

ÜROLOJİK CERRAHİDE LAZER KULLANIMI | THE USE OF LASER IN UROLOGIC SURGERY

Ürolojik Lazer Uygulamalarında Öğrenme Eğrisi ve Eğitim Simülasyonları
Learning Curve and Training Simulation in Urological Laser Performances**Tuncay Taş, Barış Nuhoğlu****Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 2. Üroloji Kliniği, İstanbul****Özet | Abstract**

Ürolojide çeşitli lazer teknikleri, giderek artan ivme ile uygulanmaya başlanmıştır. Lazer cerrahisi, teknik başarısının yanı sıra üroloğa sağladığı kullanım kolaylığı nedeniyle de tercih edilmektedir. Lazerin öğrenme eğrisi ile ilgili en fazla çalışma benign prostat hiperplazisi (BPH) tedavisinde kullanılan lazer enükleasyon (Holmium Lazer Enucleation of the Prostate, HoLEP) uygulamalarındadır. HoLEP, diğer lazer prostat uygulamalarına göre daha uzun öğrenme eğrisine sahiptir. Diğer ürolojik lazer girişimlerin öğrenme eğrisi konusunda yeterli çalışma yoktur. Genel olarak, ürolojide lazer kullanımının öğrenme eğrisi kısa olarak bildirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Lazer, öğrenme eğrisi, üroloji

Various laser techniques have been performed with increasing acceleration in urological practice. Laser surgery is preferred not only due to its technical success but also its availability for urologists to use. The largest number of studies of the laser learning curve are from laser enucleation (Holmium Laser Enucleation of the Prostate, HoLEP) for benign prostatic hyperplasia treatment. HoLEP has longer learning curve than the other lasers. Sufficient studies of the learning curve for the other lasers are lacking. Generally, it is stated that the learning curve of the laser assisted techniques in urology is short.

Key words: Laser, learning curve, urology

Birçok alanda yaygın kullanım alanı bulan lazerin, temeli Einstein'nın tarafından 1917'de kuantum teorisiyle atılmıştır. Işığın yayılma teorisi ve uyarılmış ışımaya kavramı, 1957'de Gordon Gould'ın lazeri (Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation, LASER) tanımlamasına, 1960'da Theodore Mainman'ın ilk çalışan lazeri yapmasına öncül olmuştur.

Son yıllarda, tıbbın birçok dalında çeşitli lazerler giderek artan ivme ile uygulanmaya başlanmıştır.

Günümüz ürolojisinde, başta üriner sistem taş cerrahisi ve BPH cerrahisinde sık olarak kullanılmaktadır. Üreteropelvik bileşke (UPB) darlığı, mesane boynu darlığı ve üretra darlığı tedavisinde ayrıca üreterin transizyonel hücreli karsinomunda, böbrek tümöründe ve prostat adenokanserinde kullanım alanı bulmuş, farklı alanlarda kullanımı gündeme gelmiştir.(1)

Ürolojide lazerin öğrenme eğrisi konusunda çok az çalışma mevcuttur. Lazer cerrahisi, cerraha sağladığı işlem ve kullanım kolaylıkları nedeniyle de tercih edilmektedir. Bu yüzden lazerin öğrenme eğrisinin kullanım alanlarına göre değişse de kısa olduğu düşünülebilir. Lazer uygulaması yapılacak tekniğinin zorluklarından bağımsız olarak ele alınmalıdır. Örneğin, retrograd intrarenal cerrahi ile taş tedavisinin zorluğunu ve öğrenme eğrisini belirleyen temel etmen lazeri kullanmak değil, tekniğin zorluğudur.

Lazer uygulamalarında teknik eğitim, operasyon odasında eğitmen eşliğinde üretici firmanın teknik verileri iletilmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu teknik eğitimde güç, çalışma konumu ayarlarının ve ses onaylarının tam olarak öğretilmesi amaçlanır.

Lazerin öğrenme eğrisi ile ilgili en fazla çalışma BPH tedavisinde kullanılan HoLEP uygulamalarında yapılmıştır. Lazer eğitim simülasyonları, var olan bilgisayar tabanlı TUR, Fleksible Üreterorenoskop, Litotripsi sanal gerçeklik simülasyonlarına (virtual reality, VR) lazer varyasyonlarının ve lazer problemlerin eklenmesi ile gerçekleştirilmektedir.

BPH'da Lazer Kullanımı ve Öğrenme Eğrisi

Son 10 yılda BPH'nın cerrahi tedavisinde çok çeşitli lazerler geliştirilmiştir. Lazerin fototermlal etkisinden yararlanılarak koagülasyon, kesme veya vaporizasyona dayalı lazerler kullanılmaktadır. Neodimium: YAG lazer, (Nd: YAG) Holmium: YAG lazer (Ho: YAG), potasyum titanil fosfat (KTP), lityum triborat lazer (LBO), Thulyum: YAG lazer, Semikondüktör diyot lazer (SCDs) cerrahi tedavide yaygın kullanım alanı bulmuştur.

KTP Lazer

KTP lazer (greenlight) prostat vaporizasyonu sağlayan lazerlerdendir. Nd: YAG lazerin KTP kristalinden geçirile-

rek dalga boyunun yarıya indirilip frekansının iki kat artırılması ile elde edilir. Prostat vaporezasyonunun daha hızlı sağlanabilmesi için ilk örnek olan 60W'luk güç 80W ve 120W'a çıkartılmıştır.(2) Kolay uygulanabilirlik nedeniyle, minimal morbitite ile hızlı bir biçimde, obstrüksiyona sebep olan prostat dokusu vaporeze edilebilir.(3) Kısa öğrenme eğrisine sahiptir 20 olguda başarılı KTP lazer uygulaması sağlanabilmektedir. Yaklaşık 50 ml ve altındaki hacimlerde; 15 prostat, KTP lazer uygulaması öğrenme süreci için yeterli görülmektedir.(4) Cerrah az deneyime sahip olsa bile, iyi tedavi etkinliği ve minimal kanama sağlar.(5) Yeterli prostat cerrahisi deneyimli üroloğun video rehberlik eğitiminden sonra kendi kendine öğrenebildiği bir uygulamadır. (3, 5) KTP lazerde teknik eğitim, eğitmen ve üretici firmanın güç, çalışma konumu ayarlarının ve ses onaylarının tam olarak öğretilmesi ile kısa sürede tamamlanır. Sanal gerçeklik TUR (Storz- KARL STORZ GmbH & Co.) uygulamalarına lazer prob varyasyonlarının eklenebildiği eğitim simülatörleri ile verilebilir.

HoLEP

Prostatın holmium YAG lazer ile rezeksiyonunun ardından enükleasyonu (HoLEP) kullanılmaya başlanmıştır.(6, 7) Holmium lazer prostat enükleasyonu BPH için güvenli ve etkili bir yöntemdir.(8) Enükleasyon tekniğinde daha çok manipülasyon gerekmektedir. Gerekli adaptasyon döneminin ardında ustalaşmak diğer lazer uygulamalarına göre doğası gereği zor olacaktır. Hwang ve arkadaşları, HoLEP'in öğrenme eğrisini değerlendirdikleri prospektif çalışmalarında ilk 50 hasta, ikinci 50 hasta ve üçüncü 64 hastayı peroperatif ve postoperatif verileri açısından karşılaştırmışlar (Tablo 1), yaklaşık 50 olgunun, öğrenme eğrisi içinde büyük bir değişim gösterdiği daha sonra, istikrarlı bir öğrenme eğrisi muhafaza edilebildiği bildirilmişlerdir.(9) Ayrıca HoLEP uygun bir eğitmen olmadan da öğrenilebilir, bu durumda, öğrenme eğrisi en az 50 olgu olacaktır.(10)

HoLEP uygulamaları diğer lazer prostat uygulamalarına göre daha uzun öğrenme eğrisine sahip olduğu görülmektedir. Ancak daha iyimser öğrenme eğrisi veren bir çalışmada ortalama 20 vakanın yeterli olabileceği bildirmiştir. Yine aynı çalışmada 20-30 gr ağırlıklı prostat adenomlarında tekniğin öğrenmeye başlanması önerilmiştir.(11) Benzer sonuçların verildiği diğer bir çalışmada TUR-P'de deneyimli cerrahların orta ölçekli prostatta 20-30 vaka sonrası yeterli deneyimi kazanıp öğrenme eğrisini tamamlayabildiğini bildirmiştir.(12) (Tablo 2)

Eğitim uygulamalarına dair yakın gelecekte bilgisayar tabanlı dokunsal geribildirim (haptic feedback) özellikli VR simülatörlerin geliştirileceği düşünülmektedir. Bildiğimiz kadarıyla şuan için bir ilk örnek eğitim için sunulmamıştır.

Üriner Sistem Taş Hastalıklarında Lazer Kullanımı ve Öğrenme Eğrisi

Intrakorporeal taş kırmada lazer, etkili ve güvenilir bir yöntemdir.(13) Lazer, ürolojide üstün kazanımlarını üriner sistem taş hastalıklarının güncel tedavisinde sağlamıştır. Lazerin taş kırma özelliğinin temel prensibi, taşta termokimyasal bozulmaya yol açan fototermal ve çatlaklar arasında su kabarcığı genişlemesine yol açan fotoakustik etkisidir. (14) Holmium: YAG lazer (Ho: YAG), FREDDY (frequency-doubled double-pulse Neodymium: YAG lazer), alexandrite ve dye lazer yaygın olarak kullanılmaktadır. Üreteroskopik Ho: YAG lazer litotripside başarı oranını ve komplikasyon oranını belirleyen temel etmen cerrahın deneyimidir.(15) Bu sonuç, üreteroskopik Ho: YAG lazer litotripsinin öğrenme eğrisinin uzun olduğu varsayımını doğrular. Flexible üreteroskopinin öğrenme eğrisinin uzun olması holmium lazer uygulamasının öğrenme eğrisinin önüne geçtiğini düşünmek daha doğrudur. Nitekim Ho: YAG ile intrakorporeal taş kırma çok kısa öğrenme eğrisine sahiptir.(16) Bildiğimiz kadarıyla, literatürde pnömotik, ultrasonik ve lazer litotripsinin öğrenme eğrisini karşılaştıran çalışma yoktur.

Tablo 1. HoLEP uygulamalarında öğrenme eğrisi boyunca verilerin değişimi, Hwang ve arkadaşlarının çalışması.

	Hasta Sayısı		
	1-50	51-100	101-064
Yaş (yıl)	68,9 (57-83)	69,3 (54-92)	68,3 (55-87)
Prostat volümü (ml)	53,8 (28-104)	55,0 (33-170)	54,0 (34-159)
Ameliyat süresi (dk)	74,2 (40-208)	58,3 (20-133)	56,9 (20-126)
Çalışma verimi (g/dk)	0,25 (0,07-0,49)	0,34 (0,11-0,81)	0,35 (0,09-0,79)
Ameliyat süresi (dk)	74,2 (40-208)	58,3 (20-133)	56,9 (20-126)
Rezeke ağırlık	17,9 (2-51)	19,2 (4-144)	18,8 (3-126)
Hgb azalma	0,69	0,71	0,44
Na azalma	0,88	0,09	0,61
Kataterizasyon süresi (gün)	2,7 (2-7)	2,3 (1-6)	2,0 (1-4)

Tablo 2. HoLEP uygulamalarında öğrenme eğrisi boyunca verilerin değişimi, Elzayat ve arkadaşlarının çalışması.

	Hasta Sayısı		p
	1-50 (Erken grup)	51-118 (Geç grup)	
Prostat volümü (ml)	53,4±22 (20-112)	64,8±35 (20-172)	0,04
Operasyon verileri			
Enükleasyon zamanı	108±47 (25-240)	115,7±48 (35-255)	0,4
Morselasyon zamanı	11,4±8,5 (3-50)	13,2±12 (3-85)	0,3
Kataterizasyon süresi (gün)	1,5±1,2 (1-8)	1,2±0,61 (1-5)	0,058
Rezeke ağırlık	24,3±13,3 (5-60)	33,6±22 (5-130)	0,01
Hastanede kalış süresi	1,6±1,5 (1-10)	1,4±1,5 (1-12)	0,5
Uzun dönem sonuç			
Tekrar operasyon	4 (%8)	1 (%1,47)	
Üretral darlık	1 (%2)	1 (%1,47)	
Meatal stenoz	0	1 (%1,47)	
MB kontraktürü	1 (%2)	0	

URO Mentor (UM, Symbionix USA Corp., Cleveland, OH, USA) firmasının rijit sistoskop, flexible üreterorenoskop, "lazer" ve basket kateter ile sanal gerçeklik eğitim uygulamaları mevcuttur. Temel endoürolojik becerilerin verilebildiği ve lazer uygulamasının öğretilebildiği bir simülatördür.(17) Lazer güç ayarlarının olmayışı bu simülasyonun eksiklerinden biridir.

Diğer Ürolojik Uygulamalarda Lazer Kullanımı ve Öğrenme Eğrisi

Ho: YAG lazer ile retrograd endopyelotomi üreteropelvik bileşke (UPB) darlıklarında alternatif yöntemlerden biridir.(18, 19) Balon katater dilatasyonu ile karşılaştırıldığında daha etkin bir yöntem olabileceği geniş serilerin gerekliliği hatırlatılarak bildirilmiştir.(20) Temel endoüroloji becerisine sahip ürologlar için bu işlem kısa öğrenme eğrisine sahip olduğu düşünülse de bununla ilgili yapılmış çalışma yoktur.

Nd: YAG lazer ve Ho: YAG lazer üretra darlıklarında, radikal prostatektomi sonrası oluşan vezikoüretral anastomoz darlıklarında alternatif yöntemlerden biridir. Soğuk bıçak uygulamalarında olduğu gibi kolay uygulanabilirliği vardır.(21, 22) Üretral darlıkların tedavisinde lazer ile soğuk bıçak uygulamaları karşılaştırıldığında benzer başarı eğilimine sahiptir.

Ürolojik lazer uygulamaları üst üriner sistem transizyonel hücreli karsinom tedavisinde, parsiyel nefrektomide ve sinir koruyucu radikal prostatektomide kullanım alanı bulmuştur. Bu uygulamaların öğrenme eğrileri hakkında bilinen çalışma yoktur.

Sonuç

Lazerin uygulamalarında teknik eğitim, eğitmen ve üretici firmanın yardımcıları ile mümkün olabilmektedir.

Uygulanmak istenen lazerin prob çapı, alet uyumu, teknik donanım ayarları, güç ayarları ve çalışma konum ayarlarının eksiksiz öğrenilmesi gereklidir. Bunun için deneyimli kliniklerde kurslar ve eğitim programları düzenlenebilir.

Enükleasyon tekniğinin zorluğuna bağlı olarak, HoLEP uygulamaları diğer lazer prostat uygulamalarına göre daha uzun öğrenme eğrisine sahiptir. Prostat uygulamaları dışındaki ürolojik lazer uygulamaları konusunda yeterli çalışma yoktur.

İntrakorporeal taş kırmada lazerin teknik özellikleri ve taşta uygunluğunun belirlenmesi teorik eğitimi gerekli kılmaktadır. Bu uygulamalarda lazer güç ayarlarını içeren farklı cins taşları içeren sanal gerçeklik simülasyonları daha yararlı uygulamalar olacaktır.

İşlem ve kullanım kolaylıkları nedeniyle genel olarak, ürolojide lazer kullanımının öğrenme eğrisi kısa olarak bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Andrew JM, Joel MHT. Lasers in clinical urology: state of the art and new horizons. World J Urol 2007;25:227-33
2. Hai MA, Malek RS. Photoselective vaporization of the prostate: initial experience with a new 80 W KTP laser for the treatment of benign prostatic hyperplasia. J Endourol 2003;17:93-6.
3. Ruszat R, Seitz M, Wylers SF et al: GreenLight laser vaporization of the prostate: single-center experience and long-term results after 500 procedures. Eur Urol 2008;54:893-901.
4. Malek RS, Kuntzman RS, Barrett DM. Photoselective potassium-titanyl-phosphate laser vaporization of the benign obstructive prostate: observations on long-term outcomes. J Urol 2005;174:1344-8.
5. Seki N, Nomura H, Yamaguchi A, Naito S. Evaluation of the learning curve for photoselective vaporization of the prostate over the course of 74 cases. J Endourol. 2008;22:1731-5.

6. Tyson MD, Lerner LB. Safety of holmium laser enucleation of the prostate in anticoagulated patients. *J Endourol* 2009;23:1343-6.
7. Krambeck AE, Handa SE, Lingeman JE. Experience with more than 1,000 holmium laser prostate enucleations for benign prostatic hyperplasia. *J Urol*. 2010;183:1105-9.
8. Gilling PJ, Aho TF, Frampton CM, King CJ, Fraundorfer MR. Holmium laser enucleation of the prostate : results at 6 years. *Eur Urol* 2008;53:744-9.
9. Jin CH, Sang MP, Jong BL. Holmium laser enucleation of the prostate for benign prostatic hyperplasia: effectiveness, safety, and overcoming of the learning curve. *Korean J Urol* 2010;51:619-24.
10. Seki N, Mochida O, Kinukawa N, Sagiyaama K, Naito S. Holmium laser enucleation for prostatic adenoma: analysis of learning curve over the course of 70 consecutive cases. *J Urol* 2003;170:1847-50.
11. El-Hakim A, Elhilali M. Laser enucleation of the prostate can be taught: the first learning experience. *BJU International* 2002;90:863-9.
12. Elzayat EA, Elhilali MM. Holmium laser enucleation of the prostate (holep): long-term results, reoperation rate, and possible impact of the learning curve. *Eur Urol* 2007;52:1465-72.
13. Zorcher T, Hochberger J, Schrott KM, Kuhn R, Schafhauser W. In vitro study concerning the efficiency of the frequency-doubled double-pulse Neodymium:YAG laser for lithotripsy of calculi in the urinary tract. *Lasers Surg Med* 1999;25:38-42.
14. Vassar GJ, Chan KF, Teichman JM, Glickman RD, Weintraub ST, Pfefer TJ, Welch AJ. Holmium: YAG lithotripsy: photothermal mechanism. *J Endourol* 1999;13:181-90.
15. Joost APL, Jorg RO, Tycho MTWL. Holmium laser lithotripsy for ureteral calculi: predictive factors for complications and success. *J Endourol* 2008;22:257-60.
16. Bapat SS, Pai KV, Purnapatre SS, Yadav PB, Padye AS. Comparison of holmium laser and pneumatic lithotripsy in managing upper-ureteral stones. *J Endourol* 2007;12:1425-7.
17. Wilhelm DM, Ogan K, Roehrborn CG, Cadeddu JA, Pearle MS. Assessment of basic endoscopic performance using a virtual reality simulator. *J Urol* 2003;170:692.
18. Giddens J, Grasso M. Retrograde ureteroscopic endopyelotomy using the holmium: YAG laser. *J Urol* 2000;164:1509-12.
19. Rassweiler JJ, Subotic S, Feist-Schwenk M, Sugiono M, Schulze M, Teber D, Frede T. Minimally invasive treatment of ureteropelvic junction obstruction: long-term experience with an algorithm for laser endopyelotomy and laparoscopic retroperitoneal pyeloplasty. *J Urol*. 2007;177:1000-5.
20. El-Nahas A, Shoma A, Eraky I, El-Kenawy M, El-Kappany H. Prospective, randomized comparison of ureteroscopic endopyelotomy using holmium:YAG laser and balloon catheter. *J Urol* 2006;175:614-8.
21. Dogra PN, Nabi G. Core-through urethrotomy using the neodymium: YAG laser for obliterative urethral strictures after traumatic urethral disruption and/or distraction defects: long-term outcome. *J Urol* 2002;167:543-6.
22. Tao J, Hong LI, Li-hai J, Li W, Kun-jie W. Safety and efficacy of laser and cold knife urethrotomy for urethral stricture. *Chinese Medical Journal* 2010;123:1589-95.