

# Mesane Anatomisi ve İşeme Fizyolojisi

## Bladder Anatomy and Physiology of Micturition

Konçuy SİVRİOĞLU

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

### Özet

Mesane alt üriner sistemin önemli bir bölümünü oluşturur ve başlıca işlevi idrarı biriktirmektir. Miksiyon işlevinin sağlıklı olarak yürütülmesi için alt üriner sistem ve onu kontrol eden merkezi, periferik ve özellikle de otonom sinir sisteminin sağlam olması gerekir. Mesane işlev bozukluklarının daha iyi anlaşılabilmesi ve değerlendirilebilmesi için temel anatomi ve işeme fizyolojisinin iyi bilinmesi şarttır. Bu yazıda mesane ve alt üriner sistem anatomisi yanında normal işeme fizyolojisi ele alınmıştır. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2005; 51 (Özel Ek A): A16-A18*

**Anahtar Kelimeler:** Mesane, anatomi, fizyoloji, işeme.

### Summary

Bladder constitutes an important part of the lower urinary system and its main function is storage of the urine. Lower urinary system as well as central, peripheral and especially autonomic nervous system control have to be intact in order to maintain normal micturition. Comprehensive knowledge about basic anatomy and physiology of micturition is essential for better understanding and evaluation of bladder dysfunction. Anatomy of the bladder and lower urinary system as well as normal physiology of micturition is discussed in this article. *Turk J Phys Med Rehab 2005; 51 (Suppl A): A16-A18*

**Key Words:** Bladder, anatomy, physiology, micturition.

### Mesane Anatomisi

Böbreklerde renal parenkim tarafından oluşturulan idrar toplayıcı sistem tarafından üreterlere, üreterler tarafından ise alt üriner sisteme iletilir. Üreterler erişkinde yaklaşık 30 cm uzunluğunda olup, üreteropelvik bileşke, iliyak arterin üreteri çaprazladığı alt bölümü ve üreterovezikal bileşke olmak üzere üç yerde fizyolojik olarak daralır. Üreterovezikal bileşke mesanenin musküler ve submukozal katmanları arasında 1-2 cm'lik oblik geçiş bölümüdür. Mesane içi basıncın arttığı durumlarda submukozal üreteri sıkıştırarak idrarın geriye kaçmasını önler. Mesane içi basınç yüksekliği sürekli olduğunda ise, idrarın mesane içine boşalmasını engeller.

Temel işlevi idrarı biriktirmek olan mesane detrüsör ve trigon olmak üzere iki farklı yapıdan oluşur. Detrüsörün birbirlerini serbestçe çaprazlayan düz kas demetleri, mesane boynunda dairesel özellik alarak fonksiyonel bir sfinkter özelliği kazanır. Trigon, üreterlerin giriş deliklerinden mesane boynuna uzanır. Derin trigon detrüsör düz kasının, yüzeysel trigon ise üreter kaslarının uzantısıdır.

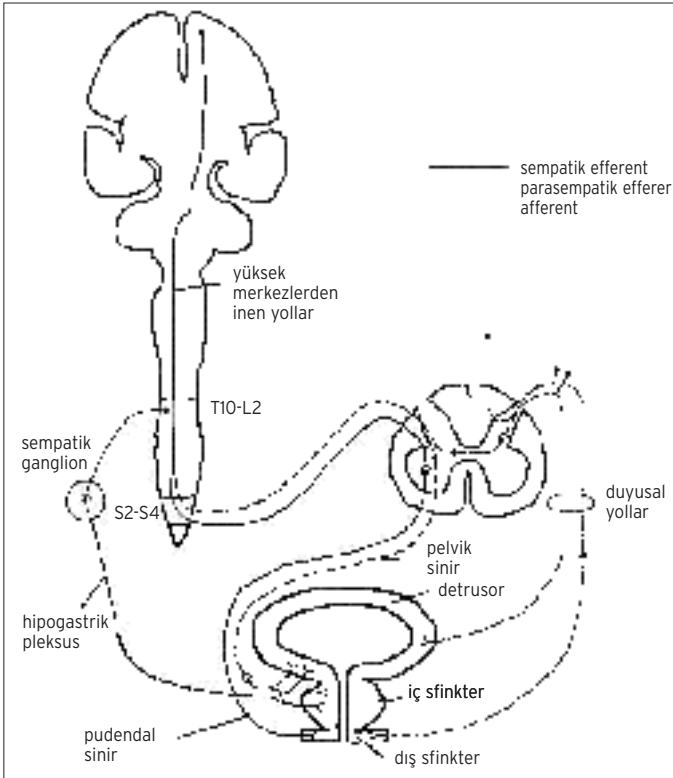
Her iki cinste de mesane boynu kasları ile üretranın başlan-

gıcı arasında belirgin bir sınır yoktur. Kadında üretra yaklaşık 4 cm olup, içte uzunlamasına bir düz kas katmanı ve dışta sfinkter özelliği yaratan yarı-dairesel bir düz kas katmanı içerir. Daha uzun olan erkek üretrasının mesane boynundan ürogenital diaframa kadar olan bölümü posterior ya da prostatik üretra, diaframdan meatusa kadar olan bölümü anterior üretra, arada kalan kısa birleşim bölümü ise membranöz üretra adını alır.

İç sfinkter mesaneden uzanan sirküler düz kas lifleri ile bağ dokusundan oluşur. Aslında gerçek bir anatomik sfinkter olmayıp, mesane boynu ile proksimal üretranın birleşim yeridir. Düz kas lifleri submukozal olarak üretra boyunca uzanır ve dış sfinkter yapısına katılır. Dış sfinkter (rabdosfinkter) istemli kontrol altında olan çizgili kas liflerinden oluşur ve yavaş kasılan liflerin oranı yüksektir. Dış sfinkter kadında üretranın 2/3 proksimalini çevrelerken, erkekte membranöz üretrada dairesel bir çizgili kas bandı biçimindedir. Ancak liflerin mesane boynuna dek uzandığı gösterilmiştir. Bu nedenle, günümüzde çoğu yazar, iç ve dış sfinkter ayırımı gözetmeksizin, tek bir sfinkterden söz eder.

Alt üriner sistemin nöroanatomi periferik innervasyon ve bunu kontrol eden merkezi sinir sistemini kapsar (Şekil 1). Periferik innervasyon parasempatik, sempatik ve somatik bileşenlerin eşgüdümü ile sağlanır. Mesanenin parasempatik innervasyonu sakral 2-4 segmentlerinin, intermediolateral gri maddesinde yerleşik detrüsör çekirdeğinden başlar. Preganglionik lifler pelvik sinirler içinde uzanır ve detrüsör kas liflerinin hemen yakınında ya da içinde yer alan ganglionlarda sinaps yapar. Kısa postganglionik lifler düz kas kolinerjik reseptörlerine ulaşır ve detrüsörü kasar. Sempatik lifler ise torakal 10 ile lomber 2 segmentleri arasında, intermediolateral gri maddede yerleşik otonom çekirdekten başlar. Kısa preganglionik lifler lomber paravertebral ganglionlarda sonlanır. Uzun postganglionik lifler hipogastrik pleksus içinde uzanarak mesane ve üretradaki a ve b adrenerjik reseptörlere ulaşır. Sonuç olarak detrüsörü gevşetir, mesane boynu ve iç sfinkteri kasarak idrarın depolanmasını sağlar.

Mesane içinde reseptörlerin yerleşimi Tablo 1'de özetlenmiştir. Bazı araştırmalar omurilik yaralanması sonrası bu reseptörlerin yerleşiminde değişiklikler olduğunu göstermiştir. Burnstock ve ark. nörojenik mesanede düşük doz farmakolojik ajanlara daha abartılı yanıtlar oluştuğunu, diğer bir deyişle denervasyon süpersensitivitesi geliştiğini göstermiştir (1). Ayrıca normalde mesanede  $\beta$  reseptör baskınlığı varken, tam denervasyon sonrası  $\alpha$  reseptör baskınlığına dönüştüğü saptanmış-



Şekil 1: Alt üriner sistemin nöroanatomi.

Tablo 1. Mesanede reseptörlerin yerleşimi.

Reseptör	Yerleşim	Düz kastaki etki	Sonuç
$\alpha$ adrenerjik	Mesane tabanı, boynu, iç sfinkter	Kasılır	Depolama
$\beta$ adrenerjik	Mesane superior bölümü	Gevşer	Depolama
Kolinerjik	Mesanenin tümü	Kasılır	Boşaltma

tir (2). Hayvanlarda yapılan deneysel çalışmalarda mesane ve üretraya yakın adrenerjik ve kolinerjik nöronlar yanında bunların interganglionik modülasyonundan sorumlu olduğu düşünülen küçük yoğun floresan hücreler içeren ganglionlar olduğu da saptanmıştır (3).

Mesanenin somatik innervasyonu sakral 1-3 ön boynuz ventrolateral bölge lamina IX'da yerleşik Onufrowicz çekirdeği ve sakral 2-4 lamina VII'de yerleşik pudental çekirdekten başlar. Somatik efferent lifler pudental sinir içinde uzanarak pelvik taban kasları, perine ve dış sfinkteri kasar.

Mesane ve proksimal üretradan gelen afferent yollar, başlıca pelvik visseral sinirler, az miktarda da sempatik lifler içeren hipogastrik sinirler tarafından merkezi sinir sistemine taşınır. Distal üretra ve perineden kalkan afferent uyarılar ise pudental sinirler yoluyla iletilir. Pelvik sinirler içinde seyreden afferent lifler gerilmeye duyarlı olan ince miyelinli A-delta(A $\delta$ ) lifleri ve miyelinsiz C liflerinden oluşur. A $\delta$  liflerinin aktive olması için gerekli mesane içi eşik basınç yaklaşık 5-15 mmHg'dir (4). Bu eşik sistometri sırasında hissedilen ilk doluluk hissini oluşturur. C lifleri normalde sessiz olup ancak kimyasal ya da soğuk iritasyonu ile uyarılır. Bu liflerin suprasakral lezyonlardan sonra "uyanarak" gerilmeye duyarlı hale geldiği ve mesane kasılmasını uyardığı saptanmıştır (5). Kapsaisin afferent C liflerinin işlevini bozan bir nörotoksindir. Omurilik yaralanması olmayan hayvanlarda, mesane gerilmesi ile ortaya çıkan kasılmalar kapsaisin ile inhibe olmazken, omurilik yaralanmalı hayvanlarda kapsaisin verildikten sonra bu ritmik kasılmaların tamamen ortadan kalktığı gösterilmiştir. Chancellor ve ark. bu bulgulardan yola çıkarak intravezikal kapsaisin ve ondan 1000 kez daha güçlü diğer bir C lifi nörotoksini olan resiniferatoksin verilmesinden sonra inhibe edilmeyen kasılmaları engellemede başarılı sonuçlar elde etmişlerdir (6).

Günümüze dek mesanede çok sayıda nörotransmitter varlığı saptanmıştır. Bunlar arasında asetilkolin, noradrenalin, nitrik oksit (NO), vazoaaktif intestinal polipeptid (VIP), endojen opioid peptidler ve nöropeptid Y sayılabilir (4,5). Bazılarının işlevi çok iyi araştırılarak ortaya konmuş olsa da bazılarının işlevi bugün hala bilinmemektedir.

Dış sfinkter innervasyonu sakral 1-4 segmentlerinde yer alan Onufrowicz çekirdeği ve pudental çekirdekten başlar. Somatik efferentler pudental sinir yolu ile sfinkter çizgili kasına taşınır ve parasempatik yolağın intermediolateral motor nöronları ile yakın ilişki gösterir. İç sfinkter düz kas lifleri sempatik  $\alpha$  adrenerjik reseptörlerin uyarılması ile kasılır. Çeşitli araştırmacılar tarafından iç ve dış sfinkter ayırımı olmaksızın fonksiyonel olarak tek bir sfinkter mekanizması olduğu görüşü savunulmaktadır. Beş memeli türünde dış sfinkterin somatik, parasempatik ve sempatik olmak üzere üçlü innervasyonu olması, kedilerde parasempatik denervasyon sonrası adrenerjik sonlanımlarda artış olması, aşağı motor nöron lezyonu olan omurilik yaralanmalı hastaların üretra düz ve çizgili kasında adrenerjik liflerde artış olduğunun saptanması bu görüşü destekler niteliktedir (7-9).

Otonom sinir sisteminin işlevleri merkezi sinir sisteminin kontrolü altındadır. Sakral işeme merkezi inen yollar tarafından modüle edilir. Mezensefalonda ve ponsun anteriorunda yerleşik olan pontin işeme merkezi, diğer adı ile "Barrington merkezi" detrüsör ve sfinkter aktivitesinin koordinasyonunda görev alır. Barrington merkezinin uyarılması sonucunda sfinkter EMG aktivitesinde belirgin azalma ve mesanede kasılma görülür. Suprapontin lezyonlarda detrüsör hiperrefleksi görülürken infrapontin lezyonlarda bu merkezin koordinasyonu ortadan kalktığından detrüsör sfinkter dissinerjisi (detrüsör kasılırken sfinkterin de aralıklı olarak kasılması) görülür.

Serebral korteksin işeme üzerinde net etkisi inhibisyon biçimindedir. Singulat ve frontal korteksten inen yollar işeme eşiğini yükseltir (4,10). Sfinkter tonusu giderek arttırılarak istemli kontrol sağlanır. Bazal ganglion işlev bozukluklarında (örn, Parkinson hastalığı) üst merkezlerin inhibisyon görevi etkilendiğinden, detrüsör hiperrefleksi görülür. Serebellumun pelvik taban kas tonusunun korunması, periüretal çizgili kas gevşemesi ile mesanenin boşaltılmasının koordinasyonuna etkili olduğu bilinmektedir (5).

## İşeme Fizyolojisi

Normal miksiyon, duyuşsal bilgi mesanenin dolduğunu iletildiğinde, fiziksel ve sosyal olarak uygun bir zamanda istemli olarak gerçekleşir. İşeme depolama evresi ve boşaltma evresi olmak üzere iki evrede incelenebilir. Depolama evresi boyunca giderek artan sempatik uyarı ve baskılanan parasempatik uyarı yolu ile mesane içi basınç düşük tutulur. Üretral sfinkter EMG aktivitesi giderek artar. Normal bir mesanede mesane içi basınç 0-6 cmH<sub>2</sub>O olup, 15 cmH<sub>2</sub>O'yu aşmamalıdır (4,5). Mesane duvarının kompliyansı 10 cmH<sub>2</sub>O'ya dek yeterli olur. Sıkışma hissi ile birlikte (300 ml) detrüsörü gevşeten, sfinkteri kasan refleks yollar aktive olur. Normal mesane kapasitesi 400-750 ml arasında değişkenlik gösterebilir. İlk doluluk hissi 100-200 ml, doluluk hissi 300-400 ml, acilen boşaltma gereksinimi ve ağrı olarak tanımlanabilen "urgency" ise 400-500 ml'de hissedilir (5). Depolama evresinde düşük mesane içi basınçlarda hipogastrik-pudendal (sempatik) sinirler, yüksek mesane içi basınçlarda (>15 cmH<sub>2</sub>O) pelvik-pudendal sinirler aracılığı ile detrüsörün refleks inhibisyonu sağlanır(11). Sakral segment arka boynuzuna gelen afferent aktivite aranöronlar tarafından baskılanabilir. Kapı-kontrol teorisi olarak açıklanan, kalın somatik duyuşsal lifler ile ince mesane afferentleri (Aδ ve C) arasındaki inhibitör etkileşim de buna katkıda bulunur. Boşaltma evresinde mesaneden gelen uyarılar ve dorsolateral pons ve mamiller cisimlerde giderek artan aktivite işeme eşiğini düşürür(4). Üretral sfinkter EMG aktivitesi kesilir ve sfinkter basıncı düşer. Sfinkter mekanizmasının sakral işeme merkezine refleks inhi-

bisyonu ortadan kalkar, sempatik aktivite inhibe olur, parasempatik yollar aktive olur ve sonuçta detrüsör kasılır.

Normal detrüsör basınçları kadında 30 cm H<sub>2</sub>O'nun altında, erkekte 30-50 cm H<sub>2</sub>O arasındadır (5). İşeme sırasında karınıçı basınçta artış olmamalıdır. Normal maksimum akım hızı 15-20 ml/sn olup hiçbir yaş grubunda 10ml/sn altında olmamalıdır. Normalde işeme sonrası rezidüel idrar (PVR) kalmamalıdır. PVR kateter ya da ultrason yardımı ile ölçülebilir. Normal genç erişkinde işeme sonrası rezidüel idrar kalmaz. Ancak hiçbir yakınması olmayan yaşlılarda 100-150 ml kadar rezidü olabilir (5). İşeme sırasında karınıçı basınç arttırılırsa rezidüel idrar miktarı yanlış olarak normal bulunabilir. İşeme sonrası hemen ölçüm yapılmazsa, hasta yöntemi çok iyi anlamazsa ve uygun olmayan bir koşulda ölçüm yapılır ise de rezidüel idrar miktarı yanlış olarak fazla bulunabilir.

## Kaynaklar

1. Burnstock G. The changing face of autonomic neurotransmission. *Acta Physiol Scand* 1986; 126: 67-91.
2. Norlen L, Dahlstrom A, Sundin T. The adrenergic innervation and adrenergic receptor activity of the feline urinary bladder and urethra in the normal state and after hypogastric and/or parasympathetic denervation. *Scand J Urol Nephrol* 1976; 10: 177-84.
3. Elbadawi A. Ultrastructure of vesicourethral innervation: III. Axo-axonal synapses between postganglionic cholinergic axons and probably SIF-cell derived processes in feline lissosphincter. *J Urol* 1985; 133: 524-8.
4. Cabelin MA, Te AE, Kaplan SA. Urogenital physiology. In: Gonzalez EG, Myers SJ, Edelstein JE, Lieberman JS, Downey JA (Eds). *Downey & Darling's Physiological Basis of Rehabilitation Medicine*. 3th. ed. Woburn: Butterworth-Heinemann, 2001: 191-208.
5. Linsenmeyer TA. Neurogenic bladder following spinal cord injury. In: Kirshblum S, Campagnolo DI, DeLisa JA (Eds). *Spinal cord medicine*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002:181-206.
6. Chancellor MB, De Groat WC. Intravesical capsaicin and resiniferatoxin therapy. *J Urol* 1999; 162: 3-11.
7. Elbadawi A, Schenk EA. A new theory of the innervation of bladder musculature: part 4. Innervation of the vesicourethral junction and external urethral sphincter. *J Urol* 1974; 111: 613-5.
8. Sundin T, Dahlstrom A. The sympathetic innervation of the urinary bladder and urethra in the normal state and after parasympathetic denervation at the spinal root level. *Scand J Urol Nephrol* 1973; 7: 131-49.
9. Crowe R, Burnstock G, Light JK. Adrenergic innervation of the striated muscle of the intrinsic external urethral sphincter from patients with lower motor spinal cord lesion. *J Urol* 1989; 141: 47-9.
10. Dursun E. Nörojenik mesane ve barsak fonksiyon bozuklukları. In: Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y (Ed.). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Kitabevi, 2000: 1216-39.
11. Craggs MD, Vaizey CJ. Neurophysiology of the bladder and bowel. In: Fowler CJ, ed. *Neurology of bladder, bowel, and sexual dysfunction*. Woburn, MA: Butterworth-Heinemann, 1999: 19-32.