

Laparoskopik bipolar ve ultrasonik enerji aletlerinin kullanımındaki termal yayılımın değerlendirilmesi

Evaluation of thermal spread during the application of laparoscopic bipolar and ultrasonic devices

Asif Yıldırım, Erem Kaan Başok, Serhat Göçer, Adnan Başaran, Reşit Tokuç

Sağlık Bakanlığı İstanbul Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 1. Üroloji Kliniği, İstanbul

Özet

Amaç: Enerji kullanan laparoskopik aletler komşu yapılar-da termal yayılım ile oluşan istenmeyen doku hasarlarına yol açabilmektedir. Bu çalışmada bipolar PlasmaKinetic™, LigaSure™ V ve Harmonik ACE™ aletlerinin uygulanımı ile oluşan termal yayılım değerlendirildi.

Gereç ve yöntem: Her bir aletin yüzeysel ve derin termal yayılım miktarı infrared ve elektrod termometre ile ölçüldü. Sıcaklık ölçümleri laparoskopik aletlerin uygulanım noktasından 5 mm ve 10 mm uzaklıkta minimum ve maksimum enerjilerde tekrar edildi.

Bulgular: Ultrasonik makas uygulanımı sırasında oluşan ortalama sıcaklık artışı bipolar enerji modalitelerinden belirgin derecede daha düşüktü. PlasmaKinetic™ bipolar enerji uygulanımında çevre yüzeysel dokuda en yüksek ortalama sıcaklık artışı gözlenirken, LigaSure™ V bipolar enerjide çevre derin dokuda en yüksek sıcaklık artışı saptanmıştır.

Sonuç: Çevre dokudaki termal yayılım tüm aletler için sınırlı bir alanda oluşmaktadır ve ultrasonik makas diseksiyon ve hemostazda bipolar enerjiye göre daha güvenli olabilir. Laparoskopide enerji aletlerinin uygulanımında dikkatli olunmalıdır ve bu konuda ileri araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

Anahtar sözcükler: Enerji transferi; laparoskopi; ultrasonik terapi.

Abstract

Objective: Energy based laparoscopic instruments can introduce undesirable injuries due to thermal spread to adjacent structures. We assessed thermal spread during application of bipolar PlasmaKinetic™, LigaSure™ V and Harmonic ACE™ devices.

Materials and methods: The extent of in vitro thermal spread of each device was measured by using infrared and electrode thermometer for superficial and deep temperatures, respectively. Measurement of temperatures was repeated 5 and 10 mm away from the application area of laparoscopic instruments at a minimum and maximum power level.

Results: The mean increase of temperature for the duration of ultrasonic scalpel was significantly lower than bipolar energy modalities. PlasmaKinetic™ bipolar energy produced the highest mean temperatures in surrounding superficial tissues, and LigaSure™ V developed the highest mean temperature increase in surrounding deep tissues.

Conclusion: Thermal spread was measured only in a limited the area of the surrounding tissues with all devices; however, ultrasonic scalpel may constitute safer option for energized dissection and hemostasis compared to bipolar energy. Particular care should be taken when these instruments are used during laparoscopy, and further research is indicated to optimize the applications of these devices.

Key words: Energy transfer; laparoscopy; ultrasonic therapy.

Giriş

Transperitoneal nefrektomi sırasında kolon mobilyasyonu veya sinir koruyucu radikal prostatektomi gibi hassas diseksiyon gerektiren laparoskopik girişimlerde çevre dokuya zarar vermeden güvenli hemostaz sağlamak çok önemlidir.^[1,2] Gelişen teknolojiye paralel olarak farklı enerji tiplerini kullanan yeni nesil laparoskopi aletlerinin kullanımının artması, dokuda diseksiyon ve hemostaz işleminin aynı anda uygulanmasını sağlayarak, operasyon süresini kısaltmış ve kanama kontrolünü daha güvenli hale getirmiştir.^[3]

Koagülasyon amaçlı uygulanan enerjinin çevre dokularda yarattığı kısa süreli ve düşük seviyede sıcaklık artışları hücrel modifikasyonlarla tolere edilebilirken, süre uzadıkça ve sıcaklık derecesi arttıkça dokularda termal hasar veya hücrel ölüm meydana gelebilmektedir.^[4,5] Monopolar koter sistemlerinin kullanımına bağlı termal doku hasarı sonucu oluşan komplikasyonların nadir sayılamayacak kadar çok sayıda görülmesi, laparoskopi aletlerinin güvenilirliği konusunda akılda soru işaretleri uyandırmıştır. Daha güvenli olduğu düşünülerek yaygın olarak kullanılsa da, bipolar ve ultrasonik enerji kaynaklı yeni laparoskopi aletleri ile de çevre dokuda oluşacak istenmeyen sıcaklık artışı kaçınılmazdır.^[3,6] Ayrıca uygulama sırasındaki termal yayılım derecesi ile ilgili literatür verileri sınırlıdır.

Çalışmamızda PlasmaKinetic™, LigaSure™ V ve Harmonic ACE™ gibi üç farklı laparoskopik aletin ve iki farklı bipolar enerji sistemiyle ultrasonik enerji sistemlerinin koagülasyon ve hemostaz sırasındaki yüzeysel ve derin termal yayılım derecelerini karşılaştırdık.

Gereç ve yöntem

Laparoskopik girişimler sırasında en sık kullanılan iki farklı bipolar enerji sistemi ile ultrasonik enerji sistemini karşılaştırdığımız *in vitro* çalışmaya Sağlık Bakanlığı İstanbul Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu onayından sonra başlanmıştır (onay tarihi: 11.01.2007, karar no: 34/D). Her bir enstrüman ölçümü için 5'er adet (toplam: 15 adet) organ olarak pedikülü ve perirenal yağlı dokusu korunarak alınmış olan dana böbreği kullanıldı. Bu amaçla böbreğin pedikülüne laparoskopik cerrahide kullanılan 5 mm'lik PlasmaKinetic™ bipolar sistem (Gyrus Medical, Maple Grove, Minnesota, ABD), LigaSure™ V (Valleylab, Inc. Boulder, Colorado, ABD) ve Harmonic™ (Ethicon Endosurgery, Inc., Cincinnati, Ohio, ABD) uygulandı. Minimum ve maksimum enerji kullanımı sırasındaki sıcaklık artışlarını ayrı tespit etmek amacıyla her sistemin iki farklı enerji seviyelerinde ölçümler tekrarlandı. PlasmaKinetic™ bipolar sistem ile minimum ve maksimum seviyelerde laparoskopik bipolar alet, LigaSure™ V ile 2 ve 4 sevi-

yelerinde, Harmonic™ ile 3 ve 5 seviyelerinde Harmonic ACE™ (5 mm) kullanılarak uygulama noktasının 5 ve 10 mm uzağındaki yüzeysel ve derin sıcaklıklar ölçülerek kaydedildi. Kullanılan her üç aletin de aktivasyon süreleri sistemin kendi güç kaynağı tarafından otomatik olarak sınırlandırılmaktadır.

Yüzeysel sıcaklık değerlerinin (°C) ölçümünde infrared termometre cihazı (Fluke 62 Mini™, Fluke Corporation, Washington, ABD) kullanıldı. Derin sıcaklık ölçümleri ise 5 mm derinliğe yerleştirilen elektrot termometre cihazı (Fluke 54 II™, Fluke Corporation, Washington, ABD) ile yapıldı. Derin sıcaklık ölçümlerinin değerlendirilmesinde "FlukeView Forms" yazılım programı (FVF-SCI) kullanıldı (Şekil 1). Ölçümler beşer defa tekrar edilerek ortalama ısı değerleri ve enerji uygulandıktan sonraki sıcaklık farkları standart sapma değerleri ile beraber hesaplandı.

Bu çalışmada istatistiksel analizler GraphPad Prisma V.3 paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis testi, alt grup karşılaştırmalarında Dunn'ın çoklu karşılaştırma testi, ikili grupların karşılaştırmasında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde, %95'lik güven aralığında değerlendirilmiştir.

Bulgular

Yüzeysel ölçümlerde her üç laparoskopik sistemin de düşük ve yüksek enerji seviyelerinde 5 mm uzaklıkta kendi başlangıç değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı artışlar saptandı ($p < 0.05$). Ancak her üç sistemin de, başlangıç–10 mm ve 5 mm–10 mm ısı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$). Düşük enerji seviyelerindeki 5 mm ve 10 mm uzaklıktaki yüzeysel ölçümlerde sıcaklık artış değerleri ultrasonik makas kullanıldığında plazmakinetik bipolar sistemine göre istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunurken, yüksek enerji seviyelerinde 10 mm uzaklıkta ultrasonik makasın yine plazmakinetik bipolar sistemine göre daha az ısı artışına yol açtığı saptandı ($p < 0.05$) (Tablo 1 ve 2).

Yine her üç sistemin düşük ve yüksek enerji seviyelerinde 5 mm uzaklıktaki derin ölçümlerde kendi başlangıç değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı artışlar saptandı ($p < 0.05$). Derin ölçümlerde düşük enerji seviyelerinde 5 mm ve 10 mm uzaklıktaki sıcaklık artışları Harmonic ACE™ ile LigaSure™ V sistemine göre anlamlı olarak düşük bulunurken, yüksek enerji seviyelerinde de 5 mm ve 10 mm uzaklıktaki sıcaklık artışları LigaSure™ V sistemine kıyasla ultrasonik makasta daha düşük bulundu ($p < 0.05$) (Tablo 3 ve 4).

Yapılan çalışmada bazal sıcaklık değerleri arasında matematiksel olarak belirgin farklar olmasa da yapılan istatistiksel değerlendirmenin tam anlamıyla sağlıklı olabilmesi için başlangıç-5 mm ve bazal-10 mm sıcaklık değerleri arasındaki farklar alınarak istatistiksel karşılaştırma tekrarlandı. Farklar alınarak yapılan standardizasyon sonrasında, yüzeysel ve derin ölçümlerde düşük enerji seviyelerinde 10 mm uzaklıkta LigaSure™ V sisteminin plazmakinetik bipolar sisteme göre anlamlı olarak daha az sıcaklık artışı oluşturduğu belirlendi ($p<0.05$). Ultrasonik makas kullanımı sırasında yapılan yüzeysel ölçümlerde, yüksek enerji uygulanırken 5 mm uzaklıktaki hariç tüm ölçümlerde plazmakinetik bipolar sisteme göre anlamlı olarak daha az sıcaklık artışı saptandı ($p<0.05$). Yine ultrasonik makas derin tüm ölçüm değerlerinde LigaSure™ V sistemine göre anlamlı olarak daha az sıcaklık artışına yol açmıştır ($p<0.05$) (Tablo 5).

Ultrasonik makas ile lateralize sıcaklık artışı çalışmadaki bipolar modalitelere göre anlamlı olarak daha az saptanırken, yüzeysel ölçümlerde en yüksek çevre doku sıcaklık artışı plazmakinetik bipolar sistemde, derin ölçümlerde ise en yüksek lateralize sıcaklık artışı LigaSure™ V bipolar sisteminde saptanmıştır.

Tartışma

Diseksiyon ve koagülasyon için kullanılan tüm cerrahi aletlerdeki temel amaç dokuda sıcaklık artışı yaratarak etkili bir hemostaz oluşturmaktır. Son zamanlarda geliştirilen bipolar ve ultrasonik enerji kullanan laparoskopik aletler, belirli bir sıcaklık güvenliği içinde daha etkin bir hemostaz oluşturmayı ve sıcaklığı hedef dokuda sınırlamayı amaçlamaktadır.^[3,6,7]

Tablo 1. Düşük enerji seviyesinde yüzeysel sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması

	Plazmakinetik (minimum)	LigaSure™ (seviye 2)	Ultrasonik makas (seviye 3)	KW ^a	p
Başlangıç (°C)	26.82±0.91 ^{c,d}	26.16±2.21 ^c	23.08±1.2 ^c	8.51	0.014
5 mm ^b (°C)	50.12±7.16 ^d	33.44±6.2	29±4.53	8.81	0.012
10 mm ^b (°C)	40.76±1.88 ^d	27.52±1.69	26.48±3.06	9.98	0.007

^aGruplararası karşılaştırmalar için Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır.

^bBaşlangıç noktasına olan uzaklık.

^{c,d}Dunn'ın çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilen alt gruplardan istatistiksel anlamlı fark saptananlar ($p<0.05$); ^cenerji öncesi ve 5 mm,

^dPlazmakinetik ve ultrasonik makas.

Tablo 2. Yüksek enerji seviyesinde yüzeysel sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması

	Plazmakinetik (maksimum)	LigaSure™ (seviye 4)	Ultrasonik makas (seviye 5)	KW ^a	p
Başlangıç (°C)	24.2±0.62 ^c	28.16±1.65 ^c	25.16±2.65 ^c	7.51	0.023
5 mm ^b (°C)	48.22±10.83	40±9.7	33.04±12.77	5.78	0.056
10 mm ^b (°C)	41.88±12.63 ^d	35.12±5.76	26.52±3.38	9.89	0.007

^aGruplararası karşılaştırmalar için Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır.

^bBaşlangıç noktasına olan uzaklık.

^{c,d}Dunn'ın çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilen alt gruplardan istatistiksel anlamlı fark saptananlar ($p<0.05$); ^cenerji öncesi ve 5 mm,

^dPlazmakinetik ve ultrasonik makas.

Tablo 3. Düşük enerji seviyesinde derin sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması

	Plazmakinetik (minimum)	LigaSure™ (seviye 2)	Ultrasonik makas (seviye 3)	KW ^a	p
Başlangıç (°C)	25.98±1.64 ^c	23.36±2.02 ^c	25.8±1.02 ^c	4.45	0.108
5 mm ^b (°C)	38.2±5.35	41.1±4.08 ^d	29.48±3.81	8.57	0.014
10 mm ^b (°C)	27.7±3.4	35.9±4.11 ^d	27.58±3.45	6.62	0.037

^aGruplar arası karşılaştırmalar için Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır.

^bBaşlangıç noktasına olan uzaklık.

^{c,d}Dunn'ın çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilen alt gruplardan istatistiksel anlamlı fark saptananlar ($p<0.05$); ^cenerji öncesi ve 5 mm,

^dLigaSure™ ve ultrasonik makas.

Tablo 4. Yüksek enerji seviyesinde derin sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması

	Plazmakinetik (maksimum)	LigaSure™ (seviye 4)	Ultrasonik makas (seviye 5)	KW ^a	p
Başlangıç (°C)	25.5±2.53 ^c	27.36±1.09 ^c	26.58±1.12 ^c	2.09	0.351
5 mm ^b (°C)	33.84±3.41	44.86±3.64 ^d	29.86±4.83	10.52	0.005
10 mm ^b (°C)	26.52±1.88	37±5.74 ^d	29±6.73	7.34	0.025

^aGruplar arası karşılaştırmalar için Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır.
^bBaşlangıç noktasına olan uzaklık.
^{c,d}Dunn'ın çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilen alt gruplardan istatistiksel anlamlı fark saptananlar (p<0.05); ^cenerji öncesi ve 5 mm, ^dLigaSure™ ve ultrasonik makas.

Tablo 5. Düşük ve yüksek enerji seviyelerinin enerji uygulamadan önceki doku sıcaklığı ile enerji kullanıldıktan sonra 5 mm ve 10 mm uzaklıktaki artan sıcaklıklar arasındaki farkın karşılaştırılması

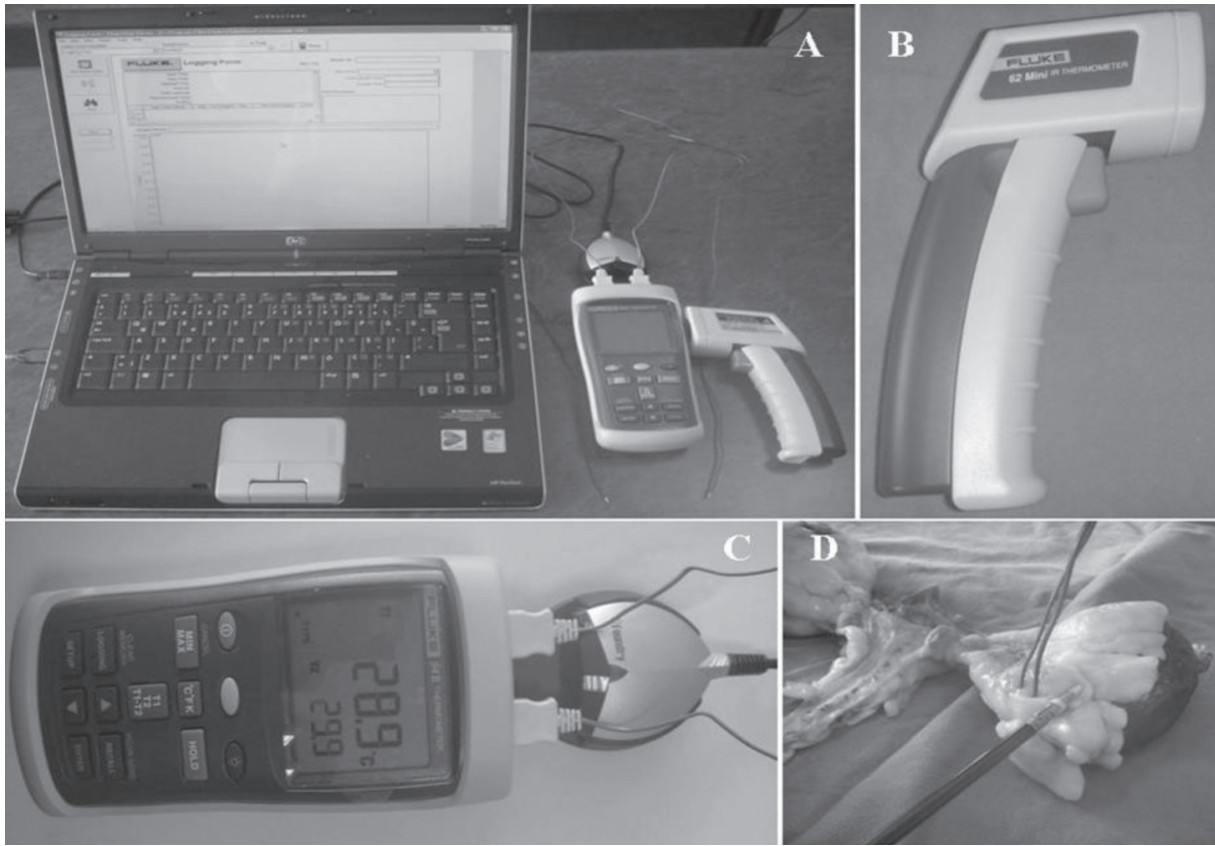
		Plazmakinetik	LigaSure™	Ultrasonik makas	KW ^a	p
Yüzeysel (°C)	5 mm	23.3±7.87	7.28±6.52	5.92±5.41 ^c	6.75	0.034
(düşük enerji)	10 mm	13.94±2.25 ^b	1.36±1.19	3.4±3.96 ^c	9.62	0.008
Yüzeysel (°C)	5 mm	24.02±11.25	11.84±8.75	7.88±11.32	5.46	0.065
(yüksek enerji)	10 mm	17.68±13.03	6.96±5	1.36±0.98 ^c	11.08	0.004
Derin (°C)	5 mm	12.22±3.83	17.74±5.5 ^d	3.68±3.15	10.16	0.006
(düşük enerji)	10 mm	1.72±1.96 ^b	12.54±5.32 ^d	1.78±2.61	9.45	0.009
Derin (°C)	5 mm	8.34±2.56	17.5±3.6 ^d	3.28±4.19	11.22	0.004
(yüksek enerji)	10 mm	1.02±0.8	9.64±6.68 ^d	2.42±5.94	7.89	0.019

^aGruplar arası karşılaştırmalar için Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır.
^{b,c,d}Dunn'ın çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilen alt gruplardan istatistiksel anlamlı fark saptananlar (p<0,05); ^bPlazmakinetik ve LigaSure™, ^cPlazmakinetik ve ultrasonik makas, ^dLigaSure™ ve ultrasonik makas.

Daha önce yapılan çalışmalarda cerrahide monopolar elektrokoter kullanımına bağlı çevre doku hasarının bipolar elektrokoter modalitelerine göre daha fazla olduğu ortaya konmuştur.^[6-9] Ancak hangi bipolar sistemin daha etkin ve güvenilir olduğu konusunda yapılmış kontrollü ve randomize çalışma sayısı sınırlıdır. Bu nedenle son yıllarda PlasmaKinetic™ ve LigaSure™ V bipolar sistem ile ultrasonik makas (Harmonic™) kullanılarak yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Monopolar elektrokoter sisteminde hastaya temas eden dağıtıcı elektrot ve hasta, kapalı-döngü akımı sağlayan enerjiyi üreten jeneratör ve koagüle edilmek istenen bölgeye uygulanan elektrot aracılığı ile bir devre oluşturur. Oluşan akım uygulanan elektrotun ucundan dağıtıcı elektrota doğru ilerlerken dokular direnç farklılıklarına göre ısınır.^[9] PlasmaKinetic™ ve LigaSure™ V gibi bipolar enerji sistemlerinde ise akım uygulanan elektrottan geri döner. Yani sadece elektrotun temas ettiği bölge ve çevresinde sıcaklık artışı görülür.^[3] Gyrus bipolar sistem plazmakinetik teknolojiyi kullanarak hızlı, etkin ve kontrollü sıcaklık artışı ile dokuda hemostaz sağlarken, bu etki LigaSure™ V sisteminde basınç ve bipolar enerji kombinasyonu ile sağlanmaktadır.^[3,6,10] Son zamanlarda laparoskopik cerrahide sıkça kullanılmaya başlanan Harmonic™ makas saniyede 55,500 defa titreşen yüksek frekanslı ses dal-

gaları ile dokuda protein denatürasyonu ve koagülasyon oluşturmaktadır.^[3,7,10]

Sonuçta her üç alet de dokuda sıcaklık artışı yapmakta olup istenmeyen çevre doku hasarı oluşturabilir.^[3,6] Daha önceki yayınlarda farklı enerji kullanan laparoskopik aletler ile sıcaklık yayımları incelenmiş ve çevre dokuda termal hasar ve histopatolojik değişiklikler bildirilmiştir.^[3,6,8,11,12] Pietrow ve arkadaşları plazmakinetik bipolar sistem kullanarak domuzlarda gerçekleştirdikleri bilateral laparoskopik nefrektomi sırasında termal hasarın 3.6 mm'nin ötesine geçmediğini saptamışlardır.^[13] Campbell ve arkadaşları domuzlarda açık cerrahi diseksiyonla vasküler yapılara ulaşarak laparoskopik LigaSure Atlas™ aletinin termal kamera ile sıcaklık yayılımını araştırmışlar, sıcaklık artışının ortalama 100°C kadar yükseldiğini ancak termal hasarın 1.8 mm ile sınırlı kaldığını bildirmişlerdir.^[6] Kinoshita ve arkadaşları infrared termometre kullanarak ultrasonik makas ile 10 mm'e kadar uzaklıkta 60°C'yi aşan sıcaklık artışı tespit etmişlerdir.^[14] Ancak standart bipolar elektrokoagülasyon aleti kullanıldığında bu sıcaklık yayılımının 22 mm'ye kadar ulaştığını saptamışlardır. Diamantis ve arkadaşları monopolar elektrokoagülasyon, bipolar elektrokoagülasyon, Harmonic™ ve LigaSure™ modalitelerini tavşanda etkinlik ve güveni-



Şekil 1

(a) Fluke View Forms yazılım programı, (b) Yüzeysel ısı ölçümünde kullanılan Fluke 62 Mini infrared termometre, (c) derin ısı ölçümünde kullanılan Fluke 54 II elektrot termometre, (d) LigaSure™ ile derin ısı ölçümü.

lirlik yönünden karşılaştırmışlardır.^[8] Bipolar elektrokoagülasyonu monopoldan üstün bulmuşlar, ultrasonik makas ve LigaSure™ eşit hemostaz etkinliği sağlarken, termal hasarın ultrasonik makas kullanıldığında daha fazla olduğunu saptamışlardır. Kim ve arkadaşları Harmonic ACE™, LigaSure V™ ve PlasmaKinetic Trisector™ aletlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında ultrasonik makas ile 200 °C'nin üstüne çıkan sıcaklık artışlarının diğer iki alette 100 °C'nin altında kaldığını izlemişlerdir.^[3] Böylece ultrasonik makas ile laparoskopi sırasında etraf doku hasarı konusunda dikkatli olunması gerektiği sonucuna varmışlardır. Tam tersine, bazı araştırmacılar ultrasonik enerjideki sıcaklık artışının güvenli olduğunu, yine Landman ve arkadaşları domuzlar üzerindeki bir çalışmalarında ultrasonik makas ile kollateral doku hasarının LigaSure™ ve diğer bipolar enerji tiplerine kıyasla daha az oluştuğu sonucuna varmışlardır.^[10,15,16] Emam ve Cuschieri ultrasonik enerjiyle yapılan diseksiyonun güvenli ve etkili olduğunu göstermişlerdir, ancak 10 saniyenin üzerindeki aktivasyon sürelerinde lateralize termal hasarının artabileceğini belirtmişlerdir.^[11]

Phillips ve arkadaşları domuzda Gyrus PlasmaKinetic Trisector™, Harmonic ACE™ ve LigaSure V™ kullanarak IR-Flex termal kamera ile lateral termal hasarı araştır-

mışlardır.^[17] Plazmakinetik bipolar sistem ve LigaSure™ ile uygulama noktasında 100°C'ye yakın sıcaklık artışı saptanırken ultrasonik makas ile 200°C'yi geçen sıcaklık artışı gözlenmiştir. Ancak, plazmakinetik bipolar sistem ile termal hasarın 7 mm, LigaSure™ ile 6 mm uzaklığa kadar ulaştığını, ultrasonik makas kullanımı sırasında ise hasarın 2.8 mm ile sınırlı kaldığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, hasarın sadece aletin uç sıcaklığı ile alakalı olmadığı, süre, doku özelliği ve damar yoğunluğunun uzak termal hasarı etkilediği yorumunda bulunmuşlardır.

Termal hasar 40°C'nin üzerinde etkili olmaya başlamaktadır. Protein denatürasyonu sonucu hücre ölümü ise 55°C üzerinde başlar.^[3-5] Çalışmamızda ultrasonik makas ile yapılan ölçümler sırasında yüzeysel ve derin beş ölçüm değerinin yalnız birinde 40°C olan eşik değeri aşıldı. Ancak plazmakinetik bipolar sistem ile düşük ve yüksek enerji seviyesindeki 5 ve 10 mm uzaklıktaki yüzeysel ölçümlerde, LigaSure™ ile yapılan ölçümlerde ise düşük ve yüksek enerji seviyesindeki 5 mm uzaklıktaki derin ölçümlerde 40°C'nin üzerinde sıcaklık artışı saptandı. Buna rağmen, 55°C'nin üzerinde sıcaklık artışı sadece plazmakinetik bipolar sistem kullanımı sırasında 5 mm uzaklıktaki çevre dokuda yapılan yüzeysel beş ölçümün yalnızca ikisinde gözlemlendi.

Prostatın nörovasküler demet anatomisinin net bir şekilde ortaya konmasıyla sinir koruyucu laparoskopik radikal prostatektomi sayısında artış gözlenmiştir. Sinir hasarı olmaması için nörovasküler demetten prostata doğru uzanan vasküler yapıların diseksiyonu ve hemostazı sırasında termal enerji tiplerinden herhangi birinin kullanımından kaçınılması gerektiği klasik bilgi olarak bildirilmektedir. Ancak Gill ve Ukimura'nın nörovasküler demet diseksiyonu sırasında ultrasonik makas veya lateral prostat pedikülünü bulldog klemp ile tutup soğuk kesi kullanımının sonrasında olguların erektile fonksiyon oranlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında bir yıl sonunda iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır.^[18]

Çalışmamızda ultrasonik makasın 5 mm'lik uzaklıkta dahi ciddi nöral hasara yol açacak sıcaklık artışına yol açmadığı göz önüne alınırsa, özellikle lateral pelvik fasyanın iyi serbestlenerek nörovasküler demetin posterolateralale doğru yeterince itildiği olgularda termal hasar ultrasonik makas kullanarak minime indirilebilir görünmektedir. Ancak canlı dokuların iletkenlik ve direnç özellikleri farklıdır. Ayrıca farklı laparoskopik enerji modalitelerinin çevre dokulardaki etkilerinin histopatolojik inceleme ile daha net olarak saptanabileceği ve uygun sıcaklık ortamı ile CO₂ basıncı gibi faktörlerin etkilerinin de hesaba katılabileceği *in vivo* çalışmalar yapılması önemlidir.

Sonuç olarak, ultrasonik makas sisteminde çevre doku sıcaklık artışı çalışmamızdaki diğer bipolar enerji sistemlerine göre anlamlı olarak daha az saptanırken, yüzeysel ölçümlerde en yüksek lateralize sıcaklık artışı plazmakinetik bipolar sistemde, derin ölçümlerde ise en yüksek lateralize sıcaklık artışı LigaSure™ V elektrokoter sisteminde saptanmıştır. Literatürde son zamanlarda farklı enerji modaliteleri kullanılarak yapılan elektrokoter uygulamalarına bağlı termal doku hasarı ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Bizim çalışmamızla da, uyumlu olarak, genel olarak bakıldığında ultrasonik makas ve LigaSure™ V etkinlik ve güvenilirlik yönünden daha avantajlı görünmektedir, ancak laparoskopik girişimlerde hangi enerji modalitesinin daha güvenli olduğunun belirlenmesi için *in vivo* ve karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

1. Khan F, Rodriguez E, Finley DS, Skarecky DW, Ahlering TE. Spread of thermal energy and heat sinks: implications for nerve-sparing robotic prostatectomy. J Endourol 2007;21:1195-8.
2. Mandhani A, Dorsey PJ Jr, Ramanathan R, Salamanca JI, Rao S, Leung R et al. Real time monitoring of temperature changes in neurovascular bundles during robotic radical prostatectomy: thermal map for nerve-sparing radical prostatectomy. J Endourol 2008;22:2313-7.
3. Kim FJ, Chammas MF Jr, Gewehr E, Morihisa M, Caldas F, Hayacibara E et al. Temperature safety

profile of laparoscopic devices: Harmonic ACE (ACE), Ligasure V (LV), and plasma trisector (PT). Surg Endosc 2008;22:1464-9.

4. Rylander MN, Feng Y, Bass J, Diller KR. Thermally induced injury and heat shock protein expression in cells and tissues. Ann N Y Acad Sci 2005;1066:222-42.
5. Lepock JR. Cellular effects of hyperthermia. Int J Hyperthermia 2003;19:252-66.
6. Campbell PA, Cresswell AB, Frank TG, Cuschieri A. Realtime thermography during energized vessel sealing and dissection. Surg Endosc 2003;17:1640-5.
7. Person B, Vivas DA, Ruiz D, Talcott M, Coad JE, Wexner SD. Comparison of four energy-based vascular sealing and cutting instruments: a porcine model. Surg Endosc 2008;22:534-8.
8. Diamantis T, Kontos M, Arvelakis A, Syroukis S, Koronarchis D, Papalois A et al. Comparison of monopolar electrocoagulation, bipolar electrocoagulation, Ultracision, and Ligasure. Surg Today 2006;36:908-13.
9. Ata AH, Bellemore TJ, Mesiel JA, Arambulo SM. Distal thermal injury from monopolar electrosurgery. Surg Laparos Endos 1993;3:323-7.
10. Hruby GW, Marruffo FC, Durak E, Collins SM, Pierorazio P, Humphrey PA et al. Evaluation of surgical energy devices for vessel sealing and peripheral energy spread in a porcine model. J Urol 2007;178:2689-93.
11. Emam TA, Cuschieri A. How safe is high-power ultrasonic dissection? Ann Surg 2003; 237:186-91.
12. Koch C, Friedrich T, Metternich F, Tannapfel A, Reimann HP, Eichfeld U. Determination of temperature elevation in tissue during the application of the Harmonic Scalpel. Ultrasound Med Biol 2003;29:301-9.
13. Pietrow PK, Weizer AZ, L'esperance JO, Auge BK, Silverstein A, Cummings T et al. PlasmaKinetic bipolar vessel sealing: burst pressures and thermal spread in an animal model. J Endourol 2005;19:107-10.
14. Kinoshita T, Kanehira E, Omura K, Kawakami K, Watanabe Y. Experimental study on heat production by a 23.5 kHz ultrasonically activated device for endoscopic surgery. Surg Endosc 1999;13:621-5.
15. Kunde D, Welch C. Ultracision in gynaecological laparoscopic surgery. J Obstet Gynaecol 2003;23:347-52.
16. Landman J, Kerbl K, Rehman J, Andreoni C, Humphrey PA, Collyer W et al. Evaluation of a vessel sealing system, bipolar electrosurgery, Harmonic Scalpel, titanium clips, endoscopic gastrointestinal anastomosis vascular staples and sutures for arterial and venous ligation in a porcine model. J Urol 2003;169:697-700.
17. Phillips CK, Hruby GW, Durak E, Lehman DS, Humphrey PA, Mansukhani MM et al. Tissue response to surgical energy devices. Urology 2008;71:744-8.
18. Gill IS, Ukimura O. Thermal energy-free laparoscopic nerve-sparing radical prostatectomy: one-year potency outcomes. Urology 2007;70:309-14.

Yazışma (Correspondence): Uzm. Dr. Asif Yıldırım. Sakarya EAH, Hamidiye Mah, Barışyolu Sok. Dumankaya Çekmeköy Evleri, A6-20, 34782 Çekmeköy, İstanbul, Türkiye

Tel: +90216-566 40 00 e-posta: asifkad@superonline.com