

## Derleme

# Ultrasonik Cerrahi Aspiratör

## Ultrasonic Surgical Aspirator

Abdurrahman AYGAN, Fetullah KUYUMCU, Mehmet Edip AKYOL

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Van, Türkiye

## ÖZ

Cavitron Ultrasonik Cerrahi Aspiratör (CUSA), günümüzde nöroşirüri, hepatobilier cerrahi, jinekoloji, üroloji ve gastrointestinal sistem cerrahileri pratiğinde sıklıkla kullanılmaktadır. Teknolojideki gelişmelere paralel olarak değişik özellikleri içeren birçok modifikasyonu üretilmiştir. Ultrasonik cerrahi aspiratörün en önemli fonksiyonları; tümör dokusunun hassas bir şekilde çıkarılmasını sağlaması ve etrafındaki hayati dokuların ve damarların hasarlanmasını önlemesidir. Bu özelliği sayesinde hastada intraoperatif kanama ve perioperatif mortalite-morbidite oranlarının azaltılmasında çok önemli bir yere sahiptir. Ultrasonik cerrahi aspiratörü kullanımı konusunda bildirilen ciddi bir kontrendikasyon yoktur. Genellikle yüksek maliyet ve cihaz kullanma konusunda tecrübeli personelin varlığı konusunda sınırlamalar vardır. Bu derlemede; ultrasonik cerrahi aspiratörün genel özellikleri ve kullanım amaçları detaylandırılmıştır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Cusa, Nöroşirüri, Güvenli cerrahi

## ABSTRACT

The Cavitron Ultrasonic Surgical Aspirator (CUSA) is nowadays widely used in neurosurgery, hepatobiliary surgery, gynecology, urology and gastrointestinal surgery practice. In parallel with the developments in technology, many modifications have been produced. The most important function of the ultrasonic surgical aspirator is to ensure precise removal of tumor tissue and to prevent any damage to the vital tissues and vessels around it. This feature has an important role in reducing intraoperative bleeding and the perioperative mortality-morbidity rates. There is no serious contraindication for the use of the ultrasonic surgical aspirator. There are often limitations due to the high cost and the availability of personnel experienced in using the device. Here, we aimed to describe the ultrasonic surgical aspirator device.

**KEYWORDS:** Cusa, Neurosurgery, Safe surgery

## ■ GİRİŞ

Cavitron Ultrasonik Cerrahi Aspiratör (CUSA), nöroşirüri, hepatobilier cerrahi, jinekoloji, üroloji ve gastrointestinal sistem cerrahilerinde kullanılan, teknolojinin gelişmesi ile ortaya çıkan yenilikçi bir cihazdır (5,7,17). Tümör dokusunu cerrahın hassas bir şekilde çıkarmasını sağlarken, etrafındaki hayati dokuların ve damarların hasarlanmasını önleyerek, hastada intraoperatif kanama ve perioperatif mortalite-morbidite oranlarının azaltılmasında çok önemli bir yere sahip olmaktadır (2).

Beynin kompleks anatomik yapılarla sahip oluşu (özellikle kafa tabanı ve transbazal cerrahi uygulama alanları), tümör ile komşu arterler ve sinirlerin yakın ilişkileri, beyin dokusu ile patolojik doku arasında makroskopik ayırımın bazı vakalarda zor oluşu vb. birçok özelliğinin olması farklı cerrahi aletlerin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu teknik özellikleri yüksek aletler; cerrahi drill sistemleri, ultrasonik aspiratör, mono-bipolar koter, laser sistemleri, nöronavigasyon olarak sıralanabilir (12). CUSA, bu cerrahi sırasında kullanılması gereken aletlerden birisidir. Patolojik doku ile normal doku ayırımını yaparak, damarsal yapıları ve sinirleri koruyarak güvenli ve etkili cer-



**Yazışma adresi:** Abdurrahman AYGAN  
**E-posta:** abdurrahmanaycan07@gmail.com

rahiye olanak sağlar (18). Aynı zamanda maksimum tümör dokusu rezeksiyonuna da sebep olur. Bu derlemede ultrasonik cerrahi aspiratörün genel özellikleri ve kullanım amaçlarının irdelenmesi amaçlanmıştır.

## ■ TARİHÇE

Yüksek hızlı mekanik dalgaların kavitasyon etkisi yaratmak için su gibi elastik olmayan ortamlarda kullanılabilirliği keşfedildi. Eğer bu prensip sudan zengin dokularda uygulanırsa, kan damarı ve sinirler gibi kollajenden zengin su oranı düşük yapılar hariç, tüm dokuyu destrükte edebilir. Bu prensipten hareketle tıp alanında ultrasonik aspiratör ilk olarak 1946 yılında dental plağın çıkartılmasında kullanıldı. Kullanımı ve gelişmesi 1967 yılında göz cerrahisi alanında arttı (11). Sonraki yıllarda sterilizasyon, solüsyonların homojenizasyonu için biyokimya ve tıp alanında yaygın olarak kullanılmaya devam edildi (10). Nöroşirürjide kullanımı ise ilk olarak 1978'de raporlandı. Bu raporda, meningioma, schwannoma ve glioma gibi intra-ekstraaksial tümörlerin çıkartılmasında kullanıldığı bildirildi (5). Orijinalinden farklı olarak, zaman içinde değişik emiş ve küçük el aletlerini içeren birçok modifikasyonu yapıldı (9,15).

## ■ CUSA'NIN FİZİK ÖZELLİKLERİ

Ultrasonik aspiratör sistemi; bir konsol ünitesi, el ile tutulabilme özelliği olan bir prob ve mikrocerrahi uygulamalar için tasarlanmış çeşitli tek kullanımlık cerrahi uçlardan oluşur.

Konsol ünitesi; kontrol paneli, ayak şalteri, elektrik kabloları ve emme aparatı için depolama görevi gören elektrocerrahi ünitesini içerir.

Prob; cerrah tarafından kalem tutar gibi kullanılan kısımdır. Prob kısmının içinde sulama, aspirasyon, kesme ve koagülasyon özellikleri bulunur. Tek bir elde tutulan cihazda, belirtilen tüm bu fonksiyonların toplanması, cerrahinin süresinin kısılmasına ve kolay bir cerrahi olmasına olanak tanır. Ayrıca, temiz bir cerrahi alanın yanında, hastanın morbidite ve mortalitesinin azalmasına katkı sağlar (12). Ek olarak el ile tutulan kısım ağır olmayıp, anahtar deliği cerrahi alanlarında bile cerrahin görüşünü rahatsız etmeyecek şekilde dizayn edilmiştir.

Prob 3 kısımdan oluşur (Şekil:1,2,3):

Transüder: Bağlantı gövdesi ve cerrahi başlıktan oluşur. Bir dizi nikel alaşımından oluşan transüder, elektromanyetik enerjiyi mekanik titreşimlere dönüştürme özelliğine sahiptir. Ayrıca probda bulunan piezoelektrik dönüştürücü, ultrasonik dalgaları üretmek ve tespit etmek için kullanılır.

Bağlantı gövdesi: Transdüserin hareketlerini mekanik uca mekanik olarak aktarır. Ayrıca dönüştürücünün titreşim hareketini de artırır.

Cerrahi Uç: Hareketin amplifikasyonunu tamamlar ve aynı zamanda dokuyla temas eden kısımdır.

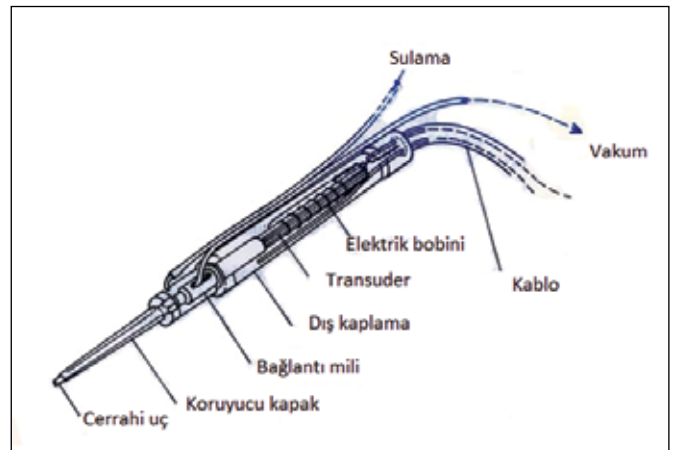
Cerrahi sırasında, aletin irrigasyon özelliği ile parçalanmış dokunun emilmesi CUSA aletinin en önemli özelliklerinden biridir. Aspirasyon gücü CUSA aletinden çıkar. Cerrahi sırasında bu özelliğinin mümkün oldukça fazla olması, cihazın etkinliği açısından son derece önemlidir (3).



Şekil 1: Prob Ünitesi : Cerrah tarafından kalem tutar gibi kullanılan kısımdır.



Şekil 2: Prob ve bağlantı kablosu



Şekil 3: Prob kısmının içinde sulama, aspirasyon, kesme ve koagülasyon özellikleri bulunur.

## ■ ÇALIŞMA PRENSİBİ

Parankim, tümörler ve sıvı içeriği fazla olan dokular zayıf bağlar içerir. CUSA, bu dokuları etkili bir şekilde parçalama özelliğine sahiptir. Sinirler, tendonlar, kapsüller ve kan damarları kuvvetli bağlara sahip oldukları için CUSA ile parçalanma özellikleri sınırlıdır (10). Dolayısıyla, tümör cerrahisinde CUSA kullanımı ile normal kan damarlarına ve parankimal dokulara zarar vermeden, patolojik dokuların aspirasyonu sonucu daha etkin tümör rezeksiyonu sağlanmış olur.

Parçalanma miktarı aynı zamanda aspiratör ucunun yüksek veya düşük ampitüd hızına da bağlıdır. Yüksek ampitüdü kullanımda, daha hızlı ve daha fazla parçalanma meydana gelir. Tersine düşük hızlı kullanımda ise daha az ve daha yavaş doku parçalanması sağlanmaktadır (2).

CUSA konsolu, el ile kullanılan alete alternatif akım sağlar. Akım, manyetik alan oluşturan bir ara bölmeden geçtikten sonra dönüştürücüyü uyarır. Bunun sonucunda titreşimler meydana gelir. Dönüştürücü, bir metal bağlantı gövdesi boyunca titreşimleri cerrahi uca iletir. Titreşimli uç dokuya temas ettiğinde, dokuları parçalara ayırır (parçalanma). CUSA sistemi, frekanslara bağlı olarak farklı manyetostriktif başlıkları desteklemektedir ve her biri birden fazla uç tasarımını uygun olarak tasarlanmıştır. Titreşim yapan aletin uçları farklı kHz (24 veya 35kHz) hızlarında olabilir (16). Yirmi dört kHz frekansına sahip uç, daha hızlı doku temizleme ve daha yüksek güç gerektiren cerrahilerde kullanıma göre tasarlanmıştır. Otuz beş kHz frekanslı uç ise, daha hassas ve daha az güç gerektiren cerrahi prosedürlerde kullanılmaktadır. Hedeflenen dokunun kıvamına, konumuna ve derinliğine bağlı olarak farklı uçların kullanılabilirliği, el cihazının dokuya göre spesifikleşmesini sağlar. Yüksek frekanslı titreşim, aleti kullanırken haliyle ısı yayacaktır. Bunun sebep olacağı olumsuz etkileri gidermek için, kapalı devre döngüden oluşan soğutma sistemi vardır. Su sistemi ile parçalanmış dokuları emen sistem birbirinden bağımsızdır (2).

CUSA, parçalanmış dokunun ve sulama sıvısının çıkarılması için kendi kendine yeten bir emme özelliğine sahiptir. Bu sayede parçalanmış doku ve sulama sıvısı, aspirasyon ile hızlı bir şekilde cerrahi alandan uzaklaştırılarak normal dokulara zarar vermeden işlem tamamlanmış olur.

Sonuçta ultrasonik cerrahi aspiratörün çalışma prensibi; el ünitesinin çalışma frekansı, doku temas yerinde çapraz kesit alanı, ucun inme genliği, doku tipi ve emme seviyesini içeren beş değişkenin etkilerini ve birbirleriyle etkileşimini içerdiği söylenebilir.

## ■ CUSA'NIN KULLANIM ALANLARI

Cerrahi ultrasonik aspiratörler, tıbbın birçok alanında, son yıllardaki teknolojik gelişmelere paralel olarak başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Göz cerrahisinde kullanıma başlanmasının ardından, total parsiyel prostatektomi, veteriner cerrahisi, hepatic kitle rezeksiyonları, intrahepatik şantlar, intrakranial ve spinal kitleler ve diğer yumuşak doku kitlelerinin çıkartılması ameliyatlarında günümüzde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (4,5,7,13,17).

## ■ CUSA'NIN NÖROŞİRÜRJİ PRATIĞİNDE KULLANIM ALANLARI

CUSA, nöroşirürji pratiğinde en çok beyin tümörü hastalarında kullanılsa da, farklı tanıli hastalıklarda da kullanıldığı literatürde belirtilmiştir. Forterre ve ark. yaptıkları prospektif kadavra çalışmasında köpeklerde ultrasonik cerrahi aspiratör destekli disk fenestrasyon tekniğini tanımlanmıştır. Torakal diskektomi, CUSA destekli fenestrasyon ve sınırlı bir annulotomi yoluyla nükleus pulposusun çoğu başarılı bir şekilde çıkarılmıştır. CUSA destekli diskektominin güvenli ve etkili bir fenestrasyon yöntemi olduğu kanıtlanmıştır (6).

Roth ve ark. supratentorial tümörlü çocuklarda yaptıkları çalışmada, kortikospinal traktus haritalaması için CUSA'yı stimülatör probu olarak kullanmışlardır (14). Yine Tang ve ark. tarafından yapılan başka bir çalışmada ise kafa tabanı menenjiom cerrahisinde CUSA kullanılmış, hassas olan bu cihaz sayesinde beyin tümörü rezeksiyonu sırasında önemli beyin damar ve sinirlerinin hasar görme oranlarını belirgin şekilde düşürdüğünü göstermiş ve cerrahi sırasında kullanılmasını tavsiye etmişlerdir (18).

Jallo ve ark; gliom, kavernom ve menenjiomaları içeren intrakranial tümörler ile intramedüller ve intradural ekstrapredüller tümörleri içine alan spinal tümörlerde CUSA kullandıklarını, herhangi bir damarsal ve nöronal yaralanma ile karşılaşmadıklarını bildirmişlerdir (10).

## ■ CUSA'NIN YAN ETKİLERİ VE KISITLILIKLARI

Ultrasonik cerrahi aspirasyonun kullanımı ile; güvenli cerrahi, cerrahi zamanının kısalması, kalitesinin artırılması ve derin yerleşimli seçici ameliyatların daha kolay yapılması amaçlanmıştır. Geçmiş literatürlere bakıldığında herhangi bir kontrendikasyonu bildirilmemiştir. Genellikle yüksek maliyet ve cihaz kullanma konusunda tecrübeli personelin varlığı konusunda sınırlamalar vardır.

Fakat, şiddet ve uygulama süresine bağlı olarak sinir hasarlarının olduğunu bildiren yayınlar da mevcuttur (1). Yapılan bir çalışmada, sıçan siyatığına doğrudan CUSA cihazı uygulanmıştır. Siyatik sinirin fonksiyonel iyileşmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Siyatik sinirdeki kötü iyileşme, en yüksek genliğe ve en uzun süren cihaza maruz kalan hayvan grubunda bildirilmiştir (8). Köseoğlu ve ark. CUSA uygulamasının periferik sinir üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, nöral fonksiyonları korumak için dikkatli bir şekilde kullanılması gerektiğini önermişlerdir. Nöral kılıfı olmayan merkezi sinir sisteminde ise daha dikkatli kullanılması gerekmektedir (12).

CUSA'nın cerrahi sırasında kalem tutar gibi tutulması gerekir. Sulama debisi engellenen cihazın tehlikeleri hakkında birkaç temel noktayı hatırlamak çok önemlidir. İlk olarak, el cihazına uygun şekilde, kalem tutar pozisyonda tutmak gerekir. Sulama debisini kısıtlamaya sebep olacak sıkışmalara karşı dikkatli olmak gerekir. Çünkü, böyle bir durum, sürtünme ile probun ısınması sonucu cerrahin elinin yanması ile sonuçlanacaktır. Ayrıca CUSA'yı dokuya çok hızlı parçalara ayırmayacak şekilde kullanmak iyi bir uygulamadır. Damarlardan zengin karaciğer ve beyin dokusu ameliyatlarında oluşabilecek masif kanamanın önüne geçilmiş olur. Majör kan damarları etrafında çalışırken özellikle dikkatli olunmalıdır (2).

## ■ SONUÇ

CUSA kullanımı; gerek cerrahi süresini kısaltması, gerek güvenli bir cerrahiye neden olması ve gerekse iyi seçilmiş derin yerleşimli olguların daha kolay yapılmasını sağlaması açısından oldukça önemlidir. Normal parankim ve damarsal dokulara zarar vermeden maksimum tümör dokusu rezeksiyonu için çok etkili bir cerrahi cihazdır. Özellikle derin yerleşimli ve kompleks anatomik yapılarıdaki nöroonkoloji olgularında kullanılması önerilmektedir. Bu sayede cerrahi sonrası mortalite ve morbidite oranlarında belirgin olarak düşme sağlanacaktır. Yakın gelecekte endoskopik işlemlerde de kullanılabilen formları dahil olmak üzere birçok yeni teknolojik özellikleri içeren ultrasonik cerrahi aletlerin ortaya çıkacağı beklenmektedir.

## ■ KAYNAKLAR

1. Bagley RS, Harrington ML, Gay JM, Silver GM: Effects of changes in power setting of an ultrasonic aspirator on amount of damage to the cerebral cortex of healthy dogs. *AJVR* 62: 248-251, 2001
2. Choi JS: Cavitron ultrasonic surgical aspirator. In: Feldman L, Fuchshuber P, Jones DB (eds). *The SAGES Manual on the Fundamental Use of Surgical Energy (FUSE)*. New York: Springer-Verlag, 2012:133-138
3. Chopp RT, Shah BB, Addonizio JC: Use of ultrasonic surgical aspirator in renal surgery. *Urology* 22(2):157-159, 1983
4. Desinger K, Liebold K, Helfman J, Stein T, Müller T: A new system for a combined laser and ultrasound application in neurosurgery. *Neurological Research* 21:84-88, 1999
5. Flamm ES, Ransohoff J, Wuchinich D, Broadwin A: Preliminary experience with ultrasonic aspiration in neurosurgery. *Neurosurgery* 2: 240-245, 1978
6. Forterre F, Dickomeit M, Senn D, Gorgas D, Spreng D: Microfenestration using the CUSA excel ultrasonic aspiration system in chondrodystrophic dogs with thoracolumbar disk extrusion: A descriptive cadaveric and clinical study. *Veterinary Surgery* 40(1):34-39, 2010
7. Greco JJ, Aiken SA, Berg JM, et al: Evaluation of intracranial meningioma resection with a surgical aspirator in dogs: 17 cases (1996-2004). *J Am Vet Med Assoc* 229:394-401, 2006
8. Howard BK, Beran SJ, Kenkel JM, Krueger JE, Rohrich RJ: The effect of ultrasonic energy on peripheral nerves: Implications for ultrasound-assisted liposuction. *Plast Reconstr Surg* 103:984-989, 1999
9. Iseki Y, Amano K, Kawamura H, Tanikawa T, Kawabatake H, Notani M, Nagao T: A new apparatus of the Micro Ultra-Sonic Aspirator (MUSA) system for microneurosurgery (in Japanese). *No Shinkei Geka* 17: 835-839, 1989
10. Jallo GI: CUSA excel ultrasonic aspiration system. *Neurosurgery* 48(3):695-697, 2001
11. Kelman CD: Phaco-emulsification and aspiration: A progress report. *Am J Ophthalmol* 67: 464-477, 1969
12. Koseoglu A, Dagtekin A, Bagdatoglu O, Comelekoglu U, Yilmaz N, Dagtekin O, Sogut F, Alimli M, Avci E, Bagdatoglu C, Talas D: The effects of CUSA application to the neural tissue resembling tumor removal: An experimental study. *Int Adv Otol* 7(2):234-243, 2011
13. Rawlings CA, Mahaffey MB, Barsanti JA, et al: Use of partial prostatectomy for treatment of prostatic abscesses and cysts in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 211:868-871, 1997
14. Roth J, Korn A, Bitan-Talmor Y, Kaufman R, Ekstein M, Constantini S: Subcortical mapping using an electrified cavitron ultrasonic aspirator in pediatric supratentorial surgery. *World Neurosurg* 101:357-364, 2017
15. Sawamura Y, Fukushima T, Terasaka S, Sugai T: Development of a handpiece and probes for a microsurgical ultrasonic aspirator: Instrumentation and application. *Neurosurgery* 45: 1192-1197, 1999
16. Schroeteler J, Reeker R, Suero Molina E, et al: Glioma tissue obtained by modern ultrasonic aspiration with a simple sterile suction trap for primary cell culture and pathological evaluation. *Eur Surg Res* 53:37-42, 2014
17. Shores A: Use of the ultrasonic aspirator in intracranial surgery: Technique and case reports. *Prog Vet Neurol* 2:89-89, 1991
18. Tang H, Zhang H, Xie Q, Gong Y, Zheng M, Wang D, Zhu H, Chen X, Zhou L: Application of CUSA Excel ultrasonic aspiration system in resection of skull base meningiomas. *Chin J Cancer Res* 26(6):653-657, 2014