

**PENİL ARTERİYEL SİSTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE RENKLİ DOPPLER
ULTRASONOGRAFİ İLE KAVERNOZAL ARTER SİSTOLİK OKLÜZYON
BASINCININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**THE COMPARISON OF CAVERNOSAL ARTERY SYSTOLIC OCCLUSION
PRESSURE WITH COLOR DOPPLER ULTRASONOGRAPHY IN EVALUATION
OF PENILE ARTERIAL SYSTEM**

KADIOĞLU, A*., ERDOĞRU, T*., ÖZCAN, F*., ORHAN, İ*., USTA, M*.
TELLALOĞLU, S**.

ÖZET

Renkli Doppler ultrasonografi, penil arteriyel sistemin fonksiyonel değerlendirilmesinde, ilk planda tercih edilen değerlendirme metodudur. Maliyetinin yüksek ve öğrenme süresinin uzun olması, bu değerlendirme modalitesinin yaygın olarak kullanımını engellemektedir. Bu nedenlerden dolayı, kavernozaal arter sistolik oklüzyon basıncı (CASOP-cavernosal artery systolic occlusion pressure-) ölçümü, penil arteriyel sistemin değerlendirilmesinde, alternatif bir tanı yöntemi olarak kullanılabilir. Çalışmamızda, CASOP'un penil arteriyel sistemin fonksiyonel değerlendirilmesindeki etkinliğinin araştırılması için, 60 erektil disfonksiyonlu erkek hastada (120 kavernozaal ünit) renkli Doppler ultrasonografi (kavernozaal arter çap artış oranı ve kavernozaal arter peak sistolik kan akım hızı) ve CASOP değerleri tesbit edilerek, karşılaştırıldı. Bu değerlendirmelerin sonucunda, renkli Doppler ultrasonografi altın standart olarak kabul edildiğinde, CASOP'un sensitivitesi %71.42, spesifisitesi %94.87, pozitif prediktif değeri %88.23 ve negatif prediktif değeri %86.04 olarak tesbit edildi. Bu verilerin ışığında CASOP penil arteriyel sistemin değerlendirilmesinde, kaverno-venöz kompetansı da değerlendiren dinamik infüzyon kaverno-zometri (DICC) ile aynı seansta uygulanabilen, güvenilir bir alternatif tanı yöntemi olarak kullanılabilirliği sonucuna varıldı.

SUMMARY

Color Doppler ultrasonography is a precise method in functional evaluation of penile arterial system. The cost of equipment and long learning curve precludes the wide use of this technique therefore, cavernosal artery systolic occlusion pressure (CASOP) measurement is considered as an alternative method in the functional evaluation of penile arterial system. In order to evaluate effectiveness of CASOP, 60 patients with erectile dysfunction (120 cavernosal units) were evaluated by color Doppler ultrasonography (cavernosal artery diameter increase rate and peak systolic blood flow velocity) and CASOP. The sensitivity of CASOP was found to be 71.42% and its specificity was 94.87%, positive predictive value was 88.23% and its negative predictive value was 86.04% when color Doppler ultrasonography is considered as the gold standart in the functional evaluation of penile arterial system. CASOP is a part of DICC and it can be used as an alternative method to color Doppler ultrasonography, in assessment of penile arterial system and caverno-venous competence in the same session.

(*) İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı

(**) İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Androloji Anabilim Dalı

ANAHTAR KELİMELER: Penil arteriyel sistem - fonksiyonel değerlendirme.

KEY WORDS: Penile arterial system - functional evaluation.

GİRİŞ

Ereksiyon, arteriyel kan akımında artış, sinüzoidal düz kaslarda relaksasyon ve venöz drenajda azalma ile oluşan nörovasküler bir fenomendir (1).

Yapılan çalışmalarda penil arteriyel yetersizlik erektil disfonksiyona neden olan komponentler içinde %70 oranı ile en sık karşılaşılanıdır (2). Penil arteriyel sistem intrakavernozal papaverin test (3,4), pelvik steal test (5,6), renkli Doppler ultrasonografi (7,8), kavernozaal arter sistolik oklüzyon basınç ölçümü [CASOP] (9,10) ve selektif internal pudendal anjiyografi (11,12) ile fonksiyonel olarak değerlendirilebilir. tüm bu tanı modaliteleri içinde, renkli Doppler ultrasonografi, daha az invaziv ve daha doğru sonuç elde edilen yöntem olarak kabul edilir (2,7). Bununla beraber, bu modalitenin maliyetinin yüksek olması ve öğrenme süresinin uzun olması, geniş oranda kullanımını engellemektedir. Bu nedenle daha ucuz ve kolay uygulanabilir bir yöntem olarak CASOP değerlendirilmesi alternatif bir prosedür olarak kabul edilebilir. Çalışmamızda, penil arteriyel sistemin fonksiyonel değerlendirmesinde renkli Doppler ultrasonografiye alternatif bir metod olarak CASOP'un etkinliği araştırıldı.

MATERYAL VE METOD

Erektil disfonksiyon şikayeti ile başvuran ve yaşları 25 ile 62 arasında değişen (ortalama: 41.26 ± 12.72) 60 hasta ayrıntılı seksüel anamnez, fizik muayene, serum biyokimya profili, serum testosteron ve prolaktin düzeyi, kombine intrakavernozal papaverin injeksiyonu ve stimülasyon testi [CIS test] (13), bioteziometre, renkli Doppler ultrasonografi, dinamik infüzyon kavernozaometri - kavernozaografi, kavernozaal arter sistolik oklüzyon basınç ölçümü ve NPT (gerekliğinde) ile değerlendirildi.

Intrakavernozal 60 mg. papaverin hidrok-

lorid (ICP-60) injeksiyonu öncesinde renkli doppler ultrasonografi ile (Acuson 128 / 10 MHz imaging, 4.5 MHz pulsed Doppler, 9.2 software version) sağ ve sol kavernozaal arter çapları tesbit edildi. ICP-60 sonrasında, ereksiyonun inisyel fazında, bilateral kavernozaal arter çapları ve peak sistolik kan akım hızları saptandı. Kavernozaal arter peak sistolik kan akım hızı değerlerine göre < 30 cm/sn. olan hastalar penil arteriyel yetersizlik, kavernozaal arter çap artışı oranı $> 75\%$ ve peak sistolik kan akım hızı > 30 cm/sn. olan hastaların ise penil arteriyel sistemi normal kabul edildi (2).

Ayrı bir seansta, 60 hastanın penil arteriyel sistemleri dinamik infüzyon kavernozaometri (Cavomat-7000, Wiest) bir bölümü olan CASOP ölçümü ile değerlendirildi. Hastanın brakial sistolik ve diastolik arteriyel kan basıncı ölçüldü. Her iki korpus kavernozauma, bir intrakorporeal injeksiyon ve serum fizyolojik infüzyonu, diğeri ise intrakorporeal basınç moniterizasyonu için, iki adet 19 gauge kelebek iğne yerleştirildi. 45 mg. papaverin hidroklorid ile 2.5 mg. fentolamin mesilat intrakavernozal olarak injekte edildi. Doppler ultrason probu (unidirectional continuous wave, 9 MHz) kavernozaal arter pulsasyonunu tesbit etmek amacıyla, korporeal cisimlerin sağ ve sol lateral kenarlarına radikals penis hizasında yerleştirildi. İntrakorporeal serum fizyolojik infüzyonu ile intrakorporeal basınç, kavernozaal arter sistolik kan basıncının üstüne kadar yükseltildi. Doppler prob ile tespit edilen kavernozaal arter pulsasyonu kesilince infüzyon durduruldu. intrakavernozal basınç düşürülmeye başlayınca kavernozaal arter pulsasyon akımı tekrar tesbit edildi. Kavernozaal arter pulsasyonunun kesildiği intrakorporeal basınç değeri kavernozaal arter sistolik oklüzyon basınç değeri olarak saptandı. Bu ölçüm üç kez tekrarlanarak doğru değer elde edilmesi kontrol edildi. Elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak, bu CASOP olarak kabul edildi. CASOP değeri ortalama sistemik

arteriyel kan basıncı [*(sistolik-diastolik kan basıncı/3) + diastolik kan basıncı*] ile karşılaştırılarak aradaki fark hesaplandı. Her iki parametre arasındaki fark <20 mmHg olan olgular normal penil arteriyel sistem olarak kabul edilirken, >20 mmHg olan değerler penil arteriyel yetersizlik olarak değerlendirildi (14,15).

CASOP'un etkinliği istatistiksel olarak iki ayrı yöntemle değerlendirildi. İlk aşamada, penil arteriyel sistemin değerlendirilmesinde, renkli Dopplerultrasonografi altın standart olarak kabul edilerek, CASOP'un penil arteriyel sisteminin değerlendirilmesindeki sensitivitesi (doğru pozitif/doğru pozitif+yanlış negatif), spesifisitesi (doğru negatif/doğru negatif+yalnız pozitif), pozitif prediktif değeri (doğru pozitif/doğru pozitif+yanlış pozitif), negatif prediktif değeri (doğru negatif/doğru negatif+yanlış negatif) tesbit edildi (16).

İkinci aşamada ise, renkli Doppler ultrasonografi veya CASOP'un ikisi de altın standart olarak alınmadığında, her iki tanı modalitesi arasındaki istatistiksel anlamlılık McNemar ve kapa uyum denetim testi (17) ile değerlendirildi. McNemar testinde, serbestlik derecesi bir olarak kabul edilecek olursa, elde edilen ki-kare değeri <3.841 olan değerler her iki değerlendirme yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede uyumluluğun varlığını yansıtmaktadır. Diğer yandan Kappa uyum testinde ise kapa katsayısı -1 olan değerler tersine tam uyumluluk, +1 olan değerler tam uyumluluk, 0 olan değerler ise uyumsuzluk olarak değerlendirildi. Kapa katsayısı >+0.5 olan değerlerde ise, istatistiksel olarak, her iki yöntem arasında yüksek derecede uyumluluk olarak değerlendirildi.

SONUÇLAR

Çalışmamızda 60 hastanın renkli Doppler ultrasonografi ile yapılan değerlendirilmesin-

de, 39 hastada (%65) ICP-60 öncesi sağ ve sol ortalama kavernozaal arter çapı sırasıyla, 0.29 ± 0.12 mm (0.1 - 0.8 mm) ve 0.28 ± 0.10 m (0.1 - 0.7 mm) olarak tesbit edildi. ICP-60 sonrasında her iki kavernozaal arterdeki ortalama çaplar ise sağda 0.65 ± 0.24 mm (0.3 - 1.4 mm), solda 0.67 ± 0.22 mm (0.4 - 1.4 mm) olarak saptandı. Ortalama peak sistolik kan akım hız değerleri ise, sağ ve sol kavernozaal arter için, sırasıyla, 44.98 ± 9.56 cm/sn (32.0-75.0 cm/sn) ve 43.67 ± 9.58 cm/sn (30.0-68.0 cm/sn) olarak belirlenerek, penil arteriyel sistemleri normal olarak değerlendirildi (Tablo 1). Diğer yandan penil arteriyel yetersizlik olduğu değerlendirilen 21 hastada (%35) ise ICP-60 öncesi ve sonrası sağda ortalama kavernozaal arter çapları 0.17 ± 0.07 mm (0.1-0.4 mm) ve 0.38 ± 0.16 mm (0.2-0.7 mm), solda ise 0.20 ± 0.04 mm (0.1-0.4 mm) ve 0.35 ± 0.10 mm (0.2-0.6 mm) olarak tesbit edildi. Ortalama peak sistolik kan akım hızları ise sağ kavernozaal arter için 21.50 ± 3.91 cm/sn (15.0-28.0 cm/sn), sol için ise 22.79 ± 9.23 cm/sn (14.0-29.1 cm/sn) olarak belirlendi (Tablo 1).

CASOP ile yapılan penil arteriyel sistemin değerlendirilmesinde ise, sağ ve sol ortalama CASOP değerleri sırasıyla, 70.43 ± 11.53 mmHg (55-90 mmHg ve 67.86 ± 11.44 mmHg (50-87 mmHg) olarak tesbit edildi (Tablo 2). Diğer yandan, ortalama sistolik arteriyel kan basıncı ile CASOP arasındaki ortalama gradient değerleri, sağ kavernozaal arter için 12.96 ± 7.06 mmHg, sol kavernozaal arter için ise 12.76 ± 8.60 mmHg olarak saptandı (Tablo 2). CASOP ile penil arteriyel sistemin değerlendirilmesi sonucu, 34 (%28) kavernozaal arteriyel ünite arteriyel yetersizlik, 86 (%72) arteriyel ünite ise normal arteriyel sistem tesbit edildi (Tablo 2).

Çalışmamızdaki toplam 120 arteriyel ünitenin 30'unda (%25.0) hem renkli Doppler ultrasonografi hem de CASOP ile arteriyel yeter-

Tablo 1: Renkli Doppler ultrasonografi ile 120 kavernozaal ünite ait ortalama kavernozaal arter çap artışı ve sistolik kan akım hızı değerleri.

	Pre-papaverin çap (mm)	Post-papaverin çap (mm)	Peak sistolik kan akım hızı (cm/sn)
SAĞ	0.1-0.8 (0.28±0.14)	0.2-1.4 (0.59±0.24)	19-75 (37.60±14.33)
SOL	0.1-0.7 (0.27±0.12)	0.3-1.4 (0.59±0.23)	14-72 (35.43±13.55)

Tablo 2: 120 kavernozaal ünütte ortalama CASOP ve CASOP ile ortalama sistemik arteriyel kan basıncı arasındaki ortalama fark değerleri.

	CASOP (mmHg)	Fark (mmHg)
SAĞ	55-90 (70.43±11.53)	3-30 (12.96±7.06)
SOL	50-87 (67.86±11.44)	4-42 (12.76±8.60)

sizlik saptanırken, 74'ünde ise (%61.6) her iki değerlendirme yöntemi ile normal arteriyel sistem varlığı saptandı 12 (%10.0) kavernozaal ünütte renkli Doppler ultrasonografi ile arteriyel yetersizlik tespit edilirken, CASOP ile bu ünitler normal arteriyel sistem olarak değerlendirildi. Diğer yandan sadece 4 (%3.4) kavernozaal arteriyel ünütte renkli Doppler ultrasonografi ile normal arteriyel sistem tesbit edilirken, bu ünitlerin CASOP ile yapılan değerlendirmesinde arteriyel yetersizlik saptandı (Tablo 3).

Bu değerlendirmeler sonucunda, penil arteriyel sistemin değerlendirilmesinde, renkli doppler ultrasonografi altın standart olarak kabul edildiğinde, CASOP'un sensitivitesi %71.42, spesifitesi %94.87, pozitif prediktif değeri %88.23, negatif prediktif değeri %88.04 olarak saptandı (Tablo 4).

Penil arteriyel sistemin değerlendirilmesinde, iki yöntem de, altın standart olarak kabul edilmeyecek olursa, McNemar testi ile yapılan değerlendirmede, ki-kare katsayısı 3.0625 (<3.841) olarak tesbit edildi. diğer yandan, kappa uyum denetim testi sonucunda kappa değeri 0.683 (>+0.5) olarak saptandı. McNemar ve Kappa uyum denetim testi (17) ile yapılan bu değerlendirme ile her iki yöntem arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmadığı tesbit edildi.

TARTIŞMA

Penil arteriyel sistemin fonksiyonel olarak değerlendirilmesinde renkli Doppler ultrasonografinin kullanımı Lue (7) tarafından orta-

ya atılmış olup, bu alanda en güvenilir metod haline gelmiştir. Yapılan çalışmalarda renkli doppler ultrasonografinin pudental anjiyografi ile karşılaştırıldığında korelasyon oranı yüksek olarak saptanmıştır (11). Renkli Doppler ultrasonografinin maliyetinin yüksek olması, öğrenme süresinin uzunluğu ve internal pudental arteriografinin rutin değerlendirmede kullanılamayacak kadar invaziv bir tanı yöntemi olduğu dikkate alındığında, penil arteriyel sistemin fonksiyonel olarak değerlendirilmesinde, düşük maliyetli, kolay uygulanabilen, non-invaziv ve yüksek sensitivite, spesifitesi olan bir yöntemin gerekliliği ortaya çıkar.

Padma-Nathan tarafından ilk olarak tanımlanan dinamik infüzyon kavernozaometri ve kavernozaografinin (18) bir bölümünü oluşturan CASOP değerlendirilmesi penil arteriyel sistemin fonksiyonel değerlendirilmesinde, internal pudental arteriografi altın standart olarak kabul edildiğinde, sensitivitesinin %72 ve pozitif prediktif değerinin %100 olduğu bildirilmiştir.

Renkli Doppler ultrasonografi ile elde edilen değerler operatöre, ekipman farklılığına, kullanılan Doppler probunun açısına bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir. CASOP ölçümü de sistemik arteriyel kan basıncı, kavernozaal arter elastikiyeti, tunika albuginea ve sinüzodial yapının kompliansına bağlı olarak farklılık gösterebilir. Diğer yandan dinamik infüzyon kavernozaometri de olduğu gibi, ağır kaverno-venöz inkompetansı olan olgularda, infüzyon akımının yeterli oranda intrakorpo-

Tablo 3: CASOP ve renkli Doppler ultrasonografi ile yapılan değerlendirme sonrası normal arteriyel sistem ve arteriyel yetersizlik tesbit edilen hastaların dağılımı.

	Renkli Doppler ultrasonografi	
	Arteriyel yetersizlik	Normal vasküler sistem
CASOP	30	4
	12	74

Tablo 4: CASOP'un sensitivite, spesifisite, pozitif ve negatif prediktif değerleri (Renkli Doppler ultrasonografi altın standart olarak alındığında).

Sensitivite	% 71.42 (30/30+12)
Spesifisite	%94.87 (74/74+4)
Pozitif prediktif değeri	% 88.23 (30/30+4)
Negatif prediktif değeri	% 86.04 (74/74+12)

real basıncı yükseltememesine bağlı olarak, CASOP ölçümü yapılamayabilir (19,20).

Serimizde CASOP değerlendirmesi ile kaverno-arteriyel yetersizlik tespit edilen 17 hastanın (34 kaverno-arteriyel ünit) 5'inde aynı zamanda kaverno-venöz inkompetans varlığı tesbit edildi. Fakat bu 5 hastadaki ortalama intrakorporeal idame akım hızı ortalama 29.00 ± 9.69 ml/dk (20-45 ml/dk), 30. saniyedeki ortalama intrakorporeal dekompresyon basıncı 46.60 ± 19.40 mmHg (20-74 mmHg) olup, 5. dakikadaki ortalama intrakorporeal basınç değeri 50.60 ± 13.14 mmHg (28-62 mmHg) olup, CASOP değerlendirmesinde yanlış bir ölçüme neden olabilecek seviyede olmadığı tesbit edildi. Geriye kalan 12 olguda ise kaverno-venöz sistem intakt olarak değerlendirildi. Altmış hastanın DICC ve CASOP ile yapılan değerlendirilmesi sonucunda, 12 hastada (%20.0) penil arteriyel yetersizlik, 28 hastada (%46.6) kaverno-venöz inkompetans, 5 hastada (%8.3) mikst (arteriyel yetersizlik+kaverno-venöz inkompetans) tip empotans, 15 hastada (%25.0) ise normal penil vas-küler sistem saptandı.

Renkli Doppler ultrasonografinin kullanılmadığı şartlarda, %94.87 spesifisite, %71.42 sensitivite ve %88.23 pozitif prediktif değerleri gibi, CASOP'un renkli Doppler ultrasonografi ile anlamlı korelasyon dikkate alındığında, penil arteriyel sistem, DICC sırasında CASOP ile, venöz sistemle beraber değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- 1- Lue, T.F., Takamura, T., Schmidt, R.A., Palubinkas, P.J., Tanagho, E.A.: Hemodynamics of erection in the monkey. *J.Urol.*, 130: 1237, 1983.
- 2- Lue, T.F., Mueller, S.C., Jow, Y.R., Hwang, T.S.: Functional evaluation of penile arteries with duplex ultrasound in vasodilator-induced erection. *Urol. Clin. North Am.*, 16:799, 1989.
- 3- Virag, R.: Intracavernous injection of papaverine for erectile failure. *Lancet*, 2: 938, 1982.
- 4- Virag, R., Fryman, D., Legman, M., Virag, H.: Intracavernous injection of papaverine as a diagnostic and therapeutic method in erectile failure. *Angiology* 35: 79, 1984.
- 5- Michal, Mu.Dr.V., Kramar, R., Pospichal, Mu.Dr.L.: External iliac "steal syndrome" *J.Cardiavas. Surg.* 19: 355, 1978.
- 6- Goldstein, I., Siroky, M.B., Nath, R.L., McMillan, T.N., Menzoian, J.O., Krane, R.J.: Vasculogenic impotence: Role of pelvic steal test. *J. Urol.* 123: 300, 1982.
- 7- Lue, T.F., Hricak, H., Marich, K.W., Tanagho, E.A.: Vasculogenic impotence evaluated by high resolution ultrasonography and pulsed Doppler spectrum analysis. *Radiology*, 155: 777, 1985.
- 8- Hattery, R.R., King, B.F.Jr., Lewis, R.W., James, M., McKrusick, M.A.: Vasculogenic impotence: Duplex and color Doppler imaging. *Radiol. Clin. North. Am.* 29: 629, 1991.
- 9- Padma-Nathan, H., Klavans, S., Goldstein, I., Krane, R.J.: The screening efficacy of duplex ultrasound vs cavernosal artery systolic occlusion pressure (Abstract7. Proceeding of the International Society for Impotence Research. Boston pp: 32, 1988.
- 10- Goldstein, I., Krane, R.J.: Diagnosis and therapy of erectile dysfunction. in: Campbell's Urology. Edited by P.C. Walsh, A.B., Retik, T.A., Stamey, E.D.Jr. Vaughan. Philadelphia: W.B. Saunders Co, vol.3, chapt.23, pp 3033-3076, 1992.
- 11- Genestie, J.F., Romieux, A.: Arteriography of internal pudendal artery. in Radiologic exploration of impotence Edited by Genestie, J.F., Romieux, A. Martinus Nijhoff Medical Division/The Hague. Boston, London. pp: 25-113, 1978.
- 12- Mueller, S.C., Wallenberg-Pachaly, H., Voges, G.E., Schild, H.H.: Comparison of selective internal iliac pharmaco-angiography, penile brachial index and duplex sonography with pulsed Doppler analysis for the evaluation of vasculogenic (arteriogenic) impotence. *J.Urol.*, 143: 928, 1990.

- 13- **Donatucci, C.F., Lue, T.F.:** The combined intracavernous injection and stimulation test: Diagnostic accuracy. *J.Urol.*, 148: 61, 1992.
- 14- **Nathan, H.P.:** Evaluation of the veno-occlusive mechanism: Dynamic infusion cavernosometry and cavernosography. *Semin. Intervent. Radiol.*, 6: 205, 1989.
- 15- **Kaufman, J.M., Borges, F.D., Fitch, W.P., Geller, R.A., Gruber, M.B., Hubbard, J.G., McKay, D.L., Tuttle, J.P., Witten, F.R.:** Evaluation of erectile dysfunction by dynamic infusion cavernosometry and cavernosography (DICCC). *Urology*, 41: 445, 1993.
- 16- **Wasson, J.H., Sov, H.C., Neff, R.K., Goldman, L.:** Clinical prediction rules. Application and methodological standards. *New Engl. J.Med.* 313: 793, 1985.
- 17- **Fleiss, J.L.:** Statistical for rates and proportion New York, John Wiley & Sons, pp: 136, 1977.
- 18- **Padma-Nathan, H., Goldstein, I.:** Corporeal leakage syndrome: The role of dynamic infusion cavernosometry and cavernosography. *J.Urol.* 137: 184A, 1986.
- 19- **Schwartz, A.N., Wang, K.Y., Mack, L.A., Lowe, M., Berger, R.E., Cyr, D.R., Feldman, M.:** Evaluation of normal erectile function with color flow Doppler sonography. *AJR* 153: 1155, 1989.
- 20- **Kadioğlu, A., Erdoğan, T., Selhanoglu, M., Tellaloğlu, S.:** Comparison of cavernosal artery systolic occlusion pressure with color Doppler ultrasonography in the functional evaluation of penile arterial system. *The Medical Bulletin of Istanbul Faculty of Medicine* 27: 74, 1994.