



# Penil Doppler US-Penil Hemodinami

Dr. Ateş Kadioğlu





# Tarihçe

- Peniste kalan kanın önemini 1718 yılında Dionis vurgulamıştır.
- 19. yy'da venöz oklüzyon ereksiyon devamlılığının ana sebebi olarak düşünülmüş.
  - Bochdalek 1854, Waldeyer 1899
- 20. yy'da artmış kan akımının penil tūmesansın nedeni olduğu gösterilmiş.
  - Deysach 1939, Conti 1952, Newman 1964
  - Conti, penisin derin arterlerinde yastıkçıklar olduğunu ve arteriyovenöz şant yaparak ereksiyonu kontrol ettiğini düşünmüştür.

# Tarihçe

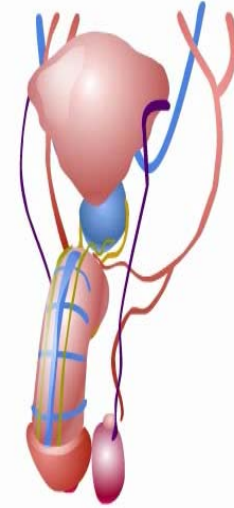
- Penil hemodinami ile ilgili modern araştırmalar ise 1970'lerde Xenon 133 washout ve kavernosonografi ile başlamıştır.
  - 1978 yılında Shirai, ereksiyon sırasında venöz kan akımının arttığını, fakat arteriyel akımın daha fazla artarak bunu kompanse ettiğini iddia etmiştir.
  - 1981 yılında Wagner ise arteriyel akımın arttığını, venöz drenajın azaldığını göstermiştir.

# Corpus Cavernosum

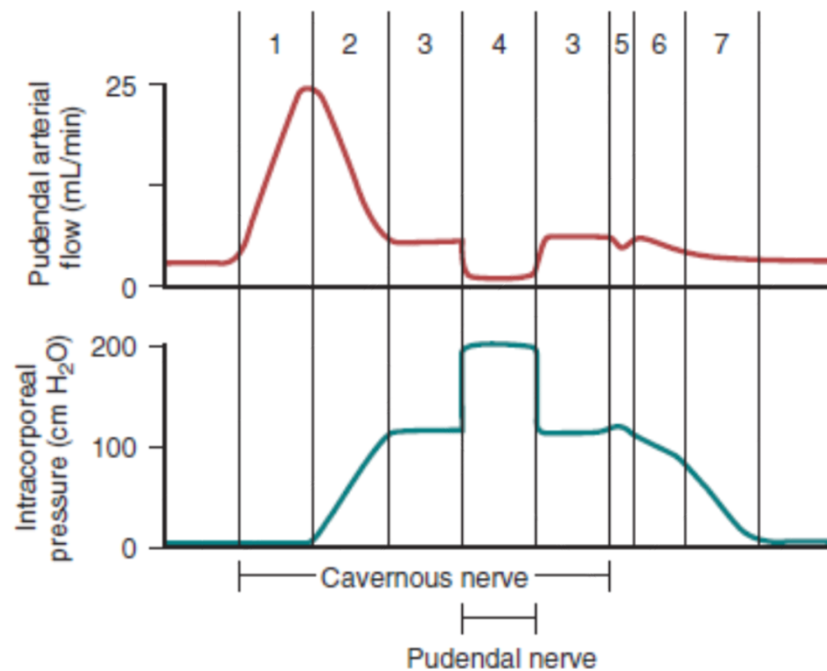
- Penil erektıl doku; özellikle kavernöz düz kas yapısı, arterioler ve arteryel duvarların düz kasları erektıl süreçte anahtar rol oynar.
- Flask durumda, bu düz kaslar kontraktedir, sadece beslenme için gerekli olan küçük bir akımın geçişine izin verir. (pO<sub>2</sub>:35 mmHg)

# Ereksiyonun Fazları

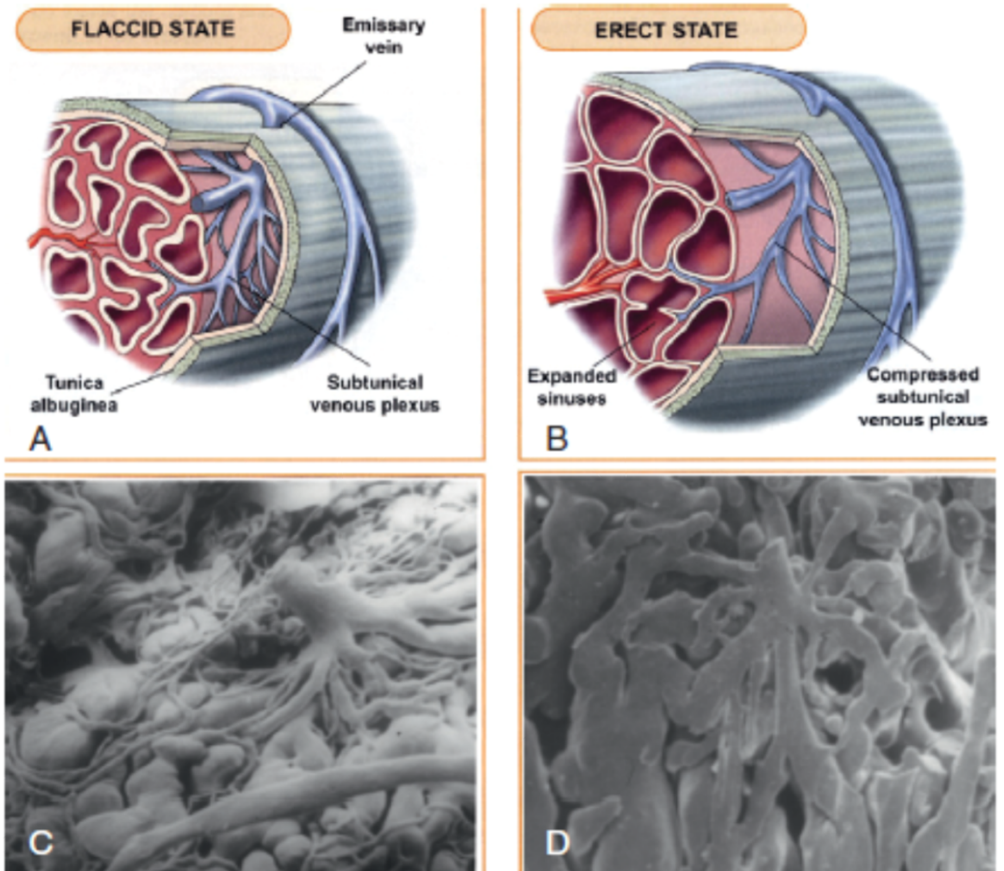
1. Sistolik ve diastolik fazda kan akımın artmasıyla arteriol ve arterlerin dilatasyonu
2. Genişleyen sinüsoidlerde gelen kanın hapsolması
3. T. Albuginea ve periferik sinüsoidler arasında subtunikal venöz pleksusun kompresyonuyla venöz akımın azalması
4. Tunikanın kapasitesi kadar gerilmesiyle iç ve dış longitudinal katmanlar arasında emissary venlerin sıkışmasıyla, venöz çıkışın minimuma inmesi
5.  $pO_2$ 'nin (90 mmHg) ve intrakavernöz basıncın (100 mmHg) artmasıyla penisin erekte hale gelmesi (full-ereksiyon fazı)
6. İskiyokavernöz kasların kasılmasıyla basınçta ileri bir artış (birkaç yüz mmHg) (rigid-ereksiyon fazı)







**Figure 23-6.** Blood flow and intracavernous pressure changes during the seven phases of penile erection and detumescence: 0, flaccid; 1, latent; 2, tumescence; 3, full erection; 4, rigid erection; 5, initial detumescence; 6, slow detumescence; 7, fast detumescence.

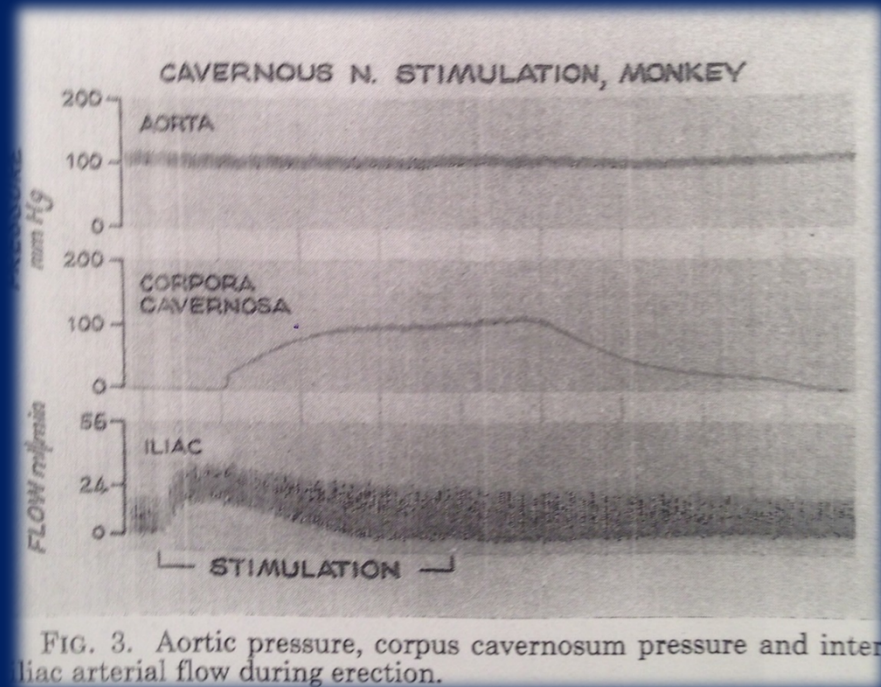


J Urol. 1983 Dec;130(6):1237-41.

## Hemodynamics of erection in the monkey.

Lue TF, Takamura T, Schmidt RA, Palubinskas AJ, Tanagho EA.

- Maymunlarda kavernöz sinirlerin etrafına elektrotlar implante edilerek elektroereksiyon sağlanmış.





# Radyografik Çalışmalar

- **Stimulasyon sonrası;**
  - 5. sn'de kavernöz venin dansitesinde azalma
  - 20. sn'de kavernöz ven saç teli kadar ince
  - 90. sn'den itibaren kavernöz ven görülememiş.
- **Stimulasyon sonlandırıldığında;**
  - 40 sn sonra kavernöz ven görülmeye başlamış
  - 90 sn içerisinde korpus kavernosumlar kontrast maddeden temizlenmiş.

# Venöz Akım ve İntrakorporal Basınç

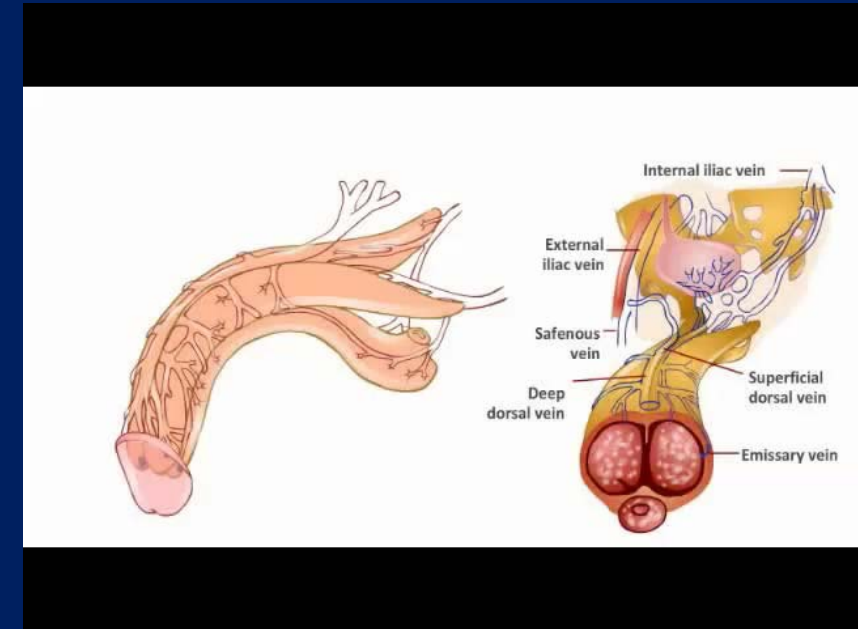
- Stimulasyon sonrası intrakorporal basınç;
  - $\text{Flow (F)} = \frac{\text{Efektif perfüzyon basıncı}}{\text{Rezistans (R)}}$
  - Efektif perfüzyon basıncı : Arteriyel basınç – Korporal basınç
  - Periferik direnç ↓ Akım ↑

J Urol. 1991 Sep;146(3):867-71.

## **Penile detumescence: characterization of three phases.**

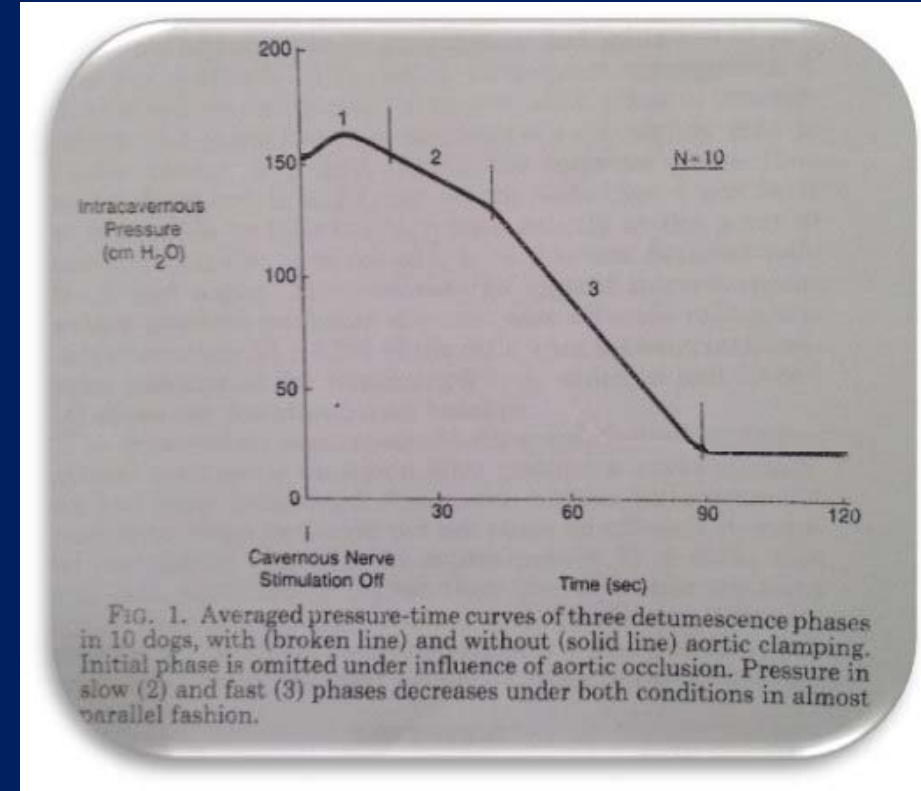
Bosch RJ<sup>1</sup>, Benard F, Aboseif SR, Stief CG, Lue TF, Tanagho EA.

- 22 köpekte kavernöz sinir stimulasyonu ile ereksiyon sağlanmış.
- Detumesans sırasında intrakavernöz basınç değişiklikleri ve venöz akım obstrüksiyon dereceleri analiz edilmiş.



# Detümesansın 3 Fazı

- **1. Faz: İntrakorporal basınçta hafif artış**
  - Kapalı bir venöz sisteme karşı düz kas kontraksiyonu başlangıcının göstergesi
  - Aort klempajı ile bu faz görülmemiştir.
- **2. Faz: İntrakorporal basınçta yavaş düşüş**
  - Venöz kanalların yavaşça tekrar açılması ve bazal arteriyel akımın devamı
  - Sempatik sinir stimülasyonu ile bu faz görülmemiştir.
- **3. Faz: İntrakorporal basınçta hızlı düşüş**
  - Venöz dönüşün tam kapasiteye ulaşması



J Urol. 1993 Jan;149(1):49-52.

## **Standardization of penile blood flow parameters in normal men using intracavernous prostaglandin E1 and visual sexual stimulation.**

Lee B<sup>1</sup>, Sikka SC, Randrup ER, Villemarette P, Baum N, Hower JF, Hellstrom WJ.

- 20 sağlıklı gönüllü
- Ort. yaş: 49 (45-60)
- PGE1 (10 $\mu$ g) ve görsel stimulasyon sonrası kan akımı parametreleri değerlendirilmiş.
- Tüm kişilerde rijid ereksiyon gelişmiş.
- Renkli Doppler US ile PGE1 öncesi ve sonrası arter çapları, pik kan akım hızları ve kan akım volümleri değerlendirilmiş.
- PGE1 ve görsel stimulasyon uygulanması sonrası;
  - Yüzeyel penil arter çapında %20 artış
    - Kan akım hacminde 3 kat artış (7.3 $\pm$ 1.4 - 20  $\pm$ 3.5cc/dk)
    - Pik kan akım hızında 2 kat artış (22  $\pm$ 3 - 46  $\pm$ 7cm/sn)
  - Derin penil arter çapında %70 artış
    - Kan akım hacminde 4 kat artış (3.8  $\pm$ 1 - 12.5  $\pm$  1.8cc/dk)
    - Pik kan akım hızında 3 kat artış (12.5  $\pm$ 2 - 37  $\pm$ 5cm/sn)
  - Enjeksiyon ile max erektile cevap arasındaki ort. süre: 8.5 dk (3-14)



J Urol. 2001 Sep;166(3):923-6.

# Improving the accuracy of vascular testing in impotent men: correcting hemodynamic alterations using a vasoactive medication re-dosing schedule.

Mulhall JP<sup>1</sup>, Abdel-Moneim A, Abobakr R, Goldstein I.

- Dinamik infüzyon kavernoziometri ereksiyonun hemodinamisini değerlendirmede önemli bir test
- Doğru tanı ve veri için tam korporal düz kas relaksasyonunu gerekli
- Vazoaktif ajanların tekrarlayan dozları ile testin tanısal doğruluğu arttırılabilir
- Tekrarlayan dozların hemodinami üzerindeki etkisi değerlendirilmiş.
- Veno-oklüziv parametreler anormal saptandığında, vazoaktif ajan (60 mg Papaverin + 3 mg Fentolamin) dozları **max 3 doz** olacak şekilde tekrarlanmış.

- 420 hastaya Dinamik infüzyon kavernoziometri yapılmış
- 294 (%70) hastaya anormal venooklüziv parametrelerden dolayı re-dosing yapılmış.
- 294 hastanın 94'ünde (%32) tekrarlayan doz sonrası tanı değişmiş.
  - Tanı değişen grupta , DM ve sigara kullanım öyküsü anlamlı olarak fazla
  - 76 hasta, mix vasküler yetmezlik → saf arteriyojenik
  - 18 hasta, mix vasküler yetmezlik → Normal
  - Venöz kaçak düzelmelerin yarısı 2. dozda, yarısı ise 3. dozda gözlemlenmiş.
- Vasküler değerlendirme sırasında, yeterli düz kas gevşemesi olmadığı şüphesi varsa tekrarlayan dozlar düşünülmelidir.
- Bu sayede kavernozaal yetersizlik tanısı konulması önlenabilir.

**In vivo assessment of trabecular smooth muscle tone, its application in pharmaco-cavernosometry and analysis of intracavernous pressure determinants.**

Hatzichristou DG<sup>1</sup>, Saenz de Tejada I, Kupferman S, Namburi S, Pescatori ES, Udelson D, Goldstein I.

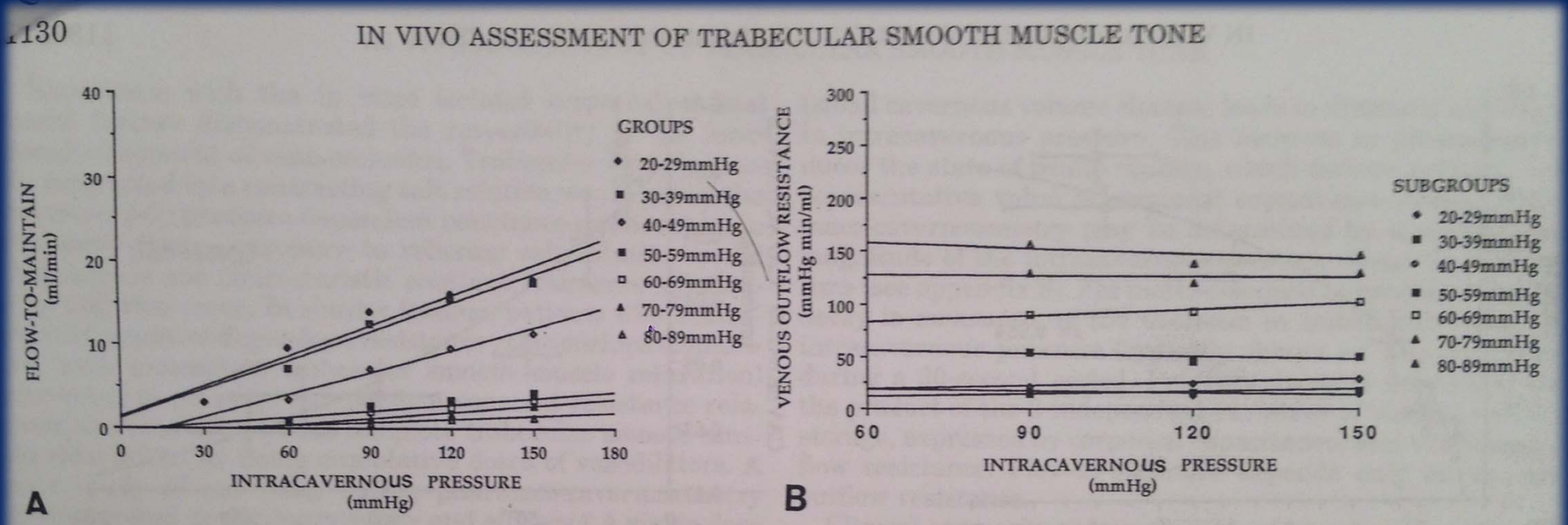


FIG. 5. A, linear relationships between mean flow-to-maintain values and intracavernous pressures at 90, 120 and 150 mm. Hg for 7 subgroups. B, constant relationships of venous outflow resistance values and intracavernous pressures at 90, 120 and 150 mm. Hg for 7 subgroups. Flow-pressure relationships were consistent with achievement of complete trabecular smooth muscle relaxation (group 2).

# Duplex Ultrasonografi

- Penil kan akımını değerlendirmede ikinci basamak
- ED'yi değerlendirmede en güvenilir ve en az invaziv tanı yöntemi
- High-resolution (7 to 10 MHz) realtime ultrasonography ve color pulsed Doppler ile;
  - Kan akımı hakkında sayısal veriler sağlama avantajı sağlar
  - Dorsal ve kavernöz arterler görüntülenebilir
  - Hemodinamik parametreler değerlendirilebilir
  - Vasküler anatomi değerlendirilebilir

- Tam ereksiyona gidiş sürecinde, korporeal basıncındaki hemodinamik değişiklikler standart bir Doppler dalga formunun oluşmasını sağlar.

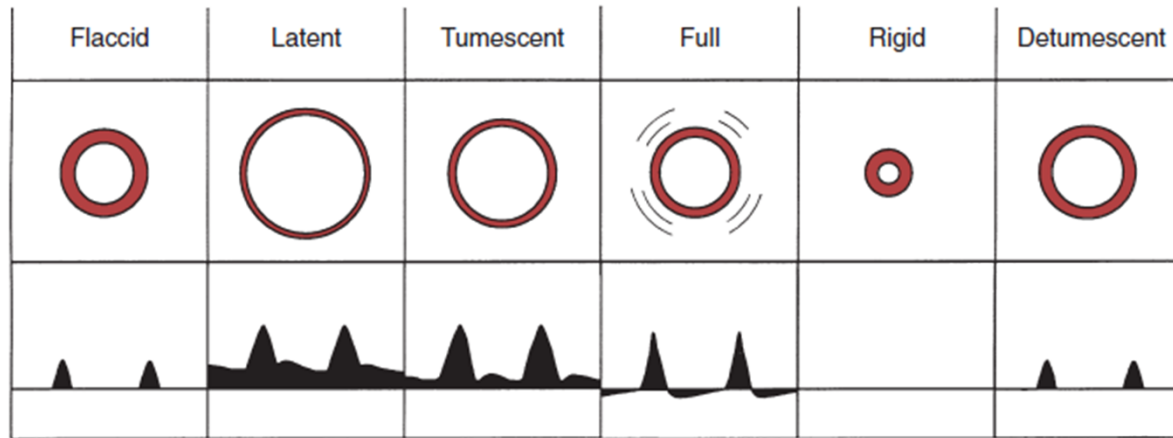


Figure 24-5. Artist's conception of the changes in diameter and flow waveform in the cavernous arteries induced by intracavernous injection of prostaglandin  $E_1$  in a potent young man as demonstrated by duplex ultrasound. Forceful concentric pulsations are particularly noticeable during full erection.

noticeable during full erection.  
injection of prostaglandin  $E_1$  in a potent young man as demonstrated by duplex ultrasound. Forceful concentric pulsations are particularly  
Figure 24-5. Artist's conception of the changes in diameter and flow waveform in the cavernous arteries induced by intracavernous

- Vaskülojenik ED tanısında duplex US ölçümleri bilgi vericidir.

- PSV<25cm/sn ise arteriyel yetersizlik,
- PSV>35cm/sn ise normal arteriyel sistem

- Kavernozal yetersizlik:

- Persistan yüksek sistolik akım hızlarına rağmen (PSV > 25 cm/sec), yüksek end diastolik akım hızları (EDV > 5 cm/sec) saptanması anlamlıdır.
- Stimulasyonu takiben hızlı detümesans

- Rezistiv index:  $\frac{PSV-EDV}{PSV}$

RI>0.9 (N)    RI<0.75 (Veno-okluziv disfonksiyon)



- **ED, Spesifik Tanısal Test Endikasyonları**

- Primer ED (Organik veya psikojenik hastalığa bağlı olmayan)
- Pelvik veya perineal travma hikayesi olan vasküler cerrahiden fayda görebilecek genç hastalar
- Cerrahi düzeltme gerektirebilecek penil deformitesi olan hastalar (Peyronie hastalığı, konjenital kurvatür)
- Kompleks psikiyatrik veya psikoseksüel bozukluğu olan hastalar
- Kompleks endokrin bozukluğu olan hastalar
- Hastanın veya partnerinin isteğine bağlı olabilir.
- Medikolegal sebepler (Penil protez implantasyonu, cinsel istismar)

- **Spesifik Tanısal Testler**

- NTPR (Rigiscan®)
- Vasküler İncelemeler
  - Intrakavernöz vazoaktif ilaç enjeksiyonu
  - Penil Duplex Doppler US
  - Dinamik İnfüzyon Kavernozometri ve Kavernozografi (DICC)
  - Internal pudendal arteriyografi
- Nörolojik İncelemeler (Bulbokavernöz reflex latensi, sinir iletim incelemeleri)
- Endokrinolojik incelemeler
- Psikotanısal değerlendirme

AJR Am J Roentgenol. 1989 Dec;153(6):1155-60.

## **Evaluation of normal erectile function with color flow Doppler sonography.**

Schwartz AN<sup>1</sup>, Wang KY, Mack LA, Lowe M, Berger RE, Cyr DR, Feldman M.

- 7 sağlıklı kişi , Ort. yaş: 40 (31-55)
- Normal ereksiyon sırasındaki vasküler olaylar, renkli akım Doppler US kullanılarak değerlendirilmiş.
- Intrakorporeal ilaç öncesi ve sonrasında corpora cavernosa'daki artan basınca (tümesans) yanıt olarak penil arterdeki sistolik/diastolik hızlar ve spektral dalga formları değişiklikleri arasındaki ilişki değerlendirilmiş.

**TABLE 1: Waveform Phases: Pressure/Velocity (Mean Values)**

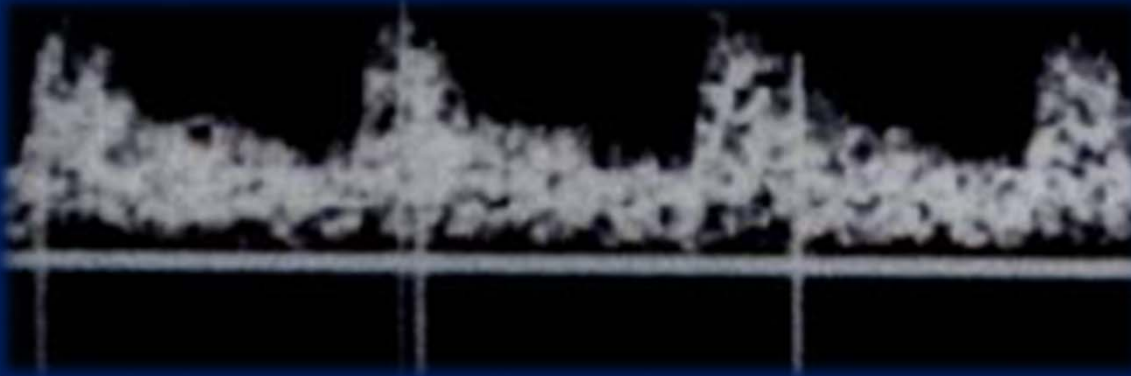
| Measurement                            | Phase |       |       |       |       |       |        |             |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------|
|                                        | Pre.  | 1A    | 1B    | 2     | 3     | 4     | 5A     | 5<br>SysTOP |
| Mean pressure in mm Hg                 | 10    | 11–17 | 17–25 | 25–40 | 40–63 | 63–83 | 83–105 | 106         |
| Mean peak systolic velocity in cm/sec  | 12.5* | —     | 32.0  | 22.0  | 29.5  | 39.0  | <39.0  | 0           |
| Time for systolic cycle in sec         | —     | —     | 0.285 | 0.27  | 0.22  | 0.17  | <0.1   | 0           |
| Mean peak diastolic velocity in cm/sec | 0     | —     | 10.0  | <10.0 | 0     | –6.4  | –6.4–0 | 0           |

Note.—Pre. refers to pretumescence, A refers to the first half and B to the second half of a cycle, SysTOP refers to the systolic occlusion pressure.

\* Value for the two subjects in whom peak systolic velocity could be measured adequately.

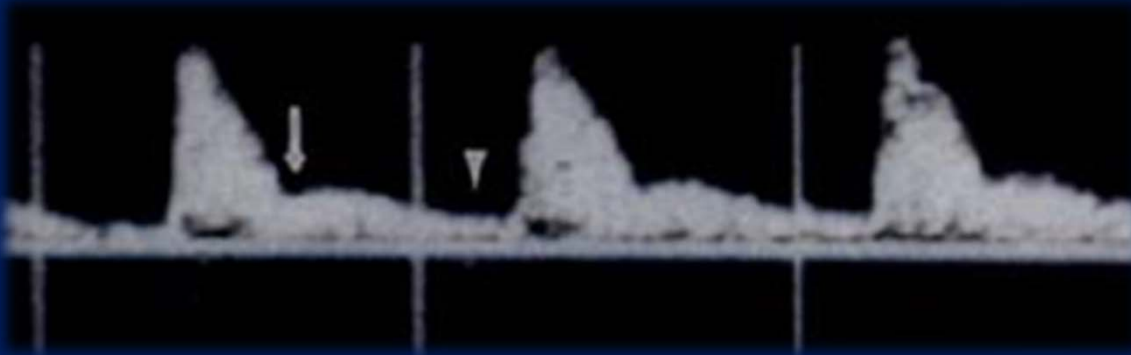
- Eretil siklus boyunca karakteristik spektral bir dalga formu görülmüştür ve patern artan basınçla koreledir.
- Ereksiyonun başlangıcında, hem sistolik hem de diastolik hızlar artar, bu sırada corpora cavernosa'daki basınç düşüktür (11-25 mmHg).
- Ereksiyonun son fazına kadar sistolik hızlar yükselir (83-106 mmHg).
- İntrakorporeal basınç 25'ten 40 mmHg'ya çıkınca diastolik hız düşer.
- 40-63 mmHg arasında, diastolik hız sıfıra yaklaşır.
- Artan basınçla (63-83 mmHg) diastolik akım tersine döner.
- Corpora cavernosa full ereksiyona yaklaştığında (83-105 mmHg), ileri sistolik ve geriye doğru diastolik akım komponentleri azalır.
- Yaklaşık 106 mmHg'da (sistolik oklüzyon basıncı), akım kesilir.

# Tümesans ve Detümesans Sırasındaki Dalga Formları



- **A. Faz 1B:**

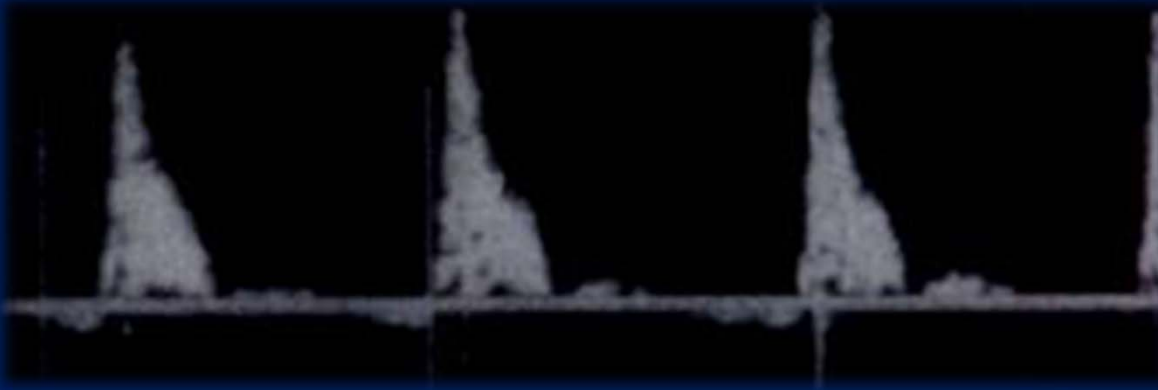
- Devamlı olarak bir dalga formu.
- Kardiak siklus boyunca devamlı akımla karakterizedir.
- ICI sonrası yaklaşık 2 dk sonra başlar
- ICP 17→25, PSV:32, PDV:10cm/s
- Sistolik hız maksimum veya maksimuma yakın.
- Diastolik hız bu faz boyunca maksimum.



- **B. Faz 2:**

- Diastolik hız progresif olarak azalmakta.
- ICP 25→40mm Hg
- Dikrotik çentik (ok)(ICP:25mm Hg) ve end-diastolik hızda düşme (ok başı) görülmektedir.

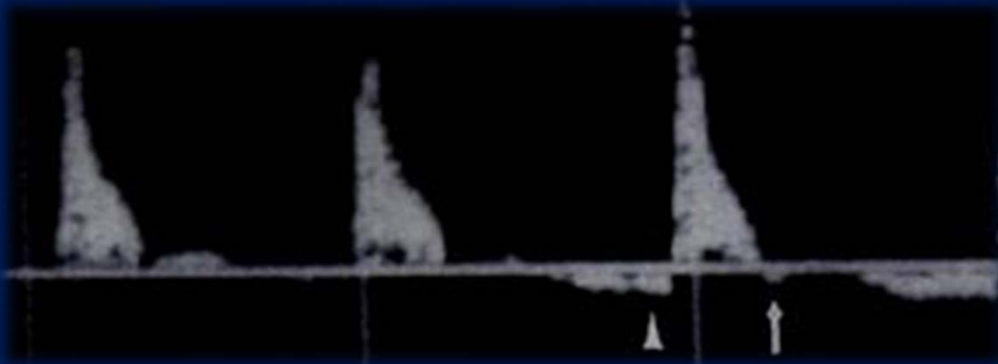
# Tümesans ve Detümesans Sırasındaki Dalga Formları



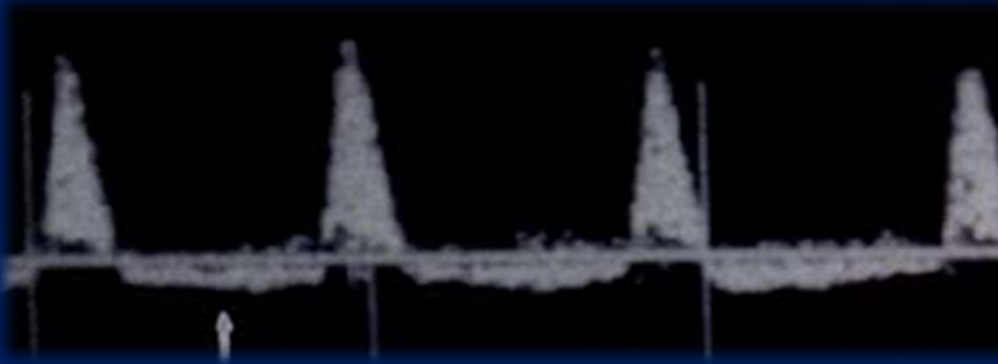
## D. Faz 3:

- Diastolik hız 0'a yaklaşmakta.
- ICP 40 → 63mm Hg, Ort. SV:29.5cm/sn
- Sistol süresi kısalır ve sistol dalga formu, yuvarlak formdan pik formuna dönüşür.

# Tümesans ve Detümesans Sırasındaki Dalga Formları

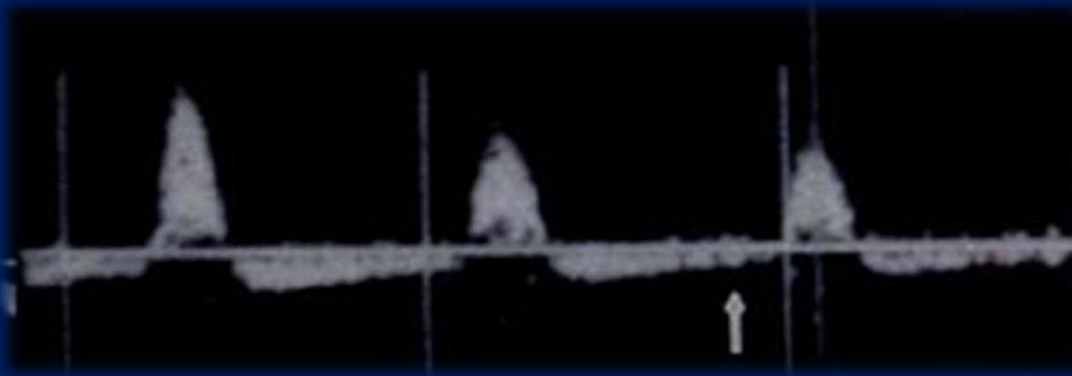


- **E. Faz 4:**
- Diastolik akımın tersine dönmesi end-diastol sırasında başlar (ICP:63mmHg)(ok başı)
- Bazı vakalarda daha erken olduğu görülmekte (ok).
- Pik sistolik hız maksimum veya maksimuma yakın.



- **F. Faz 4:**
- Akımın tersine dönmesi, tüm diastolik siklusu içerene kadar devam ediyor.
- ICP:83mmHg, PDV:-6.4cm/sn, PSV:39cm/sn
- Sistol süresi kısaltmaya devam ediyor.

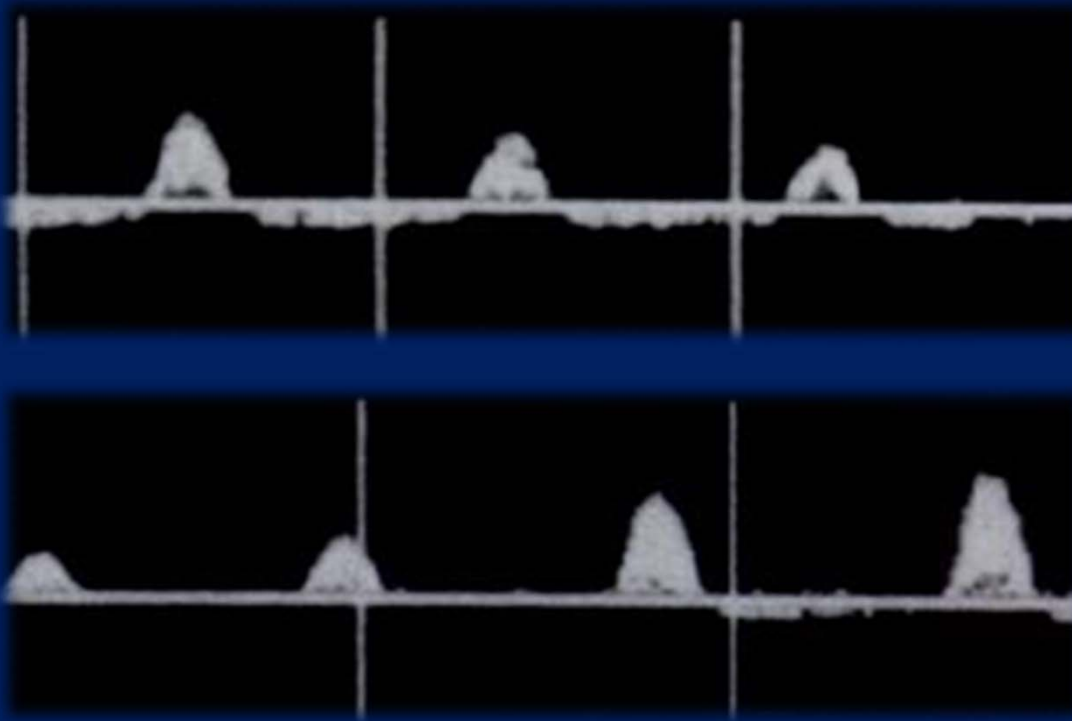
# Tümesans ve Detümesans Sırasındaki Dalga Formları



- **H. Faz 5A:**
- Sistolik ve diastolik akım sinyallerinin kaybolması ile karakterize
- Tersine dönmüş diastolik hızın kaybı ilk önce end-diastolde oluyor (ok).
- Diastolik hız, tüm diastolik siklusu içerene kadar azalmaya devam ediyor.
- Sistolik dalga formu progresif olarak yuvarlaklaşıyor.
- ICP:83→105



# Tümesans ve Detümesans Sırasındaki Dalga Formları



- **I. Faz 5B:** Sistolik ve diastolik hızlar, belirlenemeyene kadar azalıyor. Bu, corpora cavernosa'daki basınç, maksimal sistolik cavernosal arter dolum basıncını aşınca gerçekleşir.
- Bulbokavernöz kas kontraksiyonları
- CASOP:106mmHg
- **J. Azalmış tümesans:** Corpora cavernosa'daki kan ekstrakte olunca, akım azalmış tümesansla geri döner. Paternler tümesansla analogdur; fakat ters şekilde gözlenir.

# Standardization of Vascular Assessment of Erectile Dysfunction

## Standard Operating Procedures for Duplex Ultrasound

Suresh C. Sikka, PhD, HCLD,\* Wayne J.G. Hellstrom, MD, FACS,\* Gerald Brock, MD, FRCSC,<sup>†</sup> and Antonio Martin Morales, MD<sup>‡</sup>

\*Tulane University Health Sciences Center, New Orleans, LA, USA; <sup>†</sup>University of Western Ontario, London, ON, Canada; <sup>‡</sup>Carlos Haya University Hospital, Malaga, Spain

DOI: 10.1111/j.1743-6109.2012.02825.x

- Renkli Duplex Doppler US uygulanımında uniform standardizasyon yok
- Veri çıkarımı ve yorumlamada merkezler arası yüksek değişkenlik mevcut
- 'Standart Operating Procedure (SOP)' ile bu değişkenliğin minimize edilmesi amaçlanmıştır.

- **Renkli Duplex Doppler US için şunlar gereklidir;**
  - İzole, karanlık ve sessiz oda
    - Psikolojik ve çevresel faktörler erektil fonksiyonu etkileyebilir.
  - Kalibre edilmiş standardize renkli Doppler US
    - Real time image scanner
    - High resolution solid state linear array US transducer (7.5-12 MHz frequency)

# Renkli Duplex Doppler US

- Korpus kavernozumların anatomisi ve yapısal özellikleri değerlendirilir.
  - Homojenite, plak varlığı, fibrozis, kalsifikasyon
- Vasküler diagnostik parametreler 5, 10, 15 ve 20. dk'larda değerlendirilir.
  - Kavernozaal arter iç çapları
  - Pik sistolik hız (PSV)
  - Akselerasyon zamanı / Sistolik yükselme zamanı
  - End diastolik hız (EDV)
  - Rezistif index (RI)
  - Kavernöz arter dilatasyon derecesi
    - Aterosklerotik hastalarda doğru sonuç vermeyebilir.

## 'Standart Operating Procedure (SOP)' Guideline

1. Tüm penil taramalarda aynı US kullanılmalı
2. Hasta prosedür hakkında bilgilendirilir ve aydınlatılmış onam formu alınır
3. Hasta supin ve rahat bir pozisyona alınır
4. Flask durumunda penisin çevresi ve uzunluğu ölçülür
5. US probuna jel sürülerek, penil shaftın sağına veya soluna yerleştirilir.
6. Korpus kavernozumların anatomisi ve yapısal özellikleri değerlendirilir.

7. Kavernozal arterlerin transvers ve longitudinal imajları elde edilir ve intraluminal çaplar ölçülür.
8. Vazoaktif ajan (PGE1/Bimix/Trimix) uygulanır.
  - İlk olarak 10µg PGE1 uygulanabilir.
  - Redosing maximal kavernozal düz kas relaksasyonu sağlamak için yapılabilir.
  - Redosing; ilaç ve dozları hakkında konsensüs yok
    - Alprostadil 10µg+Fentolamin 1mg+Papaverin 30mg
9. Anksiyeteli hastalarda vizüel sexual stimulasyon uygulanabilir.
10. Kavernozal arterlerin B-mode imajları elde edilir. Doppler moduna geçilir. Prob imleci odaklanır. Tercihen 60°'lik açıyla prob tutulur. Sistolik/End-diastolik hızlar (cm/sn) belirlenir ve kaydedilir.

11. Sistolik/End-diastolik kan akım hızları 5,10,15 ve 20. dk'larda değerlendirilir. Denge durumuna ulaşamayan hastalarda 30. dk'da da ölçüm yapılır.
12. Pik cevap geliştiğinde kavernöz arterlerin intraluminal çapları ölçülür.
13. Pik ereksiyon sırasında penis çevresi ve uzunluğu ölçülür.
14. Hasta tūmesansın derecesi ve rijiditesi açısından sorgulanır. Seksüel aktivite sırasındaki ereksiyonları ile karşılaştırılır.
15. Prosedür sonrası hasta 30-60dk yan etkiler açısından gözlenir. (Priapizm başlangıcı, penil ağrı)



16. Ereksiyon süresi 3-4 saati aşarsa (Oral 5 mg terbutalin'e rağmen), 1 saate kadar her 5-10dk'da bir 1 ml selektif alfa adrenerjik agonisti (1-2 mg fenilefrin solüsyonu,1:10 sulandırılmış) verilebilir.
  - Hasta hipertansiyon, baş ağrısı ve ritm bozuklukları açısından kardiyak monitör ile izlenmelidir.
  - Bazı vakalarda aspirasyon gerekebilir.
17. Tüm veri ve hesaplamalar, standardize data rapor formuna işlenir.
18. Hasta gerekli önerilerle gönderilir ve verileri dosyalanır.

# **Variation in Penile Hemodynamics by Anatomic Location of Cavernosal Artery Imaging in Penile Duplex Doppler Ultrasound**

Matthew J. Pagano, MD and Peter J. Stahl, MD

Department of Urology, Columbia University Medical Center, New York, NY, USA

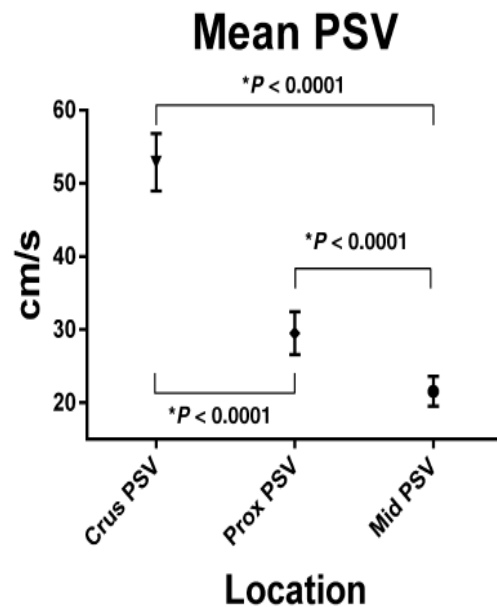
DOI: 10.1111/jsm.12958

- Penil duplex Doppler US'de vasküler değerlendirmeyi uniform hale getirmek için 2013'te 'Standart operating procedures (SOP)' yayınlandı.
- Kavernöz arter görüntülenmesi için standart anatomik lokalizasyon belirtilmemiş.

**A****B****C**

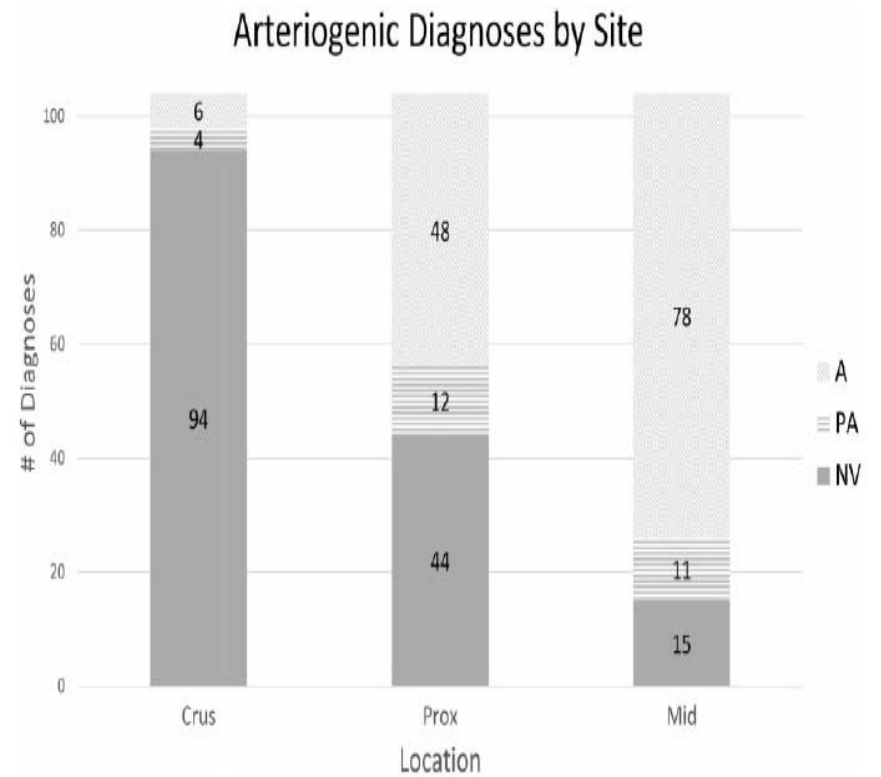
**Figure 1** Illustrations show the utilized anatomic locations of ultrasound probe placement for cavernosal artery Doppler measurements at the crus (A), proximal (B), and mid-penis (C).

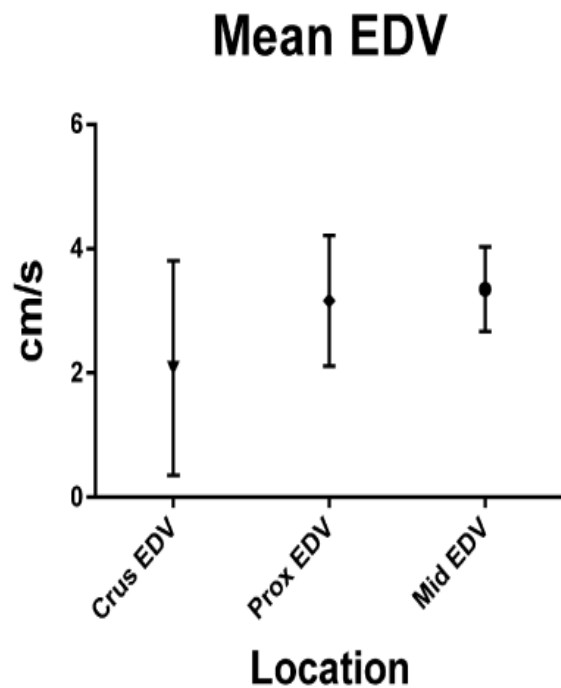
- 3 farklı noktadan PSV ve EDV ölçümleri yapılmış.
- Veriler karşılaştırılmış.



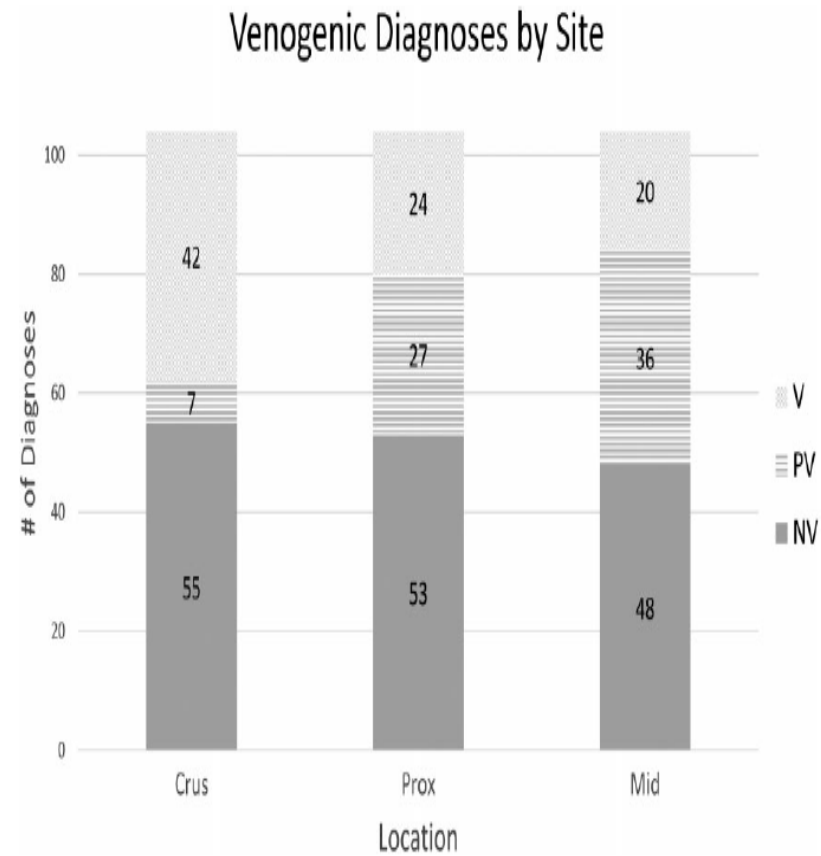
**Figure 3** Mean PSV at the three sampling locations of the cavernosal artery. Bars show 95% confidence interval. Significant post-hoc analysis pairings with p-values shown. PSV = peak systolic velocity.

**Figure 4** Diagnostic distribution of cavernosal arteries falling into each of the three arteriogenic penile vascular categories at each anatomic sampling location. A = arteriogenic; PA = partial arteriogenic; NV = non-vascular.





**Figure 5** Mean EDV at the three sampling locations of the cavernosal artery. Bars show 95% confidence interval. EDV = end diastolic velocity.



**Figure 6** Diagnostic distribution of cavernosal arteries falling into each of the three venogenic penile vascular categories at each anatomic sampling location. V = venogenic, PV = partial venogenic, NV = nonvascular.

**INTRAPENILE ARTERIAL ANATOMIC DETAILS EXAMINED  
BY COLOR DOPPLER ULTRASONOGRAPHY**

(Received 5 April, 1994)

**A.Kadioğlu, M.D.\*\* / T. Erdoğan, M.D.\*\*\* / S. Tellaloğlu, M.D.\***

Eur Urol. 1995;27(4):311-4.

**Evaluation of penile arterial system with color Doppler ultrasonography in nondiabetic and diabetic males.**

Kadioğlu A<sup>1</sup>, Erdoğan T., Karşıdağ K., Dinççağ N., Satman I., Yılmaz MT., Tellaloğlu S.

Arch Esp Urol. 1995 Jul-Aug;48(6):654-8.

**Evaluation of penile arteries in papaverine-induced erection with color Doppler ultrasonography.**

Kadioğlu A<sup>1</sup>, Erdogru T., Tellaloglu S.

Int J Impot Res. 2000 Oct;12(5):263-7.

**Color Doppler ultrasound assessment of penile vascular system in men with Peyronie's disease.**

Kadioğlu A<sup>1</sup>, Tefekli A., Erol H., Cayan S., Kandirali E.

Eur Urol. 1995;27(4):311-4.

## Evaluation of penile arterial system with color Doppler ultrasonography in nondiabetic and diabetic males.

Kadioğlu A<sup>1</sup>, Erdoğan T., Karşıdağ K., Dinççağ N., Satman I., Yılmaz MT., Tellaloğlu S.

- N:23 (Diyabetik ve Non diyabetik)
- Seksüel aktif, gönüllü ve nörojen kaynaklı impotent hasta (Normal vasküler sistem beklenen hastalar)
- Renkli Doppler US ile kavernöz arter çapları, çap artış oranı ve PSV (pre- ve postpapaverin) değerlendirilmiş.
- Seksüel aktif diyabetik grupta, non diyabetiklere göre çap artışı ve PSV anlamlı olarak düşük saptanmış.
- Diyabetik kişilerde subklinik ED olabilir.

|               | PSV                   |                        | Kavernöz arter çap artışı |        |
|---------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|--------|
|               | R                     | L                      | R                         | L      |
| DM (n=7)      | 24.57 (+/- 7.44) cm/s | 25.42 (+/- 9.45) cm/s  | %78.57                    | %37.50 |
| Non DM (n=16) | 36.75 (+/- 9.99) cm/s | 37.50 (+/- 13.18) cm/s | %89.23                    | %77.93 |

## Comparison of penile duplex ultrasonography with nocturnal penile tumescence monitoring for the evaluation of erectile impotence.

Shabsigh R<sup>1</sup>, Fishman IJ, Shotland Y, Karacan I, Dunn JK.

- n:50 ED
- Penil duplex USG (papaverin enjeksiyonu ile) ve NPT ile değerlendirilmiş.

TABLE 1. Patient population characteristics

|                                               | No. |
|-----------------------------------------------|-----|
| Medical history:                              |     |
| Unremarkable                                  | 25  |
| Hypertension                                  | 10  |
| Diabetes and hypertension                     | 5   |
| Myocardial infarct                            | 5   |
| Angina                                        | 2   |
| Diabetes, myocardial infarct and hypertension | 1   |
| Arterial disease of lower extremity           | 1   |
| Chronic renal failure                         | 1   |
| Total No.                                     | 50  |
| Surgical history:                             |     |
| Unremarkable                                  | 44  |
| Peyronie's disease                            | 2   |
| Back injury                                   | 2   |
| Transurethral resection of the prostate       | 1   |
| Pelvic/genital operation                      | 1   |
| Total No.                                     | 50  |

| Duplex<br>Ultrasound | Nocturnal Penile<br>Tumescence |        | Totals |
|----------------------|--------------------------------|--------|--------|
|                      | Impaired                       | Normal |        |
| Abnormal             | 29                             | 3      | 32     |
| Normal               | 3                              | 15     | 18     |
| Totals               | 32                             | 18     | 50     |



Duplex ultrasound and nocturnal penile tumescence findings

| Pt. Age                                                              | Duplex Ultrasound      | Nocturnal Penile Tumescence | Penile Brachial Index | Other Findings                                                          |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Pts. with abnormal ultrasound and normal nocturnal penile tumescence |                        |                             |                       |                                                                         |
| LC 61                                                                | Steal syndrome         | Normal                      | Steal syndrome        | Neurologically normal,* penile brachial index decreased after exercise. |
| MG 62                                                                | Steal syndrome         | Normal                      | Normal                | Neurologically normal*                                                  |
| KL 57                                                                | Arterial insufficiency | Normal                      | Normal                | Neurologically abnormal,* arteriogram normal                            |
| Pts. with normal ultrasound and abnormal nocturnal penile tumescence |                        |                             |                       |                                                                         |
| TA 59                                                                | Normal                 | Abnormal                    | Normal                | Neurologically abnormal*                                                |
| LB 49                                                                | Normal                 | Abnormal                    | Normal                | Neurologically abnormal,* arteriogram normal                            |
| RS 58                                                                | Normal                 | Abnormal                    | Normal                | Neurologically abnormal,* arteriogram normal                            |

\*Neurological studies included, in addition to neurological physical examination, bulbocavernosus reflex latency measurement, post-ischemic reactive hyperemia in penis, and finger and heart rate response to deep breathing.

- NPT altın standart olarak kabul edilirse;
  - US, Sensivite: %91, Spesifite: %83
- McNemar test ile her iki testte ED'li hasta oranı aynı
- Cohen'in kappa değeri ile 'tesadüfi korrelasyon' değerlendirilmiş.
  - Kappa 0 = Tesadüfi korrelasyon , Kappa 1 = Tam korrelasyon
  - Kappa değeri: 0.74 ( $p < 0.001$ )

- Her iki test farklı durumlar için altın standart;
  - Penil Duplex US: Arteriyel ve venöz sistem değerlendirilmesi
  - NPT: Organik-Psikojenik impotans ayrımı
- Penil Doppler US, vaskülojenik impotansı değerlendirmede objektif bir metod ve NPT ile uyumlu
- Penil Doppler US, pelvik steal sendromu saptamada daha etkin
- NPT, nörojenik ED'yi değerlendirmede daha etkin

AJR Am J Roentgenol. 1993 Jan;160(1):71-3.

**Correlation of duplex sonography with arteriography in patients with erectile dysfunction.**

Benson CB<sup>1</sup>, Aruny JE, Vickers MA Jr.

- Arteriyojenik impotans tanısında, kavernozaal arter PSV ölçümünün doğruluğu değerlendirilmiş.
- n:20 ED, Ort. Yaş:41 (19-57)
  - PSV Doppler ölçümleri ile arteriografi bulguları karşılaştırılmış.
  - Anjiyografi bulgularına göre normal, hafif yetersizlik ve ciddi yetersizlik olarak sınıflandırılmış.

- PSV düştükçe hastalığın ciddiyeti artar
  - 30-34 cm/s → %14 ciddi hastalık
  - 25-29 cm/s → %40 ciddi hastalık
  - <25 cm/s → %82 ciddi hastalık
- PSV ölçümü ile arteriyel yetmezlik ve ciddiyeti predikte edilebilir.
  - PSV>35cm/s → Normal arteriyel fonksiyon
  - PSV 25-34cm/s → %76 arteriyel bozukluk (İlımlı hastalık)
  - PSV<25cm/s → %100 arteriyel bozukluk (Ciddi hastalık)
- Kavernozal arteriyel PSV ölçümü, arteriyojenik impotans tanısında doğru bir metod

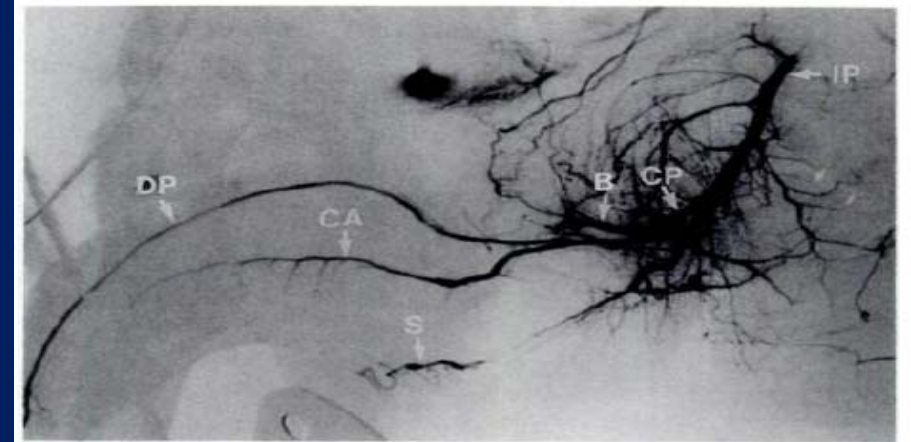


Fig. 2.—Normal selective internal pudendal angiogram. Subtraction angiogram of selective injection of left internal pudendal artery (IP) shows normal common penile (CP), dorsal penile (DP), and cavernosal (CA) arteries. Scrotal branches (S) and artery to bulb (B) are visualized also.

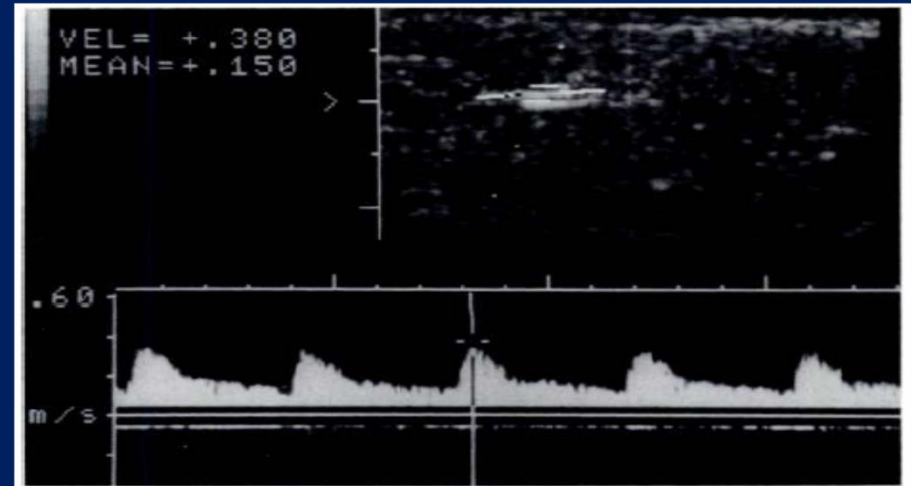
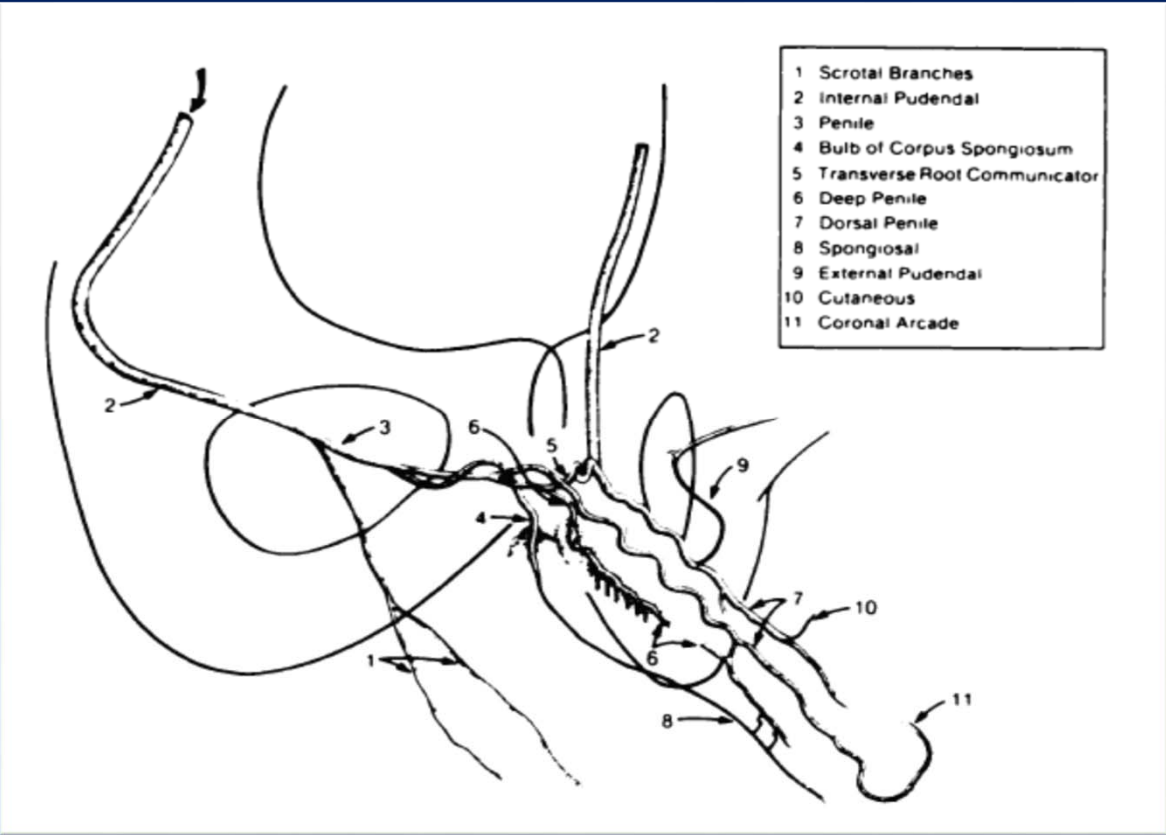


Fig. 1.—Normal cavernosal artery. Duplex sonogram with Doppler gate placed over cavernosal artery (top) and spectral waveform (bottom). Caliper indicates peak systolic velocity is 38 cm/sec. Measurement is calculated from Doppler shift, corrected for angle of long axis of cavernosal artery with respect to incident Doppler pulse.

# Penile magnification pharmacoarteriography: details of intrapenile arterial anatomy.

Bookstein JJ, Lang EV.



| TABLE 1: Anatomic or Functional Variants from Classic Arteriographic Pattern in 23 Normal Magnification Selective Penile Arteriograms |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Variant                                                                                                                               | No. (%) |
| Dorsal penile-cavernosal perforators                                                                                                  | 21 (91) |
| Hypoplasia in one dorsal penile artery                                                                                                | 3 (13)  |
| One penile artery supplying both dorsal penile arteries                                                                               | 2 (9)   |
| External pudendal-deep dorsal penile anastomosis                                                                                      | 2 (9)   |
| Accessory cavernosal branches, one or both sides                                                                                      | 13 (57) |
| Bilateral cavernosals from one main cavernosal artery                                                                                 | 3 (13)  |
| Bilateral absence of main cavernosal arteries                                                                                         | 1 (4)   |
| Transverse root communicators                                                                                                         | 21 (91) |
| Accessory spongiosal artery from cavernosal perforators                                                                               | 3 (13)  |
| Visualized urethral artery                                                                                                            | 3 (13)  |
| Aberrant origin of bulbar or cavernosal artery                                                                                        | 2 (9)   |
| Transient collateral flow from selective injections:                                                                                  |         |
| Via coronal arcade between dorsal penile arteries                                                                                     | 5 (22)  |
| Via cutaneous branches between dorsal penile arteries                                                                                 | 2 (9)   |
| Via cavernosal to dorsal penile artery                                                                                                | 1 (4)   |

## INTRAPENILE ARTERIAL ANATOMIC DETAILS EXAMINED BY COLOR DOPPLER ULTRASONOGRAPHY

(Received 5 April, 1994)

**A.Kadıoğlu, M.D.\*\* / T. Erdoğan, M.D.\*\*\* / S. Tellaloğlu, M.D.\***

- n:54 (ED)
- Ort. yaş:39 (20-57)
- Renkli Doppler US

Table II- Variations of intrapenile arterial anatomy

| VARIATION                                              | NUMBER (%)  |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| * Anastomosis between cavernosal arteries              | 45 (83.33%) |
| * Anastomosis between dorsal and cavernosal arteries   | 17 (31.48%) |
| * Intra-penile truncus                                 | 5 (9.25%)   |
| * Extra-penile truncus                                 | 2 (3.70%)   |
| * Bilateral duplex cavernosal artery                   | 3 (5.55%)   |
| * Unilateral duplex cavernosal artery                  | 3 (5.55%)   |
| * Bifid structures of cavernosal artery                | 2 (3.70%)   |
| * Segmentary arterial strictures                       | 2 (3.70%)   |
| * Occlusion of distal cavernosal artery                | 2 (3.70%)   |
| * Anastomosis between cavernosal and urethral arteries | 1 (1.85%)   |
| * Anastomosis between truncus and cavernosal artery    | 1 (1.85%)   |

**Table IV-** Comparison of our results with Bookstein's series

|                                                      | Bookstein's series (%) | Our series (%) |
|------------------------------------------------------|------------------------|----------------|
| Anastomosis between cavernosal arteries              | 91                     | 83.33          |
| Anastomosis between dorsal and cavernosal arteries   | 91                     | 41.83          |
| Intra and extra-penile truncus                       | 13                     | 12.96          |
| Accessory cavernosal artery                          | 57                     | 14.81          |
| Anastomosis between urethral and cavernosal arteries | 13                     | 1.83           |

**Table III-** Penile hemodynamic results for each intrapenile arterial anatomic variation

|                                                    | Arteriogenic<br>impotence | Venogenic<br>impotence | Mixed<br>impotence |
|----------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| Anastomosis between cavernosal arteries            | 8 (17.77%)                | 16 (35.55%)            | 19 (42.22%)        |
| Anastomosis between dorsal and cavernosal arteries | 3 (17.64%)                | 7 (41.17%)             | 5 (29.41%)         |
| Intra and extra-penile truncus                     | 1 (14.28%)                | 2 (28.57%)             | 1 (14.28%)         |
| Accessory cavernosal artery                        | —                         | 4 (50.00%)             | 2 (25.00%)         |
| Occlusion of distal cavernosal artery              | 1 (50.00%)                | —                      | —                  |



## Varılan Sonuç

- Penil Doppler US ereksiyonu fizyolojik şartlara uygun olarak değerlendiren en güvenilir ve en az invaziv test olmasına rağmen ideal test değildir.
- Vasküler değerlendirme sırasında, yeterli düz kas gevşemesi olmadığı şüphesi varsa tekrarlayan vazoaktif ajan dozları düşünülmelidir.
  - Bu şekilde yanlış kavernozal yetersizlik tanısı konulması önlenabilir.

## Varılan Sonuç

- Renkli Duplex Doppler US uygulanmasında uniform standardizasyon, veri çıkarımı ve yorumlamada merkezler arası yüksek değişkenliğin önlenmesi amacıyla 'Standart Operating Procedure (SOP)' kullanılabilir.

## Varılan Sonuç

- Kavernöz arter görüntülenmesi için standart anatomik lokalizasyon olarak proximal penis önerilmektedir.
- Penil doppler US, vaskülojenik ED'yi değerlendirilmesinde objektif bir metod ve NPT ile uyumludur.
- Kavernozal PSV ölçümü ile arteryel ve kavernozal yetersizlik ciddiyeti predikte edilebilir.
- İdeal olarak testi ürologlarla radyologlar birlikte yapmalıdırlar.