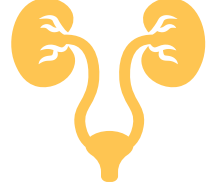


Bölüm 1c

Yüksek Yoğunlukta Odaklanmış Ultrason Yönteminin Temel Prensipieri



Yunus ÇOLAKOĞLU¹
Abdulmuttalip ŞİMŞEK²

GİRİŞ

Tarihçe: Maligniteler günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan toplumlarda oldukça önemli bir halk sağlığı problemidir. Cerrahi, kemoterapi ve radyoterapi gibi konvansiyonel tedavi modaliteleri, ciddi morbidite ve mortalite oranlarına sahip olmalarının yanı sıra, hastanede yatış ve iyileşme süreleri uzundur. Kanserle mücadele amacıyla yapılan teknolojik ve tıbbi araştırmalarda hedef; geleneksel tedavilere kıyasla bölgesel ve sistemik yan etkileri önemli ölçüde azaltmak ve geleneksel tedavilerin başarısız olduğu durumlarda alternatif tedavi seçeneklerini sunmaktır. Bu amaçla son yıllarda radyofrekans, lazer, mikrodalga ve kriyoablasyon tedavileri gibi yeni tedavi modaliteleri ortaya çıktı. Klinik araştırmalarda dokuların termal ablasyonu için; radyofrekans akımı, mikrodalga, lazer, termal iletken kaynakları ve ultrason gibi çok çeşitli enerjiler kullanılmıştır. Termal ablasyon amacıyla ultrason kullanmak, doku ablasyonu maksadıyla kullanılan ilk klinik uygulamalardan biridir (1). Ultrasonografi (USG) küçük dalga boyları aracılığıyla hedef dokuya daha iyi odaklanma, enerji birikiminin şekli ve konumu üzerinde hassas kontrole izin vermesi sebebiyle daha derin doku ablasyonu ile tedavilerde öne çıkmaktadır (2). Ultrasonun dokular üzerindeki etkisi ilk olarak, II. Dünya Savaşı sırasında denizaltılarda radar olarak kullanılan yüksek yoğunluklu ultrason dalgalarının balık sürülerini ısıttığı ve öldürdüğü tespit edildiğinde fark edildi. Bunun sonrasında Lynn ve ark., ilk olarak 1942 yılında ultrason dalgaları-

¹ Op. Dr. İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Üroloji Kliniği, İstanbul
dr.yunusc@gmail.com

² Prof. Dr. İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Üroloji Kliniği, İstanbul
simsek76@yahoo.com

ettirilmesi ve/veya döndürülmesi, sistem türünden bağımsız olarak kontrolün basitliği nedeniyle birinci nesil HIFU sistemlerinde kullanılan yaygın yöntemdir. Elektrik kontrolü ve USG dönüştürücü üretimindeki gelişmeler sayesinde, ikinci nesilde, aşamalı dizi teknolojisi kullanılarak, her bir elemanın genliği ve fazı ayrı ayrı ayarlanabilir hale geldi. Aşamalı dizi teknolojisi birlikte odak geometrisinde daha fazla esnekliğe olanak sağladı. Bu faz ayarlama teknolojisi ile, böbrek tümörleri, uterin miyomlar gibi homojen olmayan odaklanma yeteneğinin düşmesine neden olabilecek sorunlar da azaltılmış oldu. HIFU ablasyonunda akustik enerji iki şekilde iletilebilir. Dönüştürücü sabit tutulurken tek bir hedefleme yapılabilir. Daha büyük hacimler ablate edileceği zaman, dönüştürücü mekanik veya elektronik olarak ayrı adımlarla hareket ettirilebilir ve her bir konumda ateşlenebilir; burada, 'atımlar' arasındaki mesafe, hücre öldürme bölgelerinde birleşik nokta elde etme gerekliliğine bağlı olarak lezyonların örtüşüp örtüşmediğine veya ayrılıp ayrılmayacağına göre belirlenir. Alternatif bir ablasyon stratejisi, aktif terapi dönüştürücüsünü gerekli tedavi hacmine uyması için önceden saptanmış yörüngelerde (örneğin doğrusal izler veya spiraller) hareket ettirmektir. Dönüştürücü hızı ve USG enerjisinin doğru kombinasyonunun kullanılması halinde birleşik hacimlerde hücre hasarı ile sonuçlanacaktır (7).

5. Sonuç: HIFU'nun klinik uygulamaları beyin cerrahisi, oftalmoloji, üroloji, jinekoloji ve onkolojide bugüne kadar başta Asya ve Avrupa'da olmak üzere yaklaşık 100.000 hasta için geniş çapta araştırılmıştır (14). HIFU teknolojisi ile işlemin minimal invazif doğası gereği ağrı en aza indirilir; geleneksel cerrahi ile karşılaştırıldığında işlem maliyeti düşüktür; iyileşme geleneksel cerrahi yöntemlerden daha hızlıdır, herhangi bir kanama meydana gelirse, ultrason kanamayı durdurma potansiyeline sahiptir. Ayrıca terapi teorik olarak sonsuz sayıda tekrarlanabilir çünkü doz sınırı yoktur; X-ışınları tarafından yönlendirilen diğer sistemlerin aksine MRG'de ve tanısal USG'de iyonlaştırıcı radyasyon yoktur ve sistemin bakım maliyeti düşüktür (15,16). HIFU bu özellikleri düşünüldüğünde araştırma gayretlerini haklı çıkaran avantajlara sahiptir.

KAYNAKLAR

1. Lehmann J.F. The biophysical basis of biologic ultrasonic reactions with special reference to ultrasonic therapy. Arch Phys Med Rehabil. 1953;34: 139.
2. Lafon C., Melodelima, D., Salomir R., Chapelon J.Y. Interstitial devices for minimally invasive thermal ablation by high-intensity ultrasound. Int J Hyperther. 2007;23: 153-63.
3. Lynn J.G., Zwermer R.L., Chick A.J., Miller A.E. A new method for the generation and use of focused ultrasound in experimental biology. J Gen Physiol. 1942;26: 179-93.
4. Lynn J.G., Zwermer R.L., Chick A.J. The biological application of focused ultrasound waves. Science. 1942;96: 119-20.
5. Fry W.J., Barnard J.W., Fry F.J., Krumins R.F., Brennan J.F. Ultrasonically produced localized

- selective lesions in the central nervous system. *Am J Phys Med.* 1955;34: 413–23.
6. Izadifar Z, Chapman D, Babyn P. An Introduction to High Intensity Focused Ultrasound: Systematic Review on Principles, Devices, and Clinical Applications. *J Clin Med.* 2020;9: 460.
 7. Zhou, Y.-F. High intensity focused ultrasound in clinical tumor ablation. *World J Clin Oncol.* 2011; 2- 8.
 8. Dewey, W.C. Arrhenius relationships from the molecule and cell to the clinic. *Int J Hyperth.* 2009;25, 3–20.
 9. Diederich CJ. Thermal ablation and high-temperature thermal therapy: overview of technology and clinical implementation. *Int J Hyperthermia.* 2005; 21: 745-53.
 10. Mason TJ. A sound investment. *Chem Ind.* 1998; 21: 878-82.
 11. Yagel S. High-intensity focused ultrasound: a revolution in non-invasive ultrasound treatment? *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2004; 23: 216-7.
 12. Makin I.R., Mast T.D., Faidi W., Runk M.M., Barthe P.G., Slayton M.H. Miniaturized ultrasound arrays for interstitial ablation and imaging. *Ultrasound Med Biol.* 2005; 31: 1539–50.
 13. Salgaonkar V.A., Diederich C.J. Catheter-based ultrasound technology for image-guided thermal therapy. Current technology and applications. *Int J Hyperth.* 2015; 31: 203–15.
 14. Gelet A, Chapelon JY, Bouvier R, Rouvière O, Lasne Y, Lyonnet D, Dubernard JM. Transrectal high-intensity focused ultrasound: minimally invasive therapy of localized prostate cancer. *J Endourol.* 2000; 14: 519-28.
 15. Visioli AG, Rivens IH, ter Haar GR, Horwich A, Huddart RA, Moskovic E, Padhani A, Glees J. Preliminary results of a phase I dose escalation clinical trial using focused ultrasound in the treatment of localised tumours. *Eur J Ultrasound.* 1999; 9: 11-8.
 16. Dubinsky TJ, Cuevas C, Dighe MK, Kolokythas O, Hwang JH. High-intensity focused ultrasound: current potential and oncologic applications. *AJR Am J Roentgenol.* 2008; 190: 191-9.