

TEKNOLOJİ ve CERRAHİ

Videoendoskopide elektrocerrahi ilkeleri

Levent AVTAN (*)



GİRİŞ

Videoendoskopik cerrahide en yaygın kullanılan enerji türü elektrik akımıdır. Kapalı kavitede çalışılması, elektrik enerjisi kullanımına daha fazla özen gösterilmesini gerektirmektedir. Çünkü, kapalı kavitede çok sayıda alete bağımlı çalışılması ve görünmeyen bölgelerde istenmeyen etki oluşabilmesi komplikasyon riskini yükseltmektedir.

Bir elektrik akımı, iletken bir gövdede akan elektron kümeleri ile etkisini gösterir. Amerikalı bir nöroşirürjiyen olan Harvey Cushing, beyin cerrahisinde hemostaz sağlamada elektrik akımı kullanımının avantajlarını 1928 yılında tanımlamıştır. O yıllarda William T. Bovie tarafından dizayn edilen bir ünite ile yüksek frekanslı akım üretilmiş ve Bovie ismi, ameliyathanelerdeki elektrocerrahi üniteleri için konuşma dilinde kullanılan bir terim haline gelmiştir. Bu ilk üniteler fulgurasyon için kullanışlıdır (yoğun yüzeysel karbonizasyon ve doku büzüşmesi ile oluşan fulgurasyonda, kanamaya karşı koagülümünden fiziki bir bariyer oluşur). Bu tür üniteler artık ameliyathanelerde kullanılmamaktadır, ancak halen satılmakta ve doktor muayenehanelerinde olduğu gibi çeşitli minör koagülasyon işlemlerinde kullanılmaktadır.

Modern elektrokoagülasyon jeneratörleri 50 Hz'lik şehir şebekesindeki elektriği 300.000-4.000.000 Hz'e (HF=High frequency) çevirebilir. Bu yüksek frekanslı elektrik enerjisinin insan vücudunda çeşitli etkileri vardır.

Anahtar kelimeler: Videoendoskopi, elektrocerrahi

Cerrahide elektrik akımını doğru kullanabilmek ve istenmeyen etkilerinden sakınabilmek için önce elektrik enerjisini tanımak gerekmektedir. Bu nedenle, bu yazıda öncelikle elektrik akımının canlı dokudaki etkileri özetlenmiştir.

INTRODUCTION

Video endoscopy and electrosurgery

Electric current is the most wide spread energy source in videoscopic surgery. As the work takes place in a closed cavity during laparoscopy, it's needed to give more attention for using electric energy. That's because the obligation to work with many instruments in a closed cavity and the formation of side effects in invisible areas surely may increase the complication risk. An electric current shows its effect by the electron groups that flow on a conducting body. Harvey Cushing, an American neurosurgeon described the advantages of electric current in the control of hemostasis in 1928. In these years high frequency current is used by the unit designed by William I. Bovie, and the name Bovie became the term being used in electrosurgery units of operation rooms, since then. These first units are very appropriate for fulguration. (A physics barrier is formed by coagulum towards the bleeding that appears by fulguration in tissue shrinking and dense superficial carbonization). These type of units aren't used in the operation rooms to day, but still being in the marked they're also used for minor coagulation procedures in doctor offices. Modern electrocoagulation generations transfer the 50 Hz electrics to 300.000-4000.000 Hz. This high frequency electric energy has many effects in human body. In this writing these effects are summarized and electro surgery principles ini video endoscopic surgery are outlined.

Key words: Videoendoscopy, electrosurgery

Elektrik akımının etkileri akım çeşidine (dalga formuna göre), akım devresinin izolasyon sistemi (topraklama) tipine, akımın uygulandığı elektrodun şekline, kullanılan uygulama tekniğine (monopoler, bipoler) ve akımın uygulandığı zamana göre değişmektedir.

(*) İ.Ü. Odiyo-Vizüel Araştırma ve Uygulama Merkezi (OD-VİM), Op. Dr. İst. Tıp Fakültesi Cerrahi Monoblok, Çapa

ELEKTRİK AKIMININ ETKİLERİ

- I- Elektrolitik etki ile hücre yıkımı oluşur,
- II- Faradik etki ile sinir ve kas hücresi stimülasyonu görülür.
- III- Termal etki çeşitli şekillerde ortaya çıkar
 - Koagülasyon
 - Desikkasyon (evaporasyon)
 - Fulgurasyon
 - Aktif koterizasyon
 - Vaporizasyon (section)

Termal etki ile elektrik akımındaki elektronların enerjisi dokuda dirence karşı ısı şeklinde absorbe edilir. Bu nedenle oluşan ısıda hem dokunun direnç düzeyi, hem de elektronların enerji düzeyi rol oynar. Enerjisini dokuda ısı şeklinde bırakan elektronlar ise toprağa geri dönmelidir. Dokuda açığa çıkan ısı derecesine göre değişik etkiler görülür.

* 40-45 derecede;

Regenerasyon stimülasyonu ve kaliteli skat-rizasyona zemin oluşturacak etkiler görülür.

* 55-100 derecede;

Koagülasyon: Dokudaki proteinler ısı etkisi ile denatüre olur.

Desikkasyon: Dokuda ısınma devam ettikçe hücre suyu evopere olur. Suyunu buharlaşma ile kaybeden hücre kurur. Desikkasyonla doku suyu kaybolurken direnci artar, akım yavaşça düşer. Doku tamamen desikke olduğunda hücrelerde iletken elektrolitik solüsyon kalmaz, akım durur, ampermetre sıfıra gelir.

Fulgurasyon: Geniş bir elektrod yüzeyi ile doku arasında sıçrayan ark şeklindeki kıvılcımların yakıcı etkisi sonucu çok az bir doku kaybı ile yüzeyel koagülasyon mümkün olur. Şayet fulgurasyona devam edilirse daha derin dokular da nekroz yapar ve siyah, sert bir eskar bırakır.

Aktif koterizasyon: Dokuda elektrik akımı yoktur. Isıtılmış probun dokuya ısı vermesi sonucu direkt yanık oluşur (koterizasyon terimi yanlış olarak, koagülasyonu tanımlamada da kullanılmaktadır).

* 100 derecede;

Doku suyunun ani buharlaşması (vaporizasyon) ile hücre parçalanması sonucu kesme (section) mümkün olur. Bu hücre patlamaları ile kesme işlemi ilerler.

ELEKTRİK AKIMINDA DALGA FORMUNA GÖRE AKIM ÇEŞİTLERİ

- I- Devamlı (non-module) akım, kesme akımı
- II- Aralıklı (module) akım, koagülasyon akımı
- III- Kombine (blend) akım, karışık akım

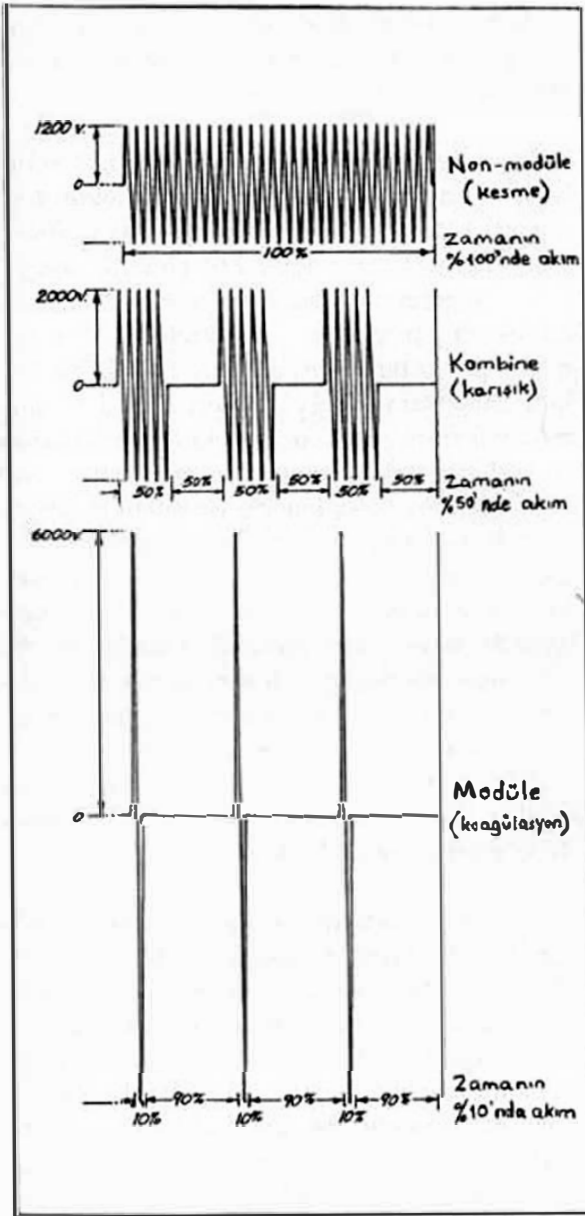
Yüksek frekanslı (HF=High frequency) elektrik enerjisini kesme amacıyla devamlı dalga formunda, koagülasyon amacıyla aralıklı dalga formunda ve hem kesme hem de koagülasyon amacıyla karışık dalga formunda kullanılır (Şekil 1).

I- Kesme akımı (non-module akım=devamlı dalga formunda akım)

İğne ucu şeklindeki elektrod kullanımında olduğu gibi ufak bir temas alanından HF uygulandığında dokuda yoğun ısı oluşur. Bu ani ısı artışı sonucunda hücreler vaporize olur ve parçalanır. Böylece insizyonun kesi hattı oluşur. Nisbeten geniş ölçüde doku kesiminin gerektiği açık cerrahide 1200 voltluk kesici akım kullanılır. Fuziform şeklindeki dokuların sek-siyonu sırasında ince bölümlerde koagülasyon meydana gelebilir. Böyle vakalarda bipoler teknik daha güvenlidir.

II- Koagülasyon akımı (module akım=aralıklı dalga formunda akım)

Elektrik dalgaları, dokudan enerji geçmeyen intervalleri olan demetlere bölünmüştür. Elektrik demetleri ile açığa çıkan ısı, sistem kapalı iken dokuda kondüksiyon ile yayılır ve ısıyı artırarak koagülasyon yapar. Ancak bu ısı vaporizasyon yapamaz, hücre parçalanmaz. Doku ısının göreceli artması sonucu hücre sıvısı evaporasyonu ile desikkasyon ve buna ilaveten protein denatürasyonu sonucu doku büzülmesi ile koagülasyon oluşur. Böylece yaklaşık 2 mm'ye kadar olan damarlarda lümenin bü-



Şekil 1. Elektro cerrahide kullanılan akım çeşitleri.

züşmesi ile hemostaz oluşur. Hücre suyunun buharlaşması ile başlayan direnç artışı akım geçişi kesilene kadar devam eder. Yüksek voltaj ile evaporasyonu takiben dokuda artan direnç sonucu sistemin farklı noktalarından kaçak olabilir. Koagülasyon süresinin % 10'u kadar bir sürede akımı ileten sistem, desikkasyon ile koagülasyon için idealdir.

Koagülasyon akımları maksimum 5000 volt'luk modüle dalgalarıdır. Daha yüksek voltajlar ısı'nın derin dokulara penetrasyonuna neden olur

ve daha çok doku hacmi koagüle olur. Daha geniş bir yüzeye etkili olan, bistüri kenarı, küçük forceps ya da küçük topuz uçlu elektrodlar kullanılarak yapılan koagülasyonu 500 voltun altında devamlı dalga formundaki bir akım ile gerçekleştirmek mümkündür.

Elektrod doku ile tam bir temas halinde olmalıdır. Kontak yüzeyinin geniş olması ve enerjinin her hücreye bölünerek geçmesi nedeniyle hücre başına düşen enerji azdır. Akım verilmeye devam edildiğinde derinlemesine radial yayılır ve koagüle olan doku hafif esmerimsi bir renk alır. Biopoler koagülasyon için kullanılan akım da düşük voltajlı ve devamlı dalga formundadır.

III- Blend Modus (Kombine akım=Karışık dalga formunda akım)

Hem kesme hemde koagülasyon akımı senkronize olarak dokuya geçer. Adele gibi vasküler dokuları kesmede zamanın % 50'sinde akım ileten bu sistem kullanılır. Kombine akımda maksimum voltaj 2000 voltur.

ELEKTİRİK DEVRESİNDE TOPRAKLAMA SİSTEMLERİ

I- Yerden izole edilmemiş devre (plaklı devre)

- Tek kablolu plak
- Çift kablolu plak
- Monitörize edilmiş plak (REM=Return Electrode Monitoring)

II- İzole devre

Bir akımın fonksiyone edebilmesi için elektrik devresinin mutlaka kapalı olması gerekir. Bütün elektronlar üretildikleri yere geri dönmek için topraktan geçmelidirler. Bunun için değişik topraklama sistemleri mevcuttur. Bir elektrik devresindeki topraklama sisteminin tipi hasta güvenliği açısından önemlidir.

I-Yerden İzole Edilmemiş Devre

Akım aktif bir elektrot ile hastaya ulaşır. Elektrotlar hastanın dokuları üzerinden plak aracılığı ile toprağa döner (Metal bir konnektör aracılığı ile operasyon odasından toprağa ulaş-

tırılır). Hastanın yerle olan herhangi bir teması sonucu devre yön değiştirebilir (kısa devre) ve yanık riski söz konusudur. Hasta ameliyat masasında izole edilmelidir. Yani hastanın toprakla iştiraklı metal kısımlarla teması olmamalıdır. Nötral elektrod, iletken yüzü hastanın cildi ile ameliyat sırasında temasta kalacak şekilde yerleştirilir. Cilt kıltsız, yağsız olmalı ve plak ameliyat sahasına mümkün olduğu kadar yakın yerleştirilmelidir.

- **Tek Kablolü Plak:** Hasta plak temasının devamlılığı izlenmelidir.

- **Çift Kablolü Plak:** Bu sistem, plak kablosunda kesinti olunca alarm verir ve yüksek frekanslı akımı durdurur.

- **Monitörize Edilmiş Plak (REM=Return Electrode Monitoring):** Plakla hasta arasındaki kontak direnci ölçülerek monitörize edilir. Her an için kontakın doğru olup olmadığı izlenebilir. Belirli değerlerin dışında sistem çalışmaz ve yüksek frekanslı akımın belirli yerde yoğunlaşmasından kaynaklanan plak yanıklarından korunulmuş olur.

II-İzole Devreli Elektrik Akımı

Akım bir dönüş plağı aracılığı ile hastaya ulaşır. Bu plağın toprakla bağlantısı yoktur, ancak elektronlar jeneratörün izole devresinden geçerler. Böylece hastaya giden akım, toprakla bağlantısı olmayan ancak elektronları izole sistem jeneratörüne ileten bir plak aracılığı ile jeneratöre geri döner. Hasta jeneratörden gelen izole akım devresinin bir parçasıdır. Bu sistemde eğer dönüş elektrodu devreye uygun bağlı değilse akım kesilir. Halbuki klasik topraklama sisteminde, hasta vücuduna temas eden herhangi bir metal (EKG elektrodu vb.) yoluyla elektronlar geçebilir.

ELEKTROD MODELİ ve UYGULAMA TEKNİKLERİ

İnsan vücuduna elektrik enerjisini ileten pensler fonksiyonel açıdan iki türlü dizayn edilmişlerdir. Monopoler ve bipoler. Genellikle bu

penslerin ikisinde hazır bulundurulur ve aynı hastada yerine göre simültane kullanılarak birbirlerini tamamlar.

I-Monopoler Teknik: Bu sistemde aktif elektrodla hasta vücuduna uygulanan elektrik akımı toprağa yada jeneratöre dönüş plağı ile geri döner. Jeneratörün 1200 voltluk HF elektrik enerjisi üretmesi gerekir. Bu sistemde hasta vücudunun büyük bir parçası devre dahilindedir. Ve elektronlar çok az bir direnç ile karşılaşarak (batında ince barsaklara komşu) ilerler, kaza ile yanık riski yüksektir. Monopoler tekniği iyi kullanan cerrahların açıklayamadıkları ince barsak yaralanmalarına rastlamaları, alternatif mekanik ve elektrik tekniklerin aranmasına yol açmıştır. Elektronlar monopoler bir pensten geçerken etraflarında elektromagnetik bir alan oluştururlar. Böylece etraflarındaki sahada, durgun yüklenme (statik şarj) sonucu elektrik akımı yaratırlar. Laparoskopide kullanılan pensler etraflarındaki metal tüplerden tamamen izoledirler. Monopoler sistemdeki bu statik elektrik enerjisi kapasitör gibi elektrik akımını depolayan metal tüplerde birikir.

Hook=Kroşe denilen ve videoskopik cerrahi için dizayn edilmiş monopoler elektrodların 30-45 cm uzunluğunda izole edilmiş gövdeleri ve çeşitli şekillerde olabilen bir uçları (L,J gibi) vardır. Doku diseksiyonu ve kesilmesi amacıyla kullanılırken, komşu dokuların elektrik akımından etkilenmesini en aza indirmeye yönelik çekme işlevi bu özel uç sayesinde mümkün olabilmektedir. Ayrıca, elektrik akımı kullanmaksızın künt diseksiyon yapmak amacıyla da hook kullanılabilir. Yanlış kullanıldığında şüphesiz tehlikeli bir enstrüman olabilir ve ciddi lezyonlara yol açabilir. Bu enstrüman ucuna kadar muntazam izole edilmiş olmalıdır ve izolasyonu muntazam aralıklarla kontrol edilmelidir (Şekil 2).

II-Bipoler Teknik: minyatürize edilmiş bir izole devredir. Burada pensin bir ucu akım kaynağına bağlı aktif elektrodun diğer ucu dönüş plağının görevini yapar. Yüksek frekanstaki alterna akımda, iki ucda eşdeğer fonksiyon ve dizayn mevcuttur. Sadece elektrodlar arasında

RICHARD-ALLAN

Exclusive fast-acting safety shield

The safety shield deploys from within the pyramidal cutting tip, activating the shield as soon as the tip passes through the tissue. The proximal ends of the pyramidal edges are rounded to dilate rather than cut. The result is a smaller wound so the cannula fits tightly, reducing the need for a site stability device.



Snap-on converter system with easy-to-use red button lock and release for one handed operation.

Desufflation valve

Insufflation valve

Safety shield indicator

Guided instrument path
Instruments can be inserted from any angle and fed easily into the cannula

Radiolucent cannula

Site stability device
Locks into place with a simple lever, eliminating the need to thread a cumbersome two-piece system.

BİLAR

TIBBİ ALETLER İTHALAT VE PAZARLAMA LTD.ŞTİ.

Validebağ Sitesi, Kalfa Çeşme Sokak, 3. Blok, Daire 2 Koşuyolu / İSTANBUL
Telefon : (0.216) 339 52 53 - 340 42 91

RICHARD-ALLAN

Internal clip grooving
insures applied clip stability

One handed
360° rotation

20 ML titanium clips

Direct-drive feed system that
allows clip application and
reloading in one operation

Ergonomically
efficient

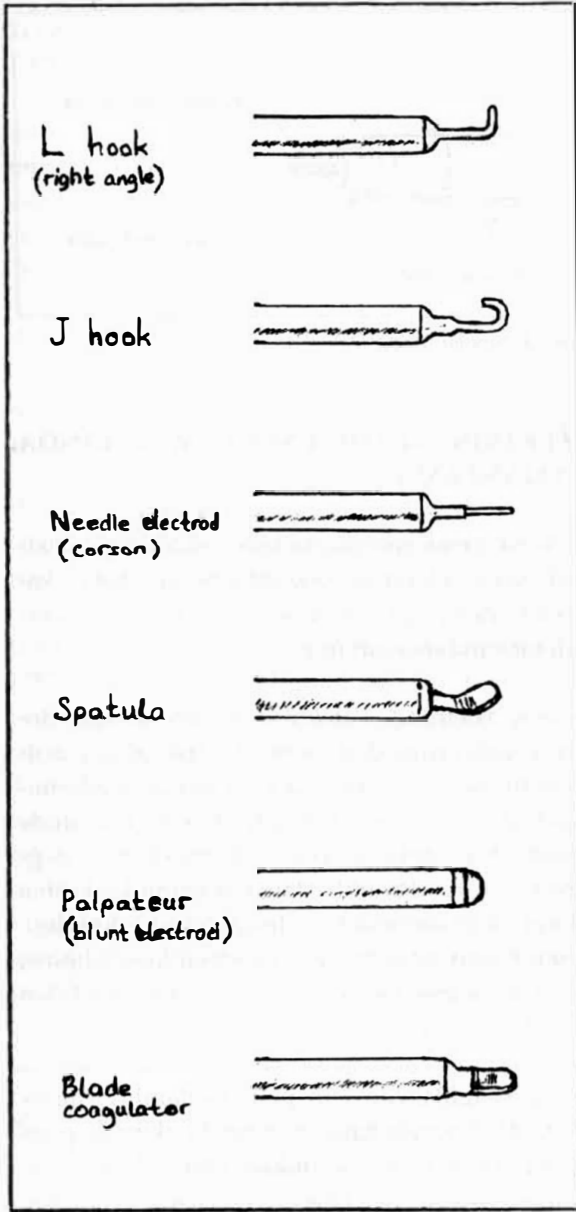
Jaws that do not compress during
insertion through the cannula

BİLAR

TIBBİ ALETLER İTHALAT VE PAZARLAMA LTD.ŞTİ.

Validebağ Sitesi, Kalfa Çeşme Sokak, 3. Blok, Daire 2 Koşuyolu / İSTANBUL

Telefon : (0.216) 339 52 53 - 340 42 91



Şekil 2. Monopoler elektrod çeşitleri.

(bipoler pensin iki ucu arasında) hasar oluşur. Ayrı bir dönüş plağı olmadığı için vücutta istenmeyen hasar riski yoktur. Bu sistem sadece 120 volt'luk bir jeneratör gerektirir ve hasta devrenin bir parçası değildir. Sadece elektrodlar arasındaki dokudan elektrik akımı geçer. İki uc dokuyu koagüle ettiğinde ikiside aynı nokta ile temas halindedir ve bu direnci artmış olan dokudan akım yayılmaz ve düşük dirençli metal uçları tercih eden elektronlar jeneratöre geri döner. Bu biofizik nedenlerden ötürü bipolar sistemler ile intraabdominal yanık ka-

zalarında büyük bir düşüş vardır. Bipoler sistemde hem edvamlı (kesme), hem de alterne (koagülasyon) akım kullanılabilir. Ancak tercih edilen düşük voltajlı devamlı dalga formudur. Bu akım türü ile daha uniform bir desikkasyon süreci mümkündür. Yüzey empedansı (rezistans + kapasitans + indüktans) aşırı olmadan elektronlar maksimum voltajda hiçbir değişikliğe uğramaksızın desike olan dokunun merkezine ulaşırlar.

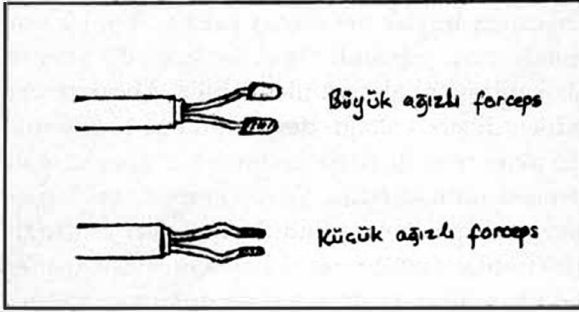
Bipolar sistemde yüksek voltajlı alterne akım kullanıldığında dokunun genellikle dış seviyeleri etkilenir. Bu seviyeler tabanla direkt temasta olup, yüzeysel bir direnç karşısında hızla desike olurlar. Bu direnç elektronların daha derine penetre olmasını önleyici olabilir. Sonuçta tam olmayan desikkasyon gerçekleşir. Bu nedenle bipolar pens kullanılırken devamlı dalga formunda elektrik akımı tercih edilmelidir. Bipolar penslerde iki yönde gidip-gelen elektrik akımları birbirlerinin elektromagnetik alanlarını nötrleştirir, böylece etraflarındaki metallerde statik şarj oluşmaz (Şekil 3 ve 4).

ELEKTROD ŞEKİLLERİ ve ELEKTRON YOĞUNLUĞU

Elektrik akımından elde edilen ısı, direkt olarak dokudan geçen elektron yoğunluğu ile ilgilidir. Bu yoğunluk da direkt olarak elektrodun metal temas alanı ile ters orantılıdır.

Yanık olmaksızın ısı elde etmek amacıyla diatermi akımı vücuttan geçirilirken, iki geniş metal plak çıplak omuz yada başka bir vücut bölgesine yerleştirilir. Eğer bu plaklardan herhangi birinden geçen tel deriye temas ederse, bu küçük alandan aynı sayıda elektron akar, elektron yoğunluğu deride yanma noktasına kadar ısınmaya yolaçar.

Monopoler küçük bir ucla dokuya temas eden elektrod, elektronları yoğun olarak aktarır ve bu elektronlar aktarıldıkları dokuyu yeteri kadar ısıtmadan komşu dokulara yayılırlar. Bipolar çift uçla dokuya temas eden elektrodlar ise, bu iki uc arasındaki dokuyu ısıtarak koagülasyon ve desikkasyon yapar.



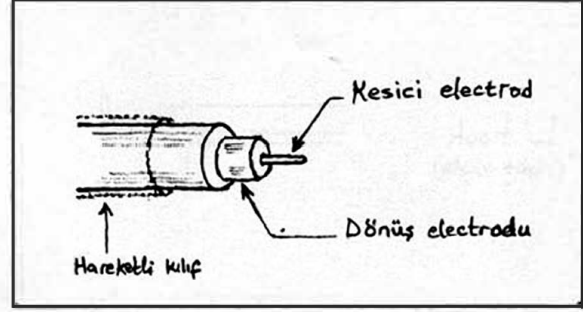
Şekil 3. Bipoler forcepsler.

Hemoraji kontrolünde koagülasyon kullanılırken koagülasyonun hızı direkt olarak pens ile tutulan doku kitlesine bağlıdır. Düşük enerjili ve düşük yoğunluktaki elektronlar daha geniş bir alana pens ile yayılırken bu düşük enerji koagülat birikimine neden olur. Eğer temas alanı geniş ise koagülasyon yada hemostaz oluşmaz. Çünkü elektronlar çok geniş bir alana yayıldıkları için yeterli ısı oluşmaz. Eğer elektrod bir noktadan uygulanır ise (elektrokoagülasyon makası ya da mikro cerrahide ki ince iğne ile olduğu gibi) bir kıvılcım aracılığı ile temasa giren hücrelerdeki enerji ve elektron konsantrasyonu bu hücrelerin buharlaşmasına neden olur.

Temas noktası iletkenlik açısından nedenli iyi ise güç o denli yüksek yoğunluktadır. böylece komşu dokularda daha az termal harabiyet ile cerrah daha az enerji kullanarak disseksiyonu gerçekleştirir. Mikro cerrahi elektro disseksiyonunda bu prensipler özellikle önemlidir.

Çok basit bir güvenlik ölçüsü, koagülasyon etkisi koterin ayarına göre beklenen ölçüde gerçekleşmez ise işleme devam edilmemeli, tüm bağlantılar ve yalıtım sistemleri kontrol edilmelidir. Eğer cerrah jeneratörün ayarından şüpheli ise, karaciğer kapsülünü yada falsiform ligamanı kullanarak akım gücünü kontrol edebilir.

Ayrıca, pace-maker taşıyan hasta ek önlem ve kontrolleri gerektirir. Modern pace-maker'ların fonksiyonları ameliyat boyunca monitörize edilerek izlenebilmektedir.



Şekil 4. Bipoler needle elektrode.

ELEKTRİK AKIMI UYGULAMALARINDA ZAMANLAMA

Elektrik akımı uygulamadaki zamanlama elektrod şekli, elektron yoğunluğu ve doku karakteristikleri göz önünde bulundurularak cerrah tarafından ayarlanır.

Kesme işleminde, elektrod kesim işi için dokuya değiştirilmeden önce elektrik akımı açılmalıdır. Böylece elektrod ve doku arasında minimum temas alanı sağlanır. Kesme işleminde elektrodun yanından çok uc kısmı dokuya değiştirilmeli ve devamlı dalga formunda kesme akımı kullanılmalıdır. İnsizyonun derinliği, doku hasarı ve hemostaz, elektrod keskinliğine, elektrik akıma ve kesilecek dokuya yöneltilen elektrodun hızına bağlıdır.

Oysa koagülasyon için pens kullanılır. Düşük voltajda devamlı dalga formunda akım ile pens uçları arasında damar oklüze edilerek mekanik hemostaz sağlanır. Doku hassasca tutulmadan önce akım verilir ise, hemostaz olmaksızın yüzeyde yanma ile harabiyete yolaçar. Bu nedenle tutma işleminden sonra akım açılmalıdır. Bu temel fizik prensiplerinin ötesinde elektro cerrahi aletlerinin kullanımı bir sanattır. Dokunun karbonizasyonu, elektroda doku yapışması, duman çıkması, akım kaçacağı gibi istenmeyen yan etkilerden korunmak için akım gücünü iyi ayarlamak ve yukarıdaki prensipler çerçevesinde çalışmak önemlidir.

ELEKTRO CERRAHİDE TEMEL TANIMLAMALAR

Alternatif akım: Bir noktadan diğerine maksimum voltaj ile sıfır noktası arasında iki zıt yönde (+ ile -) gidip gelen elektrik akımıdır. Şehir cerrahı 1 sn. de 50 kere iki zıt yönde gidip gelir, dolayısıyla frekansı 50 Hertz'dir.

Amper (A): (Andre-Marie Ampere, Fransız fizikçi, 1775-1886) saniyede 1 ohm'lık dirence karşı uygulanan 1 volt'luk elektriği ürettiği akım miktarıdır.

Volt (V): (Count Alessandra Volta, İtalyan fizikçi, 1740-1827) 1 ohm'lık dirence karşı bir amperlik akım üretebilen elektromotiv güçtür.

Ohm (Ω): (Georg Simon Ohm, Alman fizikçi, 1787-1854) 1 amper'lik akım üreten 1 volt'luk potansiyel farkın rezistansına eşit elektrik direncidir. Elektro cerrahide bu direnci oluşturan dokulardır. İnsan vücudunun direnci dokuların yapısına göre 100-1000 Ω arasında değişir. Örneğin salpenkslerin direnci 400-500 Ω civarındadır ve 25-50 watt'lık bir jeneratörün akımı ile koagülasyon için kolayca ısıtılabilir. Ancak su içinde prostatı kesmek için 300 watt'ın üzerinde gücü olan bir jeneratöre ihtiyaç vardır.

Watt (W): (James Watt, İskoç mühendis, 1736-1819) 1 volt'luk elektrik enerjisinin 1 amperlik akım üretmesi ile açığa çıkan elektrik gücüdür ($W=VXA$).

Joule (J): (James P. Joule, İngiliz fizikçi, 1818-1889) Belli sürede yapılan iş joule ile ölçülür ($J=WXT$).

Hertz (Hz): (Heinrich Rudolf Hertz, Alman fizikçi, 1857-1894) Saniyedeki dalga sayısı hertz ile ifade edilir. 1Hz= 1 cycle/sec. Amerika'da 60 Hz, Avrupa ve Türkiye'de 50 Hz. frekansta alternatif akımlı elektrik enerjisi kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Hausner K. Electrosurgery-macro vs micro. In Laser v. Electrosurgery: Practical considerations for gynecology. Addison IL, Elmed Inc., 1989; 7-9.
2. Odell RC. Principles of electrosurgery. In Sivak MV Jr (ed): Gastro enterologic endoscopy. New York, Praeger, 1987; 128-142.
3. Rioux JE and Yuzpe AA. Electrosurgery untangled. Contemps Obstet/Gynecol 1974; 4(3):118-124.
4. Rioux JE and Yuzpe AA. Know they generator. Contemps Obstet/Gynecol 1975; 6(4):52-77.
5. Semm K. Atlas of gynecologic laparoscopy and hysteroscopy. Philadelphia, WB Saunders, 1977.

-
- ✓ Yıllık üyelik ücretini yatıran dernek üyelerine ücretsiz dergi gönderilmesine 1995 yılında da devam edilecektir.
 - ✓ 1995 yılı dernek üyelik ücretimizi (250.000.- TL) bu sayıdaki form ile kredi kartınızla ya da dernek banka hesabına havale yaparak ödeyebilirsiniz.
 - ✓ 1995 yılında dergimiz yepyeni bir dizayn ve içerik ile sizlere ulaşacaktır. Sizlerden gelen istekler doğrultusunda en iyiyi verebilmek temel amacımızdır.
 - ✓ Dergimiz hakkındaki görüş ve önerileriniz gelecek sayılarda okuyucu köşesinde yayınlanacaktır.
 - ✓ Değerli katkılarınızı bekler, kurban bayramınızı en iyi dileklerimizle kutlarız.
-