Bülent Erol Arşivi).



Şekil 2. Farmakolojik ajanın enjekte edilmesi (İMÜ Bülent Erol Arşivi).

Patolojik anomaliler (fibrozis, plak, hematoma, kitle vb.) raporda belirtilmelidir. Sonrasında korpus kavernozumlarından birinin içerisine, 21–25 Gauge iğne ile farmakolojik ajan enjekte edilir (Şekil 2). İlaç her iki korpus kavernozuma dağılacığından kavernozumunlardan birisine enjeksiyon yapılması yeterlidir. İlk enjeksiyona yetersiz ereksiyon yanıt varsa, ikinci enjeksiyonun yapılması düşünülebilir. Eğer hastanın yüksek anksiyetesi mevcutsa enjeksiyona yanıt azalabilir. Ancak ikinci enjeksiyonla priapizm riskinin artacağı akılda tutulmalıdır.^[8]

Penis köküne turnike uygulanabilir. Uygulamada sadece Papaverin kullanılabilir. Ancak Papaverin ile oluşturulan

ereksiyon psikojenik faktörlerin, adrenerjik tonusu artırması ile baskılanabilir. Bu nedenle adrenerjik sistemin inhibitör etkilerini azaltan Fentolamin ile karıştırılarak kullanımı mevcuttur. PG-E1 kullanımı ise korpus kavernozumda fibrotik reaksiyon ve priapizm oluşturma riskinin papaverinden daha az olması nedeniyle tercih edilir olmuştur. [1] Priapizm, papaverin bazlı kombinasyonla yaklaşık %5 oranında görülürken, prostaglandin E1 monoterapisinden sonra <%1 oranında görülür. [2]

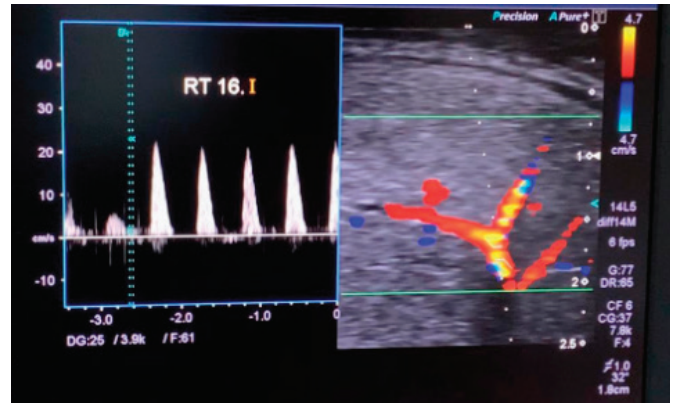
Trimix (alprostadil 10 mcg + fentolamin 1 mg + papaverin 30 mg) kullanımının arteriyel disfonksiyonu öngörmede daha fazla değeri olduğu iddia edilmekle birlikte, priapizm riskinin daha fazla artmaması için kullanılan maddelerin dozunun düşürülmesi gerekmiştir. [9]

İntrakavernosal enjeksiyon stimülasyon testinin doğruluğunu optimize etmek için, Donatucci ve Lue enjeksiyona ek olarak elle kendi kendine genital stimülasyon kombinasyonunun tek başına enjeksiyona kıyasla daha yüksek sertleşme oranına yol açtığını gösterdi. [10] Incrocci ve arkadaşları genital stimülasyonu standart hale getirmek için vibrotaktik cihazların kullanılması gerektiğini önermektedir. [11]

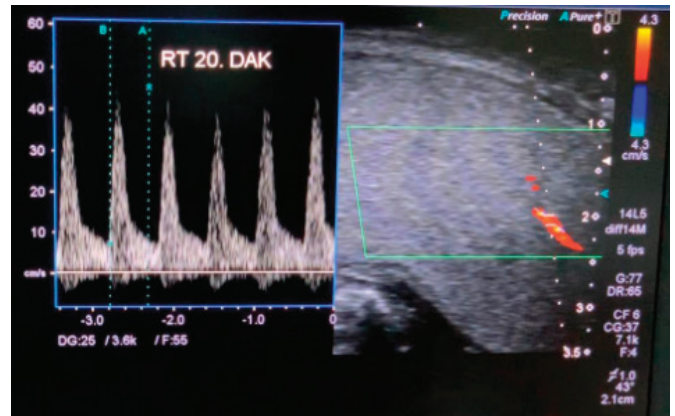
Enjeksiyondan sonra baş dönmesi, geçici hipotansiyon atağı, enjeksiyon yerinde ekimoz, hematoma ve priapizm gibi komplikasyonlar oluşabilir. Priapizm sıklığı düşüktür. Erken tedavi edilmesi penil fibrozis riskini önemli derecede azaltır. Geç ve yetersiz tedavisi, erektil dokuda iskemik hasara ve peniste fibroze neden olur. Bu sebepten priapizmin erken tanı ve yeterli tedavisi oldukça önemlidir. [12]

Arteriyel Yetmezlik ve Veno-Oklusiv Disfonksiyonun Değerlendirilmesi

PSV (en yüksek sistolik hız, *peak systolic velocity*) ve EDV (son diyastolik hız, *end-diastolic velocity*) her 5 dakikada bir değerlendirilir ve kabul edilen bir derecelendirme sistemine göre her 15 dakikada bir klinik cevap dokümanete edilir. Muayene sırasında arteriyojenik fonksiyon için 30 cm/sn'nin üzerindeki PSV değerleri normal kabul edilmektedir. PSV değeri 25 cm/sn'nin altında ise, tanı arteriyel yetmezlik, PSV 25 ila 30 cm/sn arasında ise tanı sınırda arteriyel yetmezlik kabul edilir. Muayene sırasında 5 cm/sn'nin altında EDV değerlerine ulaşıldığında, veno-oklüziv sistemin normal olduğu kabul edilir. EDV değeri ereksiyon ve rijiditenin sağlanabildiği 15–20. Dakikada değerlendirilir, 5 cm/sn'nin üzerinde olduğunda tanı veno-oklüziv disfonksiyondur (Şekil 3 ve 4). [13] Arteriyel yetmezlik, PSV 25 cm/sn'den az olduğunda %92 doğrulukla



Şekil 3. Arteriyel yetmezlik (İMÜ Bülent Erol Arşivi).



Şekil 4. Veno-oklusiv disfonksiyon (İMÜ Bülent Erol Arşivi).

teşhis edilir. Miks tip ED tanısı Doppler ultrasonografi ile yapılamamaktadır. Çünkü arteriyel yetmezliği olan bir hastada venöz yetersizlik değerlendirilememektedir. Klinik pratikte çoğu yaşlı hasta ya da ameliyat sonrası ED hastası bu belirsiz formda görülür. [14] Avrupa Üroloji Kılavuzu'na göre 30 cm/sn'den yüksek bir PSV, 3 cm/sn'den düşük bir EDV ve rezistans indeksin >0,8 olması, genellikle normal kabul edilir. [2]

Bu çalışmalara istinaden 25 Temmuz 2014 tarihli resmî gazetede yayınlanan 29071 sayılı kararda "SUT'ta penil protez takılmasının SGK tarafından karşılanma şartları" mevcuttur.

Bazı yazarlar, PSV için cut-off değerinin yaşa bağlı bir parametre olduğunu ve yeni kriterlerin benimsenmesi gerektiğini iddia etmektedir. [15] Hastanın yaşı, PSV ile negatif korelasyon göstermektedir. Ancak hiçbir cut-off değeri farmakostimülasyon testine erektil cevapta başarısızlığı veya kan akış parametrelerinde düşüşü öngörememektedir. Sigara kullanımı, diabetes mellitus ve anti-erektil ilaç kullanımı (antihipertansifler ve trisiklik antidepresanlar v. b.) öyküsü, ilk enjeksiyona kötü yanıt ile ilişkilidir. [16]

Penil Doppler ultrason uygulayıcı bağımlı bir yöntem olduğundan Uluslararası Cinsel Tıp Derneği (ISSM)

üyelerine 30 soruluk bir elektronik anketle mevcut uygulama paternleri, tekniği ve yorumundaki değişkenliği değerlendirilmiştir.^[17] Tetkikin yaklaşık %62'si bir ürolog tarafından yapılmakta ve %76'dan fazlası bir ürolog tarafından yorumlanmaktadır. Uygulayıcıların neredeyse %90'ı kendi protokollerini kullandıklarını bildirmesine rağmen, ankete katılanların kullandıkları teknikler arasında ciddi farklar mevcuttur. Ereksiyon oluşturmak için 10'dan fazla farklı farmakolojik karışım kullanılmakta ve katılımcıların %17'si yetersiz ereksiyonda doz tekrarı yapmamaktadır. Ayrıca tanı eşik değerlerinde de büyük farklılıklar mevcuttu. Katılımcıların sadece %38'i, <25 cm/sn'lik bir tepe sistolik hızı arteriyel yetmezlik olarak tanımlarken, %53'ü, end diyastolik hızı >5 cm/sn değerini VOD olarak tanımlamıştır.^[17] Yapan kişiye bağımlı bir tekniktir ve orta derecede arteriyel akıma sahip hastalarda %20'ye varan yalancı negatiflik değerlerine sahiptir.^[7]

Ereksiyon Sertliği Derecelendirme Ölçeği

Skorlamada standardizasyon sağlamak için penil Doppler USG incelemesi sırasında hastaların her birinin maksimum ereksiyon sertliğine ulaştığında, ereksiyon sertliği derecelendirme ölçeğine göre muayeneyi yapan radyolog tarafından derecelendirilmelidir. Ölçeğe göre: 0. derece "ereksiyon yok", 1. derece "daha büyük ama sert değil", 2. derece "penetrasyon için yeterli sertlikte değil", 3. derece "penetrasyon için yeterli ancak tamamen sert değil", ve 4. derece "tamamen sert" anlamına gelmektedir.^[18]

Ultrasonu takiben, hasta, detümesans açısından izlenmeli ve uzun süreli ereksiyon açısından değerlendirilmelidir. Çalışmanın tamamlanmasından 20 dakika sonra hastayı yeniden değerlendirilmesi önerilir. Eğer detümesans elde edilemiyorsa, intrakavernozal fenilefrin (1 mg/mL) enjeksiyonları, detümesans elde edilinceye kadar uygulanmalıdır. Bu süreçte vital bulgular münitörize edilmelidir. Tekrar ereksiyon durumunda hastanın acil servise başvurusu talimatı verilmelidir.^[4]

SONUÇ

Penil Doppler ultrasonun avantajı prosedürün minimal invaziv olması ve kavernoöz arterlerin normal arteriyel tepkisini tanımlamak için hastalarda tarama testi olarak kullanılabilmesidir. Peyronie hastalığında ve tedaviye yanıtsız erektil disfonksiyonu olan hastalara, pelvik travma öyküsü veya penis shaftının kırıklarına cerrahi müdahale veya daha invaziv vasküler incelemelerden önce penil Doppler ultrason önerilmelidir. Yapan kişiye bağımlı bir teknik olduğundan oluşturulan protokollerin standardizasyonu gerekmektedir.

Hakem Değerlendirmesi

Dış bağımsız

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansal Destek

Herhangi bir mali destek alınmamıştır.

Peer-review

Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest

No conflict of interest was declared by the authors.

Financial Disclosure

No financial disclosure was received.

KAYNAKLAR

1. Altinkilic B, Hauck EW, Weidner W. Evaluation of penile perfusion by color-coded duplex sonography in the management of erectile dysfunction. *World J Urol* 2004;22:361–4. [CrossRef]
2. Hatzimouratidis K, Giuliano F, Moncada I, Muneer A, Salonia A, Verze P. EAU Guidelines on Erectile Dysfunction, Premature Ejaculation, Penile Curvature and Priapism 2018. In: European Association of Urology Guidelines 2018 Edition. Volume presented at the EAU Annual Congress Copenhagen 2018., edn. Arnhem, The Netherlands: European Association of Urology Guidelines Office; 2018.
3. Pescatori ES, Drei B, Silingardi V. Advanced diagnostics in erectile dysfunction: beyond the concept of hemodynamics. *J Endocrinol Invest* 2003;26:125–6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12834038/>
4. Berookhim BM. Doppler Duplex Ultrasonography of the Penis. *J Sex Med* 2016;13:726–31. [CrossRef]
5. Jarow JP, Pugh VW, Routh WD, Dyer RB. Comparison of penile duplex ultrasonography to pudendal arteriography. Variant penile arterial anatomy affects interpretation of duplex ultrasonography. *Invest Radiol* 1993;28:806–10. [CrossRef]
6. Gill RW. Measurement of blood flow by ultrasound: accuracy and sources of error. *Ultrasound Med Biol* 1985;11:625–41. [CrossRef]
7. LeRoy TJ, Broderick GA. Doppler blood flow analysis of erectile function: who, when, and how. *Urol Clin North Am* 2011;38:147–54. [CrossRef]
8. Biswas S, Biswas S. A Study on Penile Doppler. *MOJ Surg* 2017;5:196–201. [CrossRef]
9. Seyam R, Mohamed K, Akhras AA, Rashwan H. A prospective randomized study to optimize the dosage of trimix ingredients and compare its efficacy and safety with prostaglandin E1. *Int J Impot Res* 2005;17:346–53. [CrossRef]
10. Donatucci CF, Lue TF. The combined intracavernous injection and stimulation test: diagnostic accuracy. *J Urol* 1992;148:61–2. [CrossRef]
11. Incrocci L, Hop WC, Slob AK. Visual erotic and vibrotactile stimulation and intracavernous injection in screening men with erectile dysfunction: a 3 year experience with 406 cases. *Int J Impot Res* 1996;8:227–32.
12. Wilkins CJ, Sriprasas S, Sidhu PS. Colour Doppler ultrasound of the penis. *Clin Radiol* 2003;58:514–23. [CrossRef]
13. Altinbas NK, Hamidi N. Penile Doppler ultrasonography and elastography evaluation in patients with erectile dysfunction. *Pol J Radiol* 2018;83:e491–9. [CrossRef]
14. Jung DC, Park SY, Lee JY. Penile Doppler ultrasonography revisited. Ultrasonography (Seoul, Korea) 2018;37:16–24. [CrossRef]

15. Caretta N, Palego P, Roverato A, Selice R, Ferlin A, Foresta C. Age-matched cavernous peak systolic velocity: a highly sensitive parameter in the diagnosis of arteriogenic erectile dysfunction. *Int J Impot Res* 2006;18:306–10. [\[CrossRef\]](#)
16. Aversa A, Isidori AM, Caprio M, Cerilli M, Frajese V, Fabbri A. Penile pharmacotesting in diagnosing male erectile dysfunction: evidence for lack of accuracy and specificity. *Int J Androl* 2002;25:6–10. [\[CrossRef\]](#)
17. Butaney M, Thirumavalavan N, Hockenberry MS, Kirby EW, Pastuszak AW, Lipshultz LI. Variability in penile duplex ultrasound international practice patterns, technique, and interpretation: an anonymous survey of ISSM members. *Int J Impot Res* 2018;30:237–42. [\[CrossRef\]](#)
18. Goldstein I, Mulhall JP, Bushmakin AG, Cappelleri JC, Hvidsten K, Symonds T. The erection hardness score and its relationship to successful sexual intercourse. *J Sex Med* 2008;5:2374–80. [\[CrossRef\]](#)