



Türk Nöroşirürji Derneği

# Stereotaktik Fonksiyonel Ağrı ve Epilepsi Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu

Grup Bülteni

**Türk Nöroşirürji Derneği**

Stereotaktik Fonksiyonel Ağrı ve  
Epilepsi Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu

*Şükrü Aykol*

SEMPOZYUMU

**"KOMPLİKASYONLAR & TARTIŞMALI VAKALAR"**

07-10 Nisan 2022

Paloma Foresta Otel Kongre Merkezi,  
Beldibi - Kemer / Antalya





## Türk Nöroşirürji Derneği Yönetim Kurulu

### Başkan

Emel AVCI

### 2. Başkan

Ömer Hakan EMMİZ

### Sekreter

Hüseyin Hayri KERTMEN

### Muhasip

İlker SOLMAZ

### Veznedar

Gökmen KAHİLOĞULLARI

### Üyeler

İbrahim Suat ÖKTEM

Ali Metin KAFADAR

Mevlüt Özgür TAŞKAPILIOĞLU

Bülent BOZYİĞİT

Ali Fatih RAMAZANOĞLU



## Türk Nöroşirürji Derneği Stereotaktik Fonksiyonel Ağrı ve Epilepsi Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu

### Başkan

Ersay KOCABIÇAK

### 2. Başkan

Bekir TUĞCU

### Sekreter

Sait ÖZTÜRK

### Üyeler

Cihan İŞLER

Emre DURDAĞ

### Editörler Grubu

1. Ersay KOCABIÇAK

2. Bekir TUĞCU

3. Sait ÖZTÜRK

4. Cihan İŞLER

5. Emre DURDAĞ

**Kapak Fotoğrafı:** Prof. Dr. Şükrü Aykol

### Sekreteryası

Nurhan Şen

Taşkent Caddesi 13/4

Bahçelievler-06500 ANKARA-TÜRKİYE

Tel : + 90 312 212 64 08

Faks: + 90 312 215 46 26

Web: www.turknorosirurji.org.tr

E-posta: info@turknorosirurji.org.tr

### Yayın Hizmetleri ve Düzenleme

BULUŞ Tasarım ve Matbaacılık Hizmetleri

Bahriye Üçok Cad. 9/1 Beşevler-Ankara

Tel: (312) 222 44 06 - 223 55 44

E-posta: bulus@bulustasarim.com.tr

## İçindekiler

|                                                                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Başkanın Mesajı .....</b>                                                                                                             | <b>2</b>  |
| <b>Sayılarla Dünyada Derin Beyin Stimülasyonu Uygulamaları .....</b>                                                                     | <b>3</b>  |
| <i>Dr. İlkey Işııkay, Dr. Ersoy Kocabiçak</i>                                                                                            |           |
| <b>Trigeminal Nevralji'de Radyocerrahi .....</b>                                                                                         | <b>9</b>  |
| <i>Dr. Mesut Emre Yaman, Dr. Ömer Hakan Emmez</i>                                                                                        |           |
| <b>Stereotaktik Biyopsi .....</b>                                                                                                        | <b>14</b> |
| <i>Dr. Rasim Asar, Dr. Ümit Akın Dere</i>                                                                                                |           |
| <b>Spinal Kord Stimülasyonu .....</b>                                                                                                    | <b>17</b> |
| <i>Dr. Mustafa Emrah Kaya, Dr. Ali Maksut Aykut, Dr. Atilla Yılmaz</i>                                                                   |           |
| <b>Usta Kalfa Söyleşisi: Uyanık Kraniotomi ve Zorlukları.....</b>                                                                        | <b>22</b> |
| <i>Dr. Sertaç İşlekel, Dr. Ali Akay</i>                                                                                                  |           |
| <b>Parkinson Hastalarında Derin Beyin Stimülasyonu Sonrası Batarya Programlama ve Hasta Yönetimi .....</b>                               | <b>24</b> |
| <i>Dr. Yıldız Değirmenci</i>                                                                                                             |           |
| <b>DBS Uygulamalarında Cerrahi ve Cihaz İlişkili Komplikasyonlar ve Yönetimi .....</b>                                                   | <b>28</b> |
| <i>Dr. Ömer Selçuk Şahin, Dr. Hayri Kertmen</i>                                                                                          |           |
| <b>Derin Beyin Stimülasyonunda Anestezi.....</b>                                                                                         | <b>33</b> |
| <i>Dr. Bahriye Binnur Sarıhasan</i>                                                                                                      |           |
| <b>Usta Kalfa Söyleşisi: Ülkemizde Epilepsi Cerrahisi Uygulamaları .....</b>                                                             | <b>35</b> |
| <i>Dr. Atilla Erdem, Dr. Denizhan Divanlıoğlu</i>                                                                                        |           |
| <b>Distonide Derin Beyin Stimülasyonu .....</b>                                                                                          | <b>39</b> |
| <i>Dr. Gültekin Baş, Dr. Murat Vural</i>                                                                                                 |           |
| <b>Fonksiyonel Nöroşirürjide Malzeme Sorunu.....</b>                                                                                     | <b>42</b> |
| <i>Dr. Halil Ulutabanca</i>                                                                                                              |           |
| <b>Derin Beyin Stimülasyonu Serüvenim .....</b>                                                                                          | <b>43</b> |
| <i>Dr. T. Ali Zırh</i>                                                                                                                   |           |
| <b>Ülkemiz Tıp Eğitiminde Fonksiyonel Nöroşirürjinin Yeri ve Fonksiyonel Nöroşirürji Ekipmanlarının Ülkemizde Envanter Analizi .....</b> | <b>51</b> |
| <i>Dr. Sait Öztürk, Dr. Ersoy Kocabiçak</i>                                                                                              |           |



Kıymetli meslektaşlarım,

Grubumuzun yeni bültenini sizlerle paylaşmaktan mutluluk duyuyorum. Uzun süredir bülten faaliyetimiz sekteye uğramıştı. Yeni bültenimizi bu nedenle nispeten hacimli olarak planladık. Emeği geçen tüm yazarlara candan teşekkür ediyorum. 2022 İlkbahar sempozyumumuzu sayın hocamız Prof. Dr. Şükrü Aykol adına düzenlemeyi uygun gördük. Amacımız bültenimizi o tarihe yetiştirmek ve sizlerin beğenisine sunmaktır. Bu satırları okuyorsanız bunu başardık demektir. Hepinize iyi okumalar diliyorum.

Sevgi ve saygılarımla

**Doç. Dr. Ersoy Kocabiçak**

SFAEC Grubu YK Başkanı

# Sayılarla Dünyada Derin Beyin Stimülasyonu Uygulamaları

Dr. İlkay IŞIKAY<sup>1</sup>, Dr. Ersoy KOCABIÇAK<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Samsun

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Nöromodülasyon Merkezi, Samsun

## GİRİŞ

**P**arkinson hastalığı (PH), 1990-2017 yılları arasında prevalansı en hızlı artan nörolojik hastalıktır (1). Bunun nedenleri arasında yaşlanan popülasyonun artması başta gelmektedir. 2030 yılında, Çin'in nüfusunun %60'tan fazlasının 65 yaşın üzerinde olması ve bununla beraber 5 milyon Parkinson hastası ile dünyadaki Parkinson hastalarının %60'ına sahip olması beklenmektedir.

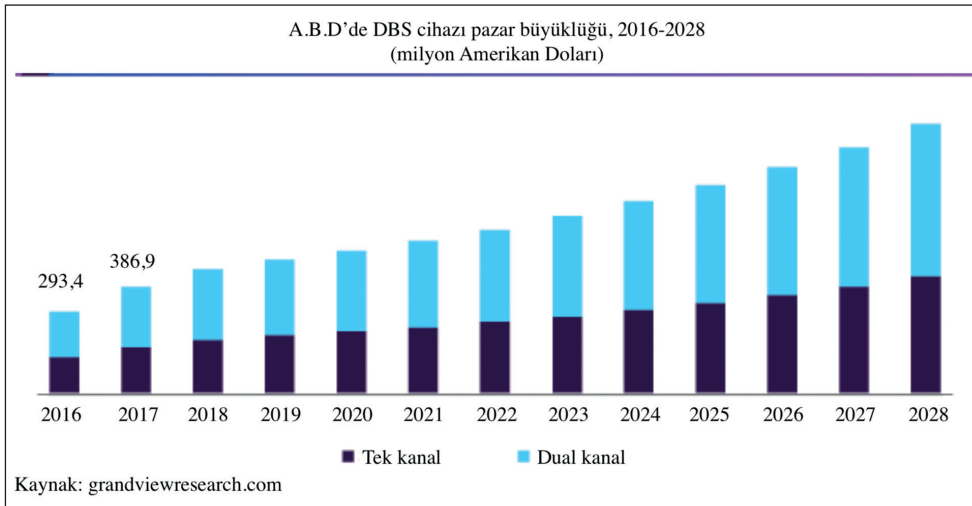
Amerika Birleşik Devletleri verilerine bakacak olursak, PH tanısının 1997'den 2017'ye kadar iki katına çıktığını, 2037 yılına gelindiğinde Birleşik Devletler'de hasta sayısının 1,64 milyona ulaşmasının beklendiğini görmekteyiz (2).

Derin beyin stimülasyonu (DBS), PH başta olmak üzere, esansiyel tremor ve distoni gibi nörolojik hastalıkların tedavisinde Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylanmış, yan etki profili lezyon cerrahilerine (ör. talamatom) kıyasla daha düşük bir yöntemdir. Esansiyel tremor 1997, Parkinson hastalığı 2002, distoni 2003, obsesif-kompulsif bozukluk 2009 yıllarında FDA'dan onay almıştır. DBS uygulamaları yakın zamanda, ilaca dirençli epilepsi tedavisinde de kullanıma başlanmıştır (3). Küresel çapta bakıldığında DBS pazar büyüklüğünün 2020 yılı itibarı ile 1,12 milyar Amerikan doları olduğu ve bu pazarda 2021-2028 yılları arasında yıllık %9,3 büyümeye olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 1).

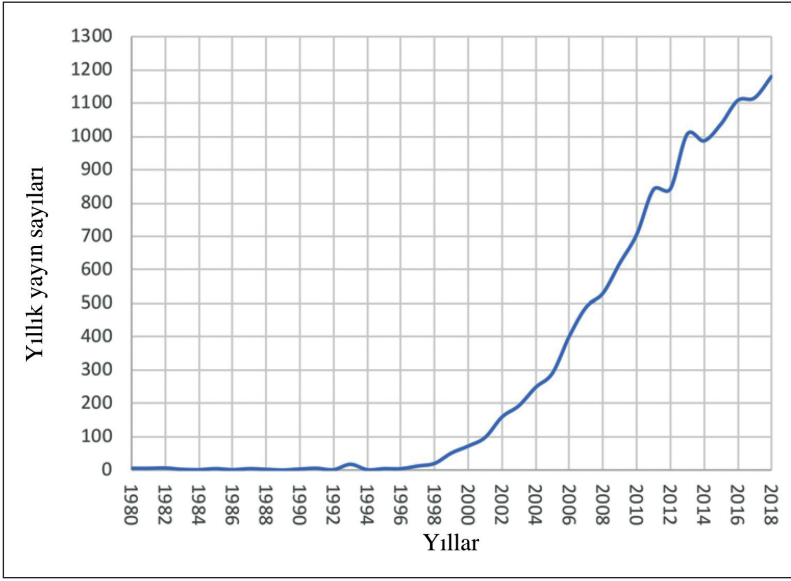
Modern anlamda ilk DBS uygulaması ancak 1980 yılında aksiyon tremorun tedavisi ile başlayabilmiştir (4). O dönemden bu yana DBS uygulamaları ve buna paralel olarak DBS ile ilgili yayınlar da artmaya başlamış, 2000'li yılların başından itibaren ise daha da ivme kazanmıştır (Şekil 2).

DBS Think Tank grubu verilerine göre dünyada 208.000'den fazla hastada DBS cihazı yerleştirildiği tahmin edilmektedir (5). Ülkemizdeyse geçtiğimiz yıl toplam sayının yaklaşık %40'ını *implantable pulse generator* (IPG) değişimi oluşturmak üzere 1000 civarında DBS prosedürü gerçekleştirildiği düşünülmektedir.

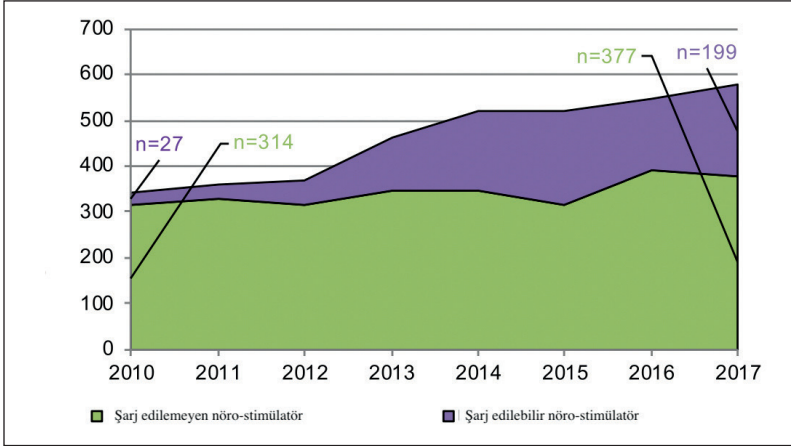
Nüfus bakımından Türkiye'ye benzer olan Almanya'da (Dünya Bankası verilerine göre 2020 nüfusu 83,2 milyon) 2010-2017 yılları arasını kapsayan bir çalışma (6) pil yerleştirilmesi ve değişimi dahil olmak üzere, 2010 yılında gerçekleştirilen toplam 341 DBS prosedürünün %68,9'luk artışla 2017 yılında toplam 576 vakaya ulaştığını göstermiştir (Şekil 3). Bu artışın büyük kısmı şekilde de görülebildiği üzere şarj edilebilir IPG kullanım oranının yıllar içerisinde yükselmiş olmasına bağlıdır. Yedi yıllık dönemde şarj edilemeyen IPG ile gerçekleştirilen işlemlerdeki artış sadece %20,1 düzeyindeyken, şarj edilebilir IPG kullanımı %637,0 oranında artmıştır. Aynı çalışmada DBS uygulanan popülasyonun yaş ortalamasının 52,8'den 57,7'ye yükseldiği gösterilmiştir. Şekil 4'te Almanya'daki merkezlerin DBS vaka yükü verilmiştir.



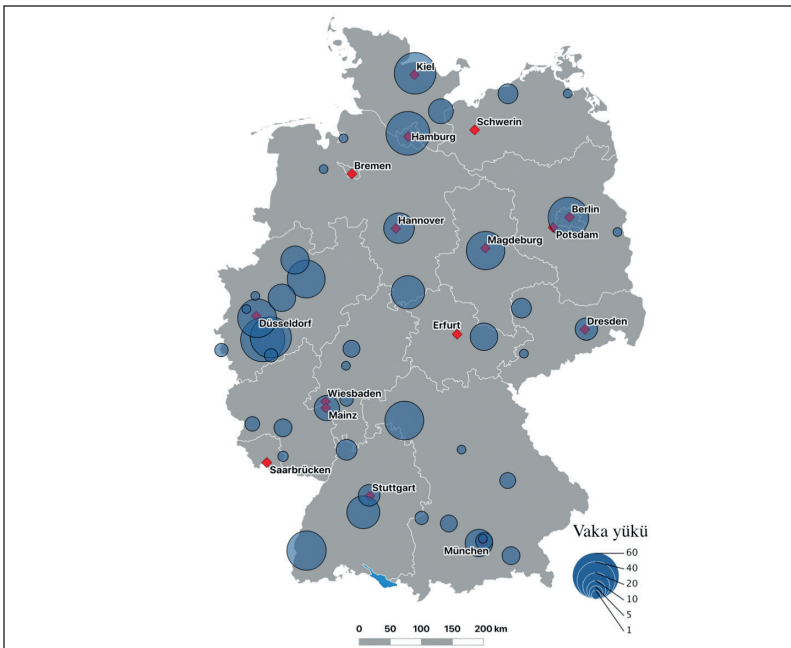
Şekil 1: A.B.D'de DBS cihazı pazar büyüklüğü.



**Şekil 2:** Yıllara göre DBS yayınlarının dağılımı. (Lee'den uyarlanmıştır).



**Şekil 3:** Almanya'da 2011-2017 arasında gerçekleştirilen DBS uygulamalarının zaman içindeki değişimi (Richter'den uyarlanmıştır).



**Şekil 4:** Almanya'da DBS işlemi gerçekleştiren merkezlerin vaka yükleri (Richter'den uyarlanmıştır).

Asya Kıtası'nın dördüncü, dünyanın 10. büyük ekonomisi olan Güney Kore nüfusunun %97'si (Dünya Bankası verilerine göre 2020 nüfusu 51,8 milyon), ülkemize benzer şekilde Kore Sağlık ve Refah Bakanlığı tarafından sağlanan sosyal güvenlik çatısı altındadır. Kore'de ilk DBS uygulaması 2002 yılında gerçekleştirilmiştir. İki binli yılların başlarında sosyal güvenlik kapsamında geri ödemesi olmayan ve tüm giderleri hastalar tarafından karşılanan bu işlem 2005 yılında geri ödeme kapsamına alınmış ve bu tarihten sonra vaka sayılarında hızlı bir artış görülmeye başlanmıştır. Kore'de günümüzde her yıl 150 kadar DBS prosedürü yapıldığı tahmin edilmektedir. Ülkede üçüncü basamak sağlık hizmeti veren bir hastanede tipik bir bilateral STN DBS uygulamasının sosyal güvenlik kurumuna maliyeti 2015 verilerine göre 27.549, hastanın cebinden ödediği pay da 3.850 Amerikan doları kadardır (7).

Avustralya'ya baktığımızda, ülkede 100.000'e yakın Parkinson hastası olduğunu, bunların %80'in 65 yaş üzerindeki bireylerden oluştuğunu görüyoruz (Dünya Bankası verilerine göre 2020 nüfusu 25,7 milyon). Her ne kadar yaşlı nüfusun hastalığı olsa da hastaların yaklaşık %20'sini üretken çağıdaki (15-64 yaş) popülasyon oluşturduğu için, Parkinson hastalığı Avustralya'da da ciddi ekonomik etkileri olan bir sağlık problemidir (8). 2011 verilerine göre hastalığın ekonomik yükü yıllık 8.3 milyar doları bulmaktadır. Bu yükün ülkedeki dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Avustralya'da 2015 verileri itibari ile DBS prosedürü uygulayan 16 klinik vardır. İlk defa gerçekleştirildiği 2001'den 2015 yılına

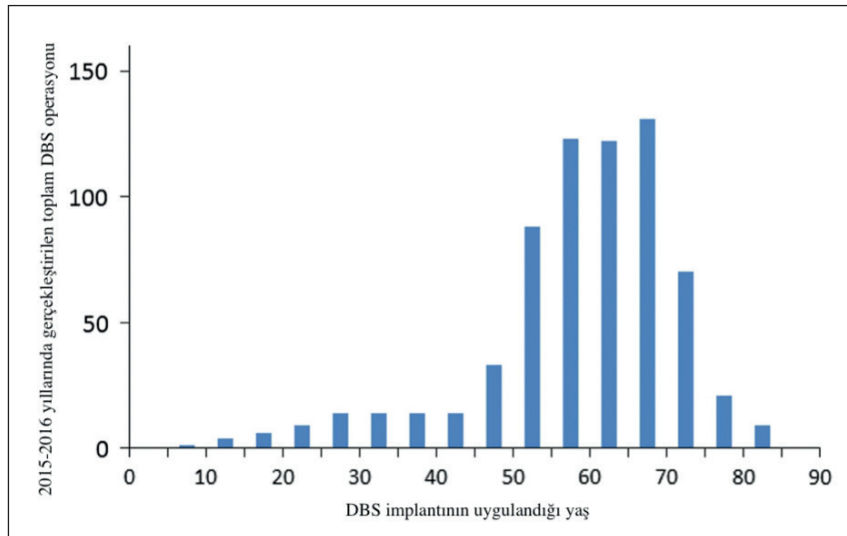
**Tablo 1:** 2011 Yılı İtibari ile Avustralya'da Parkinson Hastalığına Bağlı Ekonomik Yükün Ülke Üzerindeki Dağılımı

| Yüklenici       | Toplam sağlık harcamalarının yüzdesi |
|-----------------|--------------------------------------|
| Federal hükümet | 39                                   |
| Merkezi hükümet | 16                                   |
| Çalışan nüfus   | 2                                    |
| Toplum          | 22                                   |
| Hane halkı      | 21                                   |

kadar 3000'den fazla DBS yerleştirildiği tahmin edilmektedir. Günümüzde yıllık olarak tahmini 350 DBS operasyonu gerçekleştirildiği düşünüldüğünde toplam DBS operasyonlarının sayısının 2015 verilerini iki katı civarında olduğu düşünülmektedir (8).

Kanada halkının DBS hizmetine ulaşabilirliğini inceleyen bir çalışma, 2016 yılı itibari ile Kanada'daki DBS prosedürlerinin yıllık sayısının her bir milyon kişide 10 olduğunu göstermiştir (Dünya Bankası verilerine göre 2020 nüfusu 38,0 milyon). Bu çalışmada gerçekleştirilen cerrahi işlemlere ait yaş dağılımı Şekil 5'te gösterilmiştir. Verilen ortalama ile uyumlu olarak 2015 ve 2016 yıllarında Kanada'da uygulanan toplam DBS implantı sayısı 722'dir. Sağlık harcamalarının federal hükümetler tarafından karşılandığı ve bireylerin sağlık hizmeti için kişisel ödeme yapmak zorunda olmadığı Kanada'da eyaletler arasında DBS uygulamalarının sıklığı açısından önemli farklar bulunmaktadır. Örneğin Saskatchewan eyaletinden DBS uygulama hızı ülke ortalamasının 4 katına yakinken, Quebec'te bu oran ülke ortalamasının ancak 0,4'ü kadardır. Quebec eyaleti nüfusunun 2016 verilerine göre 8.160.000 kişi olduğu (milyon popülasyonda 4 DBS uygulaması ile yıllık 32 vaka) ve bu popülasyona DBS uygulayabilen 4 beyin cerrahinin baktığı düşünülürse, cerrah başına yıllık 8 vaka düşmektedir ki, bu literatürde bir merkezin tecrübeli sayılabilmesi için gerekli sayı olan yıllık 20 vakanın çok altındadır (7).

Güney Doğu Asya bölgesinde yer alan ve takım adalar topluluğu olan Filipinler (2020 Nüfusu 109,6 milyon), Dünya Sağlık Örgütü sınıflamasına göre, orta-alt gelir düzeyine sahip bir ülkedir. Merkezi sağlık güvence sistemi olmayan ülkede, sağlık giderlerinin yaklaşık %50'si hasta tarafından ödenmek zorundadır. Ülkedeki ilk DBS uygulaması başkan Manila'da üçüncü basamak sağlık hizmeti veren özel bir sağlık kuruluşunda 2006 yılında gerçekleştirilmiştir. 2016 yılı sonuna gelindiğinde ülkede toplam 30 DBS (21'si Parkinson hastalığı, 9'u distoni tedavisi) cerrahisi yapılmıştır (9). Filipinler'de, kullanılan IPG türüne bağlı olarak değişimle birlikte, DBS işleminin maliyeti 31.000-35.300 Amerikan doları arasında değişmektedir. Hane halkının ortalama yıllık gelirinin 5.100 USD olduğu düşünüldüğünde, Filipinler'deki



**Şekil 5:** Kanada'da 2 yıllık dönemi kapsayan DBS implantı uygulamalarının yaş dağılımı (Honey'den uyarlanmıştır).

vaka sayılarının azlığı gelir düzeyine bağlanabilir. Sağlık politikası gereği kısa vadede daha düşük maliyetli olan DOPA agonist tedavisini seçen Filipinler'de levodopa kullananlar arasında diskinezi oranı %36'dır. Uzun dönemde sağlık gideri artışlarını da beraberinde getiren bu uygulama, Parkinson hastalarının tedavisinde ülkeyi ne yazık ki bir kısır döngüye sürüklemektedir.

### Covid-19'un DBS Operasyonlarına Etkisi

Geride bıraktığımız 3 yılda, tüm dünyayı etkisi altına alan ve bu nedenle özellikle rutin sağlık hizmetlerine ulaşım olmak üzere pek çok alanda hayatımıza etki eden Covid-19 salgını DBS uygulamalarının da değişmesine neden olmuştur.

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) verilerine göre 2020 yılı ortalarına gelindiğinde, ABD'de 37 milyon yeni Covid-19 vakası ve 628.000'in üzerinde ölüm bildirilmiştir. Tam kapanmanın ilk yaşandığı Mayıs 2020'de ABD ve Kanada'daki çoğu merkezde elektif cerrahi işlemler durdurulmuştur. Parkinson Çalışma Grubu'nun (PSG) yürüttüğü çok merkezli bir anket çalışmasında katılımcı merkezlerin %83'ünde elektrot yerleştirme işlemlerinin iptal edildiği ya da ertelendiği bildirilmiştir (Şekil 6). Merkezlerin üçte birinde ameliyat öncesi değerlendirmeler durdurulurken kalan üçte ikilik kısımda ameliyat öncesi değerlendirmelere sınırlama getirilmiştir (10).

### DBS Uygulama Pratikleri Açısından Bölgeler Arası Farklılıklar

DBS uygulamaları açısından ülkeler arasında sayısal farklılıklar olmasının yanı sıra, uygulama pratikleri açısından da farklar göze çarpmaktadır. CAPIT (11) ve CAPSIT-PD (12) çalışmaları günümüzdeki pratiklerin temelini oluştursa da, yıllar içinde çeşitli gruplar ameliyat öncesi değerlendirme, aday seçimi, anatomik hedef seçimi ve prosedürel teknikler açısından kendi tecrübelerine dayanan yeni pratikler geliştirmişlerdir. Mahajan'ın 2021 yılında yayınladığı çalışma bu farklılıkları göstermesi açısından anlamlıdır. Aşağıda bu çalışmanın bulguları özetlenmeye çalışılmıştır (13).

Dünya genelinde DBS uygulayan merkezlerin ortalama tecrübesi 11,3 (<1-32) yıl olup ayda ortalama 3,3 (0-15) DBS cerrahisi gerçekleştirilmektedir. DBS uygulayan cerrahların %64'ü DBS

konusunda formal bir eğitim aldıklarını, %62'si ise eğitim sırasında DBS endüstrisi tarafından bir şekilde yardım aldıklarını ifade etmektedirler.

Çalışmaya göre DBS uygulanan hastaların tama yakını (%91,5) uygulayan merkezde hareket hastalıklarından sorumlu bir nörolog tarafından değerlendirilmektedir. Vakaların %11,2'si genel nörolog tarafından, %19,7'si ise kurum dışındaki bir hareket hastalıkları uzmanı nörolog tarafından direkt cerrahiye yönlendirilmekte, kurum nöroloğu ya da multidisipliner komite tarafından değerlendirilmeden DBS uygulanmaktadır.

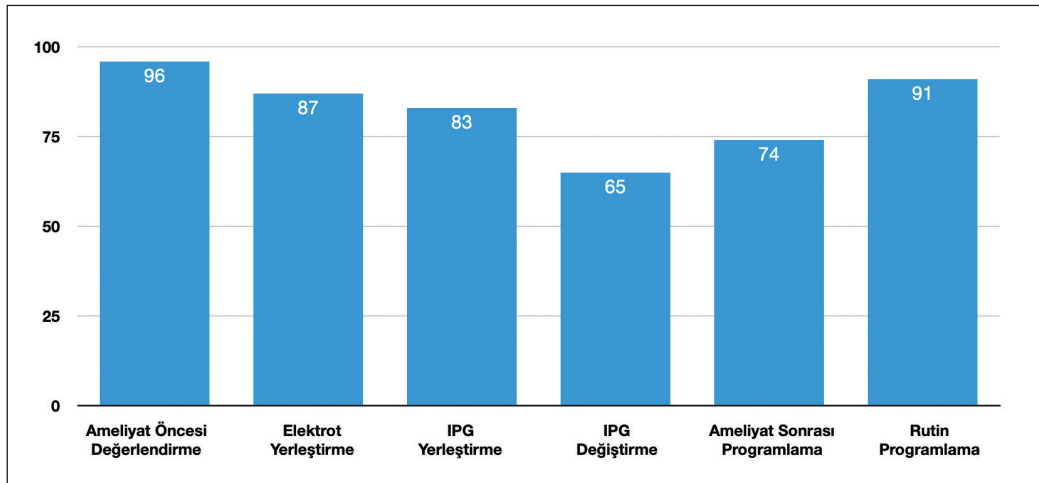
Parkinson hastalığına yönelik DBS uygulamalarının yanında bu merkezlerde esansiyel tremor (%83,5), generalize distoni (%79), fokal ya da segmental distoni (%70,6) ve Tourette sendromu (%37,6) için DBS uygulamaları gerçekleştirilmektedir.

Parkinson hastalığı için DBS uygulamasından önce kullanılabilecek farmakoterapi hakkındaki görüşler Şekil 7'de verilmiştir. Çalışmaya katılanlar arasında, ameliyat öncesi dönemde motor semptomlar dışındaki özelliklerin karar verme süreçlerine etkisi Tablo 2'de verilmiştir.

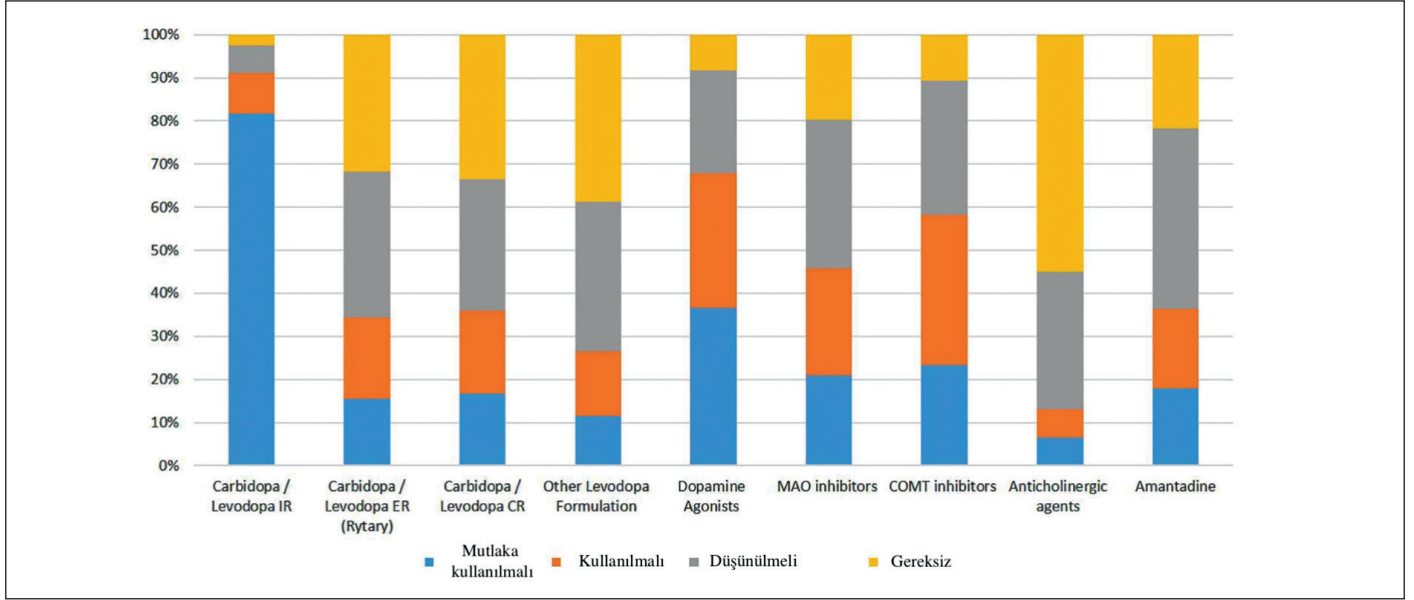
DBS uygulamalarında genel görüş, sürecin bir komite tarafından yürütülmesinin gerektiğidir; ancak dünya genelindeki uygulama pratiklerine baktığımızda DBS adayı Parkinson hastalarının belirlenmesinde, merkezlerin ancak %46,5'inde bu sürecin bir komite tarafından yürütüldüğünü, %18,7'sinde tek başına hareket hastalıkları uzmanı bir nöroloğun, %24,3'ünde komite olmaksızın bir nörolog ve beyin cerrahının ya da %10,4'ünde tek başına bir beyin cerrahının bu görevi üstlendiğini görüyoruz. Ameliyat öncesi değerlendirme takımlarında yer alan bireylerin dağılımı Şekil 8'de verilmiştir.

DBS uygulama pratikleri açısından dünya üzerinde göze çarpan bölgesel farklılıklar vardır (Tablo 3). Bu farklılıklarının nedenlerinin başında, sağlık sunucularının DBS hastalarının yönetimi konusunda aldıkları eğitimin değişkenliği öne sürülebilir.

Özetle, DBS uygulamaları kullanılmaya başladığından bu yana geçen sürede, hem hastalar hem de sağlık sunucuları için vazgeçilemez bir tedavi yöntemidir. Gelecek 10 yıllık projeksiyon göz önüne alındığında, pazarın çok daha büyüyeceği, yaşlanan



**Şekil 6:** Covid-19 salgını nedeniyle ABD ve Kanada'da DBS'nin prosedürel basamaklarının uygulamasında azalma görülen merkezlerin oranı.



**Şekil 7:** Dünya genelinde PH için DBS uygulamasından önce kullanılabilecek farmakoterapi hakkındaki görüşler.

**Tablo 2:** Motor Semptomlar Dışındaki Özelliklerin Karar Verme Süreçlerine Etkisi

| Ameliyat öncesi değerlendirme parametreleri                                            | Oran (%) |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Bilişsel tarama için spesifik ve mutlak değer kullananlar                              | 48       |
| Bilişsel taramada disfonksiyon çıkması durumunda nöropsikolojik değerlendirme yapanlar | 46,2     |
| Rutin olarak intihar düşüncesini sorgulayanlar                                         | 84,4     |
| Duygu durumuna bağlı olarak hedef seçimi etkilenmeyenler                               | 36       |
| Nörokognitif duruma bağlı olarak hedef seçimi etkilenmeyenler                          | 30,6     |

**Tablo 3:** DBS Uygulama Pratikleri Açısından Bölgesel Farklılıklar

|                                                           | Kuzey ve Güney Amerika | Asya ve Avustralya | Avrupa | Afrika |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|--------|--------|
| Merkez tecrübesi (yıl)                                    | 11,7                   | 9,4                | 12,4   | 2      |
| Formal DBS eğitimi                                        | %67                    | %63                | %67    | %20    |
| Aylık DBS başvuruları (PH)                                | 9                      | 5                  | 6,8    | 1,2    |
| Aylık DBS prosedürü (PH)                                  | 4,3                    | 2,2                | 2,7    | 0,2    |
| DBS öncesi ilaç yeterliğini değerlendirenler              | %97                    | %97                | %91    | %50    |
| DBS öncesi hastalık süresini değerlendirmeyenler          | %22                    | %16                | %9     | %0     |
| DBS öncesi motor düzelme için sınır değeri kullanmayanlar | %54                    | %57                | %41    | %0     |
| DBS için varsayılan hedef kullananlar (PH)                | %43                    | %56                | %50    | %50    |
| Aday belirlemede multidisipliner komite kararı            | %40                    | %69                | %69    | %50    |
| Ameliyat sırasında MER                                    | %89                    | %100               | %90    | %100   |
| DBS sonrası önceden belirlenmiş klinik takip takvimi      | %42                    | %31                | %56    | %100   |

popülasyonla beraber daha çok DBS cerrahisinin gerçekleşeceği öngörülmektedir. Dünya verilerine bakıldığında belki de en çarpıcı bulgu, DBS prosedürü gerçekleştiren cerrahların üçte birinin formal bir eğitim almıyor olmasıdır. Endüstrinin bu eğitim sürecine katkısı yadsınmaz ancak meslek örgütlerinin bu süreçte mutlak kontrol sahibi olması da mutlak bir gerekliliktir. Öte yandan tanıya ve tedaviye yönelik karar verme süreçlerinde rol alan takım elemanları dünya genelinde değişkenlik göstermektedir. DBS konusunda formal eğitim almış beyin cerrahlarının bu takımlar üzerinde birleştirici ve yönlendirici etkisi göz ardı edilemez. Bu bakımdan ülkemizde faaliyet gösteren Türk Nöroşirürji Derneği ve TND Stereotaktik, Fonksiyonel, Ağrı ve Epilepsi Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu'nun önemi bir kez daha vurgulanmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Lim SY, et al.: Parkinson's disease in the Western Pacific Region. *Lancet Neurol* 18(9): 865-879, 2019
2. Yang W, et al.: Current and projected future economic burden of Parkinson's disease in the U.S. *NPJ Parkinsons Dis* 6:15, 2020
3. Youngerman BE, et al.: A decade of emerging indications: deep brain stimulation in the United States. *J Neurosurg* 125(2): 461-71, 2016
4. Brice J, McLellan L: Suppression of intention tremor by contingent deep-brain stimulation. *Lancet* 1(8180):1221-2,1980
5. Vedam-Mai V, et al.: Proceedings of the eighth annual deep brain stimulation think tank: Advances in optogenetics, ethical issues affecting DBS research, neuromodulatory approaches for depression, adaptive neurostimulation, and emerging DBS technologies. *Front Hum Neurosci* 15:644593, 2021
6. Richter D, et al.: Dynamics of device-based treatments for Parkinson's disease in Germany from 2010 to 2017: Application of continuous subcutaneous apomorphine, levodopa-carbidopa intestinal gel, and deep brain stimulation. *J Neural Transm (Vienna)* 126(7): 879-888, 2019
7. Lee JI: The current status of deep brain stimulation for the treatment of parkinson disease in the republic of Korea. *J Mov Disord* 8(3): 115-21, 2015
8. Poortvliet PC, et al.: Deep brain stimulation for Parkinson disease in Australia: Current scientific and clinical status. *Intern Med J* 45(2):134-9, 2015
9. Diestro JDB, et al.: Deep brain stimulation for parkinson disease in the philippines: Outcomes of the philippine movement disorder surgery center. *World Neurosurg* 115:e650-e658, 2018
10. Siddiqui MS et al.: North American survey on impact of the COVID-19 pandemic shutdown on DBS care. *Parkinsonism Relat Disord* 92:41-45, 2021
11. Langston JW, et al.: Core assessment program for intracerebral transplantations (CAPIT). *Mov Disord* 7(1):2-13, 1992
12. Defer GL, et al.: Core assessment program for surgical interventional therapies in Parkinson's disease (CAPSIT-PD). *Mov Disord* 14(4):572-84,1999
13. Mahajan A, et al., Global variability in deep brain stimulation practices for Parkinson's Disease. *Front Hum Neurosci* 15: 667035, 2021

# Trigeminal Nevralji’de Radyocerrahi

**Dr. Mesut Emre Yaman, Dr. Ömer Hakan Emmez**

*Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara*

**N**icolas Andre tarafından 1756 yılında “Tic Douloureux” (1) olarak tanımlandığı günden beri trigeminal nevroj (TN) tedavisinde günümüz teknolojisi ile artan ve çeşitlenen tedavi seçeneklerine rağmen bu hastaların duydukları, şiddetli ve amansız ağrı değişmemiştir. Yıllar içerisinde etiyoloji ve ağrı tipine yönelik çok çeşitli tanımlamalar ve sınıflandırmalar yapılmış, ve hastalığın tedavisine yönelik en uygun girişimsel tedavi seçenekleri belirlenmeye çalışılmıştır. Hâlen medikal tedaviden girişimsel yöntemlere ne zaman geçileceği ve hangi yöntemin uygulanacağına dair tam bir konsensus bulunmamaktadır. Bu süreçte gelişen teknolojiye paralel olarak mikrocerrahi alanında ve radyasyon teknolojisinde son 30 yılda geline nokta itibarıyla TN açısından ağrı kontrolünde çok daha etkili bir noktada olduğumuz gerçeği yadsınamaz.

Santral sinir sisteminden periferik sinir sistemine geçiş bölgesi olarak tanımlanan Obersteiner-Redlich bölgesi diğer bir adıyla DREZ bölgesinin etkilenmesi ve neticesinde demiyelinizasyon sürecinin gelişimi esas kabul gören patofizyolojik süreç olmasına rağmen tam mekanizma hâlen daha açıklanamamış değildir. Görüntüleme teknolojisinin gelişimi, ince kesitli özel sekans (CISS, Fiesta) MRG sayesinde TN kliniği bulunan hastaların değerlendirilmesinde, trigeminal sinire komşu arteriyel yapıların (başta superior serebellar arter olmak üzere) özellikle DREZ bölgesinde oluşturduğu bası günümüzde TN etiyolojisinde en temel etiyolojik faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (2). Bunun yanı sıra venöz yapıların, anevrizma, arteriovenöz malformasyonların ve tümörlerin trigeminal sinir üzerinde oluşturduğu kompresyon neticesinde TN ortaya çıkabilmektedir. Bu etiyolojik çeşitlilik vasküler bası neticesinde ortaya çıkan TN’nin Klasik (idiyopatik) TN ve vasküler bası dışı sebepler (tümör, anevrizma AVM, MS,...) ile oluşan TN’nin semptomatik TN olarak sınıflandırılmasına sebep olmuştur (10). Etiyoloji ne kadar çeşitlilik gösterse TN’de temel amaç ağrının kontrol altına alınmasıdır.

Birinci basamak tedavide anti epileptik ilaçlar, özellikle de karbamazepin kullanılmaktadır (11). Medikal tedavi ile hastalarda belli bir süre ağrı kontrolü sağlanabilse de, ilaç dozunun giderek artırılmasına rağmen ağrının şiddetlenmesi veya medikal tedaviye bağlı yaşanabilen yan etkiler sebebiyle ilaçların kesilmesi gerektiği durumlarda girişimsel yöntemlere başvurulmaktadır. Ne zaman bu yöntemlere başvurulacağı ile ilgili literatürde yüksek kanıt düzeyi olan bir bilgi bulunmasa da, medikal tedavinin faydasız olduğu (özellikle BNI IV,V) durumlarda girişimsel işlemlere geçilmesi uygun bir yaklaşımdır. Nöroşirürji pratiğinde TN’ye yönelik temel uygulamalar arasında perkütan gliserol/alkol enjeksiyonu, RF termokoagülasyon, mikrovasküler dekompresyon ve stereotaktik radyocerrahi kapsamaktadır. Radyocerrahi ve perkütan RF termokoagülasyon, gliserol/alkol enjeksiyonları

lezyon oluşturma temeline dayanan girişimler iken, mikrovasküler dekompresyon cerrahisi ağrıya sebep olan etkenin ortadan kaldırılmasına yönelik uygulanan ve tabiri caizse daha fizyolojik bir tedavi yöntemidir. Bu tedavi yöntemlerinden perkütan uygulamalar ve mikrovasküler dekompresyon ağrı kontrolünde daha hızlı yanıt verirken, stereotaktik radyocerrahinin etkisinin nispeten daha uzun sürede ortaya çıkacağı akılda tutulmalıdır. Günlük pratiğimizde uygulama alanı bulan bu tedavi yöntemlerinin hangi hastada hangi sırayla uygulanması gerektiği veya önceliğin hangi tedavi seçeneğine verileceği ile ilgili kesin bir kural olmamakla birlikte, TN’nin etiyolojisi, ağrının şiddeti, tipi, süresi hastanın yaşı, ek hastalıkları ve de hastanın kararı uygulanacak tedavi seçeneğine yön vermektedir. TN’nin bu tedavi seçeneklerine bağlı olarak farklı oranda ağrı kontrolü sağlanması sebebiyle uygulanacak tedavinin planlanması sürecinde hastanın detaylı bilgilendirilmesi ve uygulanacak tedaviye karar aşamasına dahil edilmesi önemlidir.

## STEREOTAKTİK RADYOCERRAHİ

TN’de radyocerrahi ilk olarak 1971 yılında Lars Leksell tarafından iki TN hastasında Müller MG 300kv endüstriyel X ışını ünitesi kullanılarak uygulanmıştır. Uyguladığı bu teknik perkütan retrogasserian termokoagülasyon tekniğine benzer bir şekilde uygulamış ve “stereotaktik gangliotomi” olarak adlandırmıştır. Bu olumlu sonuçlarından bahsettiği çalışmasında “Gamma knife radyocerrahinin TN tedavisinde ileride uygulama alanı bulacağından bahsetmiştir (14). Teknolojik gelişime paralel olarak radyasyon teknolojisindeki gelişmeler neticesinde ortaya çıkan gamma knife, cyberknife ve lineer akseleratör (LINAC) günümüzde TN tedavisinde kullanılmaktadır. TN’de gamma knife uygulaması halihazırda radyocerrahi ile tedavide altın standart olarak kabul görmektedir (26). Kullanılan teknoloji ne olursa olsun, stereotaktik radyocerrahide amaç, yüksek çözünürlüklü görüntülemeler (MRG, BT) yardımıyla trigeminal sinirin odaklanarak ışınlanmasıdır. Bu derlemenin devamında Stereotaktik radyocerrahi uygulamasının aşamaları, tedavi sonuçları güncel literatür ve klinik tecrübelerimiz ışığında derlenmiştir. TN’de Stereotaktik radyocerrahi alanında son yıllarda yayınlanan klinik çalışmalar Tablo 1’de özetlenmiştir (36).

## Çerçeve/maske Aşaması ve Görüntüleme

Gamma Knife radyocerrahi uygulaması için hastaya, Leksell stereotaktik G çerçeve takılmalıdır. Bu uygulama lokal anestezi altında 4 adet sabitleme vidası ile çerçevenin hastanın kafatasına sabitlenmesi ile başlar. Bu aşamada, hastanın başına yerleştirilen çerçevenin trigeminal sinirin sisternal kısmına paralel olacak şekilde sabitlenmesi önem arz etmektedir. Bunu sağlamak için

**Tablo 1:** TN'de Stereotaktik Radyocerrahi Alanında Son Yıllarda Yayınlanan Çalışmaların Özet Bilgileri

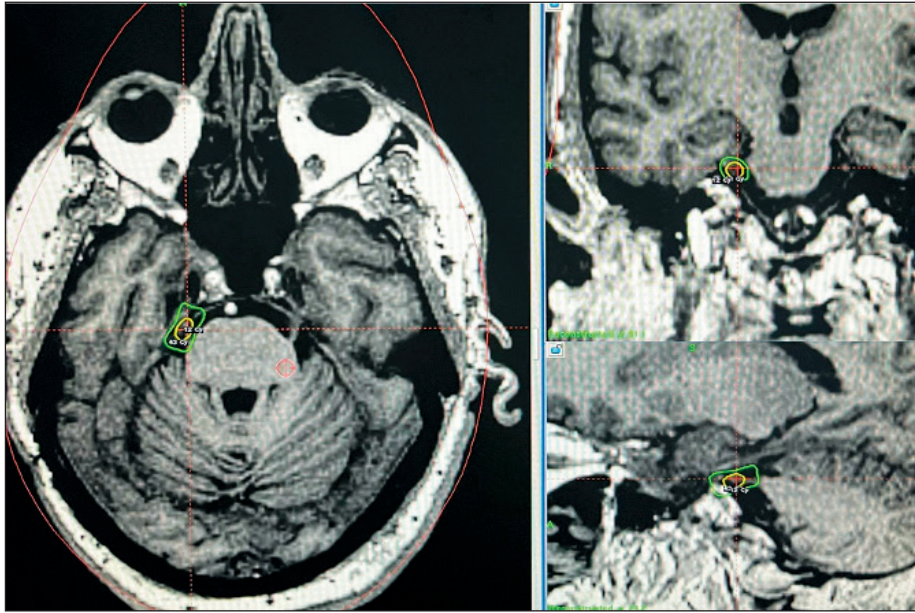
|                    | Hasta sayısı | Yaş (ortalama) | Takip süresi (ay) | Ortalama /median doz (Gy) | Maksimum doz (Gy) | Hedefin DREZ'e olan uzaklığı (mm) | Ağrı kontrolü sağlanana kadar geçen süre ortalama/median (gün) | Nüks (%) | Nükse kadar geçen süre (ay) |
|--------------------|--------------|----------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------|
| <b>Gamma Knife</b> |              |                |                   |                           |                   |                                   |                                                                |          |                             |
| Verheul 2010       | 450          | 65             | 28                | 80                        | 80                | 0                                 | -                                                              | -        | -                           |
| Kondziolka 2010    | 503          | 72             | 24                | 80                        | 60-90             | 2-4                               | 30                                                             | 42.9     | 3-144                       |
| Park 2011          | 62           | 62.7           | 76.4              | 82.4/85                   | 68-90             | 0                                 | -                                                              | -        | -                           |
| Loescher 2012      | 72           | 65.6           | -                 | 80                        | 80                | 0                                 | -                                                              | -        | -                           |
| Hayashi 2011       | 130          | 68             | 38                | -                         | -                 | 7-8                               | 21                                                             | 18       | -                           |
| Park&Hwang 2011    | 17           | 62.7           | 43.8              | 80                        | 80-90             | 2-4                               | 28                                                             | 35.3     | 3-36                        |
| Lee 2012           | 40           | 61.5           | 92                | 77.1                      | 65.2-83.6         | 0                                 | -                                                              | -        | -                           |
| Marshall 2012      | 448          | 67             | 20.9              | 88/90                     | 80-97             | 2-4                               | -                                                              | 40       | -                           |
| Elaimy 2012        | 108          | 67             | 15                | 86                        | 70-90             | 0                                 | -                                                              | -        | -                           |
| Young 2013         | 315          | 70.8           | 68.9              | 90                        | 90                | 2-4                               | 51.1                                                           | 14.3     | -                           |
| Lee 2013           | 91           | -              | 92                | 88                        | 75-90             | 7-8                               | -                                                              | 15.4     | 10-62                       |
| Aykol 2014         | 93           | 57             | 57.1              | 80.38                     | 70-90             | 0                                 | 50.4/60                                                        | -        | -                           |
| Karam 2014         | 36           | 71             | 36                | 90                        | 80-90             | 0                                 | 48                                                             | -        | -                           |
| Lucas 2014         | 446          | 67.5           | 21.2              | 88.06/90                  | 80-97             | Retrogasserian                    | -                                                              | -        | -                           |
| Regis 2016         | 497          | 68.3           | 43.8              | 85                        | 70-90             | 7.6                               | 10                                                             | 24       | 0.6-150                     |
| <b>Cyberknife</b>  |              |                |                   |                           |                   |                                   |                                                                |          |                             |
| Romanelli 2003     | 10           | -              | -                 | 64.3                      | 66-70             | 2-3                               | -                                                              | -        | -                           |
| Lim 2005           | 41           | 68             | 11                | 70.7                      | -                 | 2-3                               | -                                                              | -        | -                           |
| Villavicencio 2008 | 95           | 69.8           | 22                | 78                        | 70-85.4           | 2-3                               | -                                                              | -        | -                           |
| Fariselli 2009     | 33           | 74             | 23                | -                         | -                 | 2-3                               | -                                                              | 9        | 1-43                        |
| Adler 2009         | 46           | 78             | 10.5              | 73.5                      | -                 | 2-3                               | -                                                              | -        | -                           |
| Lazzara 2013       | 17           | 69.4           | 11.8              | 73.06                     | 72.9-73.73        | 2-3                               | -                                                              | -        | -                           |
| Tang 2011          | 16           | 67.8           | 20.4              | 80.5                      | 75-86.5           | 3                                 | -                                                              | -        | -                           |
| Peddada 2011       | 1            | 74             | -                 | -                         | -                 | 2-3                               | -                                                              | -        | -                           |
| Soboleva 2012      | 4            | 63             | 8                 | -                         | 70-90             | -                                 | -                                                              | -        | -                           |
| <b>LINAC</b>       |              |                |                   |                           |                   |                                   |                                                                |          |                             |
| Goss 2003          | 25           | 65             | 18                | 90                        | 90                | 0                                 | 60                                                             | -        | 4-13                        |
| Smith 2003         | 60           | 66.1           | 23                | 83.3                      | 70-90             | 0                                 | -                                                              | 7.46     | 3-10                        |
| Frighetto 2004     | 22           | -              | 21.2              | 90                        | 75-90             | 0                                 | 81                                                             | 8.5      | 6-11                        |
| Kubicek 2004       | 20           | 58             | 56.5              | -                         | 82.3-100          | 0                                 | -                                                              | 20.4     | 2-36                        |
| Chen 2004          | 44           | 65             | 15                | -                         | 90                | 0                                 | 28                                                             | -        | -                           |
| Richards 2005      | 28           | 74             | 12                | 80                        | 80                | 0                                 | 30                                                             | -        | -                           |
| Pusztaszeri 2007   | 17           | 71             | 12                | -                         | 50-56             | 0                                 | -                                                              | -        | 4-13                        |
| Zahra 2009         | 20           | -              | 14.2              | -                         | 90                | 0                                 | -                                                              | -        | -                           |
| Chen 2010          | 44           | 65             | 15                | 90                        | 90                | 0                                 | 28                                                             | -        | -                           |
| Dos Santos 2011    | 52           | -              | 26.6              | -                         | 50-80             | Gasserian/sisternal               | -                                                              | 20       | 4-47                        |
| Smith 2011         | 179          | 74             | 26.6              | -                         | 70-90             | 0                                 | 57.6                                                           | 13.5     | -                           |

çerçevenin orbitomeatal hatta paralel olması gerekmektedir. Çerçeve uygun şekilde takıldıktan sonra hasta görüntüleme için MR cihazına alınır. T1 ağırlıklı kontrastsız – kontrastlı, CISS/ FIESTA sekanslarında görüntülemeler elde edilir. Bu görüntülemelerde asıl amaç trigeminal sinir trasesinin olabildiğince uzun ve net olarak görüntülenmesidir (5,8,26,27). Lineer akseleratör sistemlerinde çerçeve veya maske kullanılabilmektedir. Cyberknife uygulamasında hasta maske ile sisteme sabitlenir. Cyberknife uygulamasında, çekilen BT görüntüler MRG tetkikleriyle üst üste getirilerek planlama yapılmaktadır.

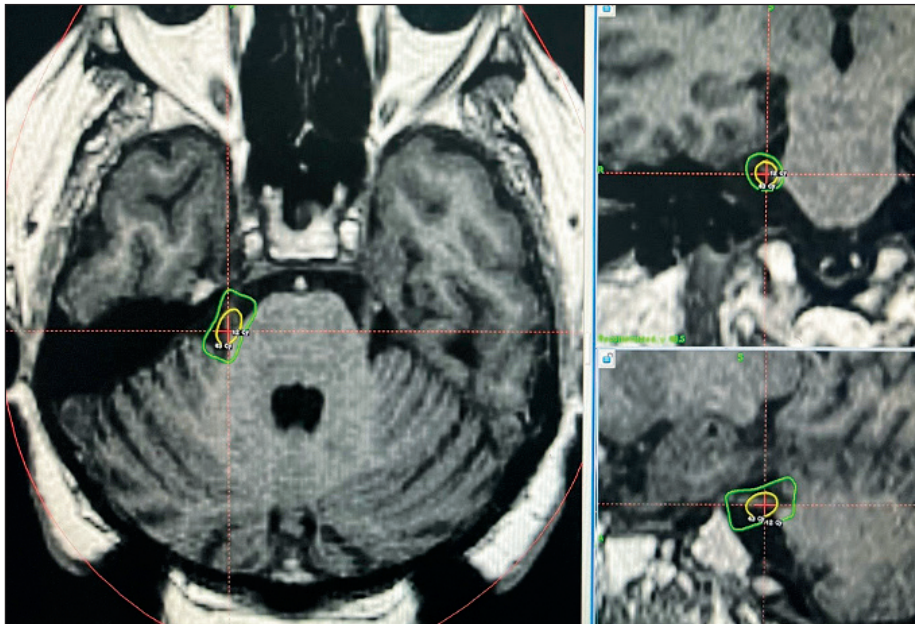
#### Hedef ve Doz Seçimi

Hedef seçiminde merkezler, iki farklı hedefe ışınlama yapmaktadırlar. Bazı merkezler trigeminal sinirin sisternal ya da diğer

adıyla anterior kısmını hedef alırken (Şekil 1) (3,18,21,27,28,34), bir kısım merkez posterior veya diğer adıyla DREZ bölgesini (Şekil 2) hedeflemektedir (13,25). Bu durum ABD ve Avrupa ekolleri olarak da tanımlanır. DREZ bölgesinin daha radyosensitif olması ve daha etkin ağrı kontrolü sağladığına yönelik çalışmalar bulunmaktadır (22). Öte yandan, DREZ bölgesi ışınlamasının kuru göz ve yüzde uyuşukluk yapma oranının sisternal ışınlamaya göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (23,24). Tedaviye yanıt süresinin anterior hedeflemede ortalama 4.1 hafta, posterior hedeflemede ortalama 6.4 haftada olduğu, dolayısıyla anterior hedeflemede etkinin daha kısa sürede başladığı bildirilmiştir (24). Sisternal segment hedeflemesi, mutlak bir endikasyon sebebi olmamakla birlikte özellikle daha önce MVD uygulanmış ve bu sebeple DREZ bölgesinde sinirin teflondan radyolojik olarak net



**Şekil 1:** 63 yaşında erkek hasta sağ V1+V2 TN. 2007 yılında dış merkezde RF termokoagülasyon, 2012 yılında kliniğimizde MVD uygulanan hastanın, 10 yıl sonra ağrısının tekrar şiddetlenmesi üzerine sisternal segment hedeflenerek Gamma Knife radyocerrahi uygulandı. Daha önce MVD uygulanmış ve teflon yerleştirilmiş hastalarda sisternal segment ışınlaması, daha uzun bir trigeminal sinir trasesi ışınlaması hedefiyle uygulanabilmektedir. (Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi, Gamma Knife Ünitesi Arşivi).



**Şekil 2:** 61 yaşında kadın hasta, sağ V1>V2 TN. 4 yıldır TN kliniği bulunan hastanın medikal tedavi ile ağrı kontrolü sağlanamaması üzerine kliniğimize yönlendirilen hastaya, DREZ bölgesi hedeflenerek Gamma Knife radyocerrahi uygulandı (Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi, Gamma Knife Ünitesi Arşivi).

ayırt edilememesi sebebiyle, daha uzun bir sinir trasesini hedef almak amacıyla uygulanabilir (Şekil 1).

Özetle, anterior ve posterior hedefleme benzer etkinlik (kanıt düzeyi II) göstermektedir. Anterior hedefleme daha az yan etki oluşturma potansiyeline sahiptir (kanıt düzeyi II). Kuru göz gibi ek yan etkiler sadece posterior hedefleme ile görülebilmektedir (kanıt düzeyi II ve III). Anterior hedefleme, daha uzun süreli ve etkili ağrı kontrolü sağlamaktadır (kanıt düzeyi II ve III) (36).

Gamma Knife radyocerrahi için genel kabul gören ortalama maksimum doz 70 ile 90 Gy (%100 izodoz) arasında iken, LINAC için 70 ile 90 Gy (%80 izodoz), ve Cyberknife için 64 ile 80 Gy (%90 izodoz) arasındadır. Beyin sapının maruz kalabileceği maksimum doz olan 12 Gy, doz ve hedef seçimini belirleyen ana unsurlardan birisidir (36).

### Etki

Tedavi sonrası ağrının azalması en erken 1 ayda görülebilenken bu süre 6 ayı bulabilmektedir. Ağrının uzun dönem kontrolü ile ilgili literatürde çok fazla çalışma yer almamaktadır. Cyberknife ve LINAC ile ilgili bir çalışmada 3 yıllık takipte %60 oranında ağrı kontrolü sağlandığını belirtmiştir (32). Buna karşın Gamma knife radyocerrahi'nin uzun dönem ağrı kontrolü ile ilgili hatırı sayılır çalışma literatürde yer almaktadır. Takip süresi 7 yıl olarak bildirilen birkaç çalışmada ağrı kontrolü %22-59 belirtilirken (4,15, 27), 10 yıllık takip sonuçlarını yayınlayan çalışmalarda bu oran %30-45 olarak bildirilmiştir (13,27). Literatürde tekrarlayan radyocerrahi tedavilerinde en fazla 3 seans uygulaması önerilmektedir. Radyocerrahi'nin tekrar edilmesi ile trigeminal sinir hasarı neticesinde %2 ile %73 oranında hafiften ağır dereceye kadar ulaşabilen his kayıpları ortaya çıkmaktadır. Stereotaktik radyocerrahi sonrası nüks oranları ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, Gamma Knife radyocerrahi sonrası %0 ile %52 arasında nüks oranları bildirilmiştir. LINAC için bu oran %19 ile %63 arasında değişmektedir. Cyber knife radyocerrahide bu oran %15 ile %33 arasındadır. Nüks oluşumuna kadar geçen süre ile ilgili Gamma Knife radyocerrahi için 6 ile 48 ay arasında süreler bildirilmişken, 7 ile 20 ay arasında LINAC, Cyber knife radyocerrahi için 9 ay olarak bildirilmiştir (5,36).

Stereotaktik radyocerrahinin TN üzerine etkisi bulunan faktörler ile ilgili güncel literatür incelendiğinde, ileri yaş (70 yaş üzeri hasta), tipik ağrı ile seyreden TN varlığı olumlu yönde etkilerken, multiple skleroz, önceden geçirilmiş cerrahi (MVD), ablatif tedaviler, atipik ağrı ile seyreden TN, daha genç yaş, diyabet, izodoz merkezi ile sinirin DREZ bölgesi arasındaki uzaklığın 8 mm'den fazla olması olumsuz etkilemektedir (9,12,16,17,19, 20,28-31,35,37). Öte yandan stereotaktik radyocerrahi sonrası gelişen yüzde uyuşukluk, daha öncesinde cerrahi tedavi geçirilmemiş olması uzun dönem ağrı kontrolü üzerine olumlu etkisini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (4,33).

Özellikle stereotaktik radyocerrahi'den önce cerrahi işlem geçirmiş ve ilk tedavisi stereotaktik radyocerrahi olan hastaların ağrı kontrolünü inceleyen çalışmalar incelendiğinde, cerrahi sonrası gamma knife uygulanan 25 hastanın tedaviye yanıtının %84 iken, ilk tedavi olarak stereotaktik radyocerrahi uygulanan 52 hastanın tedaviye yanıtının %92 olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada 1.,2. ve 3. yıl kontrollerinde ilaçsız ağrı kontrol oranlarının cerrahi sonrası radyocerrahi uygulanan hastalarda %64, %44

ve %12 iken, ilk tedavisi radyocerrahi olan hastalarda %80, %69 ve %53 olduğunu göstermektedir (6). Benzer bir çalışmada cerrahi sonrası radyocerrahi uygulanan 49 hasta ile ilk tedavi olarak radyocerrahi uygulanan 52 hastanın sonuçlarının da aynı şekilde olduğu, tedaviye yanıtın sadece radyocerrahi tedavisi alan hastalarda %92.9, cerrahi sonrası radyocerrahi uygulanan hastalarda %85.7 olduğu bildirilmiştir (7).

Sonuç itibarıyla TN'de radyocerrahi, standart cerrahi tedavi seçeneği olan MVD'ye alternatif minimal invazif bir yöntemdir. Cerrahi girişime oranla radyocerrahinin daha kısa süre ağrısız kalma oranları bulunsa da, seçilmiş hastalarda yaş, ek hastalık, antikoagulan kullanımı, hastanın cerrahi tedavi istememesi, gibi sebepler göz önünde bulundurularak güvenle uygulanabilmektedir. Posterior (DREZ) hedefleme daha sık uygulansa da, etkinin benzer olması, daha az yan etki oluşturmaya sebebiyle anterior (sisternal) hedefleme de tercih edilebilmektedir.

### KAYNAKLAR

1. André N: Observations pratiques sur les maladies de l'urethre. Paris: Delaguet, 1756
2. Barker FG II, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Larkins MV, Jho HD: The long-term outcome of microvascular decompression for trigeminal neuralgia. N Engl J Med 334:1077-1083, 1996
3. Dellaretti M, Reyns N, Touzet G, Sarrazin T, Dubois F, Lartigau E, et al: Clinical outcomes after Gamma Knife surgery for idiopathic trigeminal neuralgia: review of 76 consecutive cases. J Neurosurg 109 Suppl:173-178, 2008
4. Dhople AA, Adams JR, Maggio WW, Naqvi SA, Regine WF, Kwok Y: Long-term outcomes of Gamma Knife radiosurgery for classic trigeminal neuralgia: implications of treatment and critical review of the literature. Clinical article. J Neurosurg 111:351-358, 2009
5. Fariselli L, Marras C, De Santis M, Marchetti M, Milanese I, Broggi G: CyberKnife radiosurgery as a first treatment for idiopathic trigeminal neuralgia. Neurosurgery 64 (2 Suppl):A96-A101, 2009
6. Fountas KN, Lee GP, Smith JR: Outcome of patients undergoing gamma knife stereotactic radiosurgery for medically refractory idiopathic trigeminal neuralgia: Medical College of Georgia's experience. Stereotact Funct Neurosurg 84:88-96, 2006
7. Fountas KN, Smith JR, Lee GP, Jenkins PD, Cantrell RR, Sheils WC: Gamma Knife stereotactic radiosurgical treatment of idiopathic trigeminal neuralgia: long-term outcome and complications. Neurosurg Focus 23(6):E8, 2007
8. Gorgulho AA, De Salles AA: Impact of radiosurgery on the surgical treatment of trigeminal neuralgia. Surg Neurol 66:350-356, 2006
9. Han JH, Kim DG, Chung HT, Paek SH, Kim YH, Kim CY, et al: Long-term outcome of gamma knife radiosurgery for treatment of typical trigeminal neuralgia. Int J Radiat Oncol Biol Phys 75:822-827, 2009
10. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS): The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version). Cephalalgia Int J Headache 33:629-808, 2013
11. Jorns TP, Zakrzewska JM: Evidence-based approach to the medical management of trigeminal neuralgia. Br J Neurosurg 21:253-261, 2007

12. Karam SD, Tai A, Wooster M, Rashid A, Chen R, Baig N, et al: Trigeminal neuralgia treatment outcomes following Gamma Knife radiosurgery with a minimum 3-year followup. *J Radiat Oncol* 3:125–130, 2014
13. Kondziolka D, Zorro O, Lobato-Polo J, Kano H, Flannery TJ, Flickinger JC, et al: Gamma Knife stereotactic radiosurgery for idiopathic trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 112:758–765, 2010
14. Leksell L: The stereotaxic method and radiosurgery of the brain. *Acta Chir Scand* 102:316–319, 1951
15. Little AS, Shetter AG, Shetter ME, Bay C, Rogers CL: Longterm pain response and quality of life in patients with typical trigeminal neuralgia treated with gamma knife stereotactic radiosurgery. *Neurosurgery* 63:915–924, 2008
16. Loescher AR, Radatz M, Kemeny A, Rowe J: Stereotactic radiosurgery for trigeminal neuralgia: outcomes and complications. *Br J Neurosurg* 26:45–52, 2012
17. Longhi M, Rizzo P, Nicolato A, Foroni R, Reggio M, Gerosa M: Gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia: results and potentially predictive parameters—part I: Idiopathic trigeminal neuralgia. *Neurosurgery* 61:1254–1261, 2007
18. Lucas JT Jr, Nida AM, Isom S, Marshall K, Bourland JD, Laxton AW, et al: Predictive nomogram for the durability of pain relief from Gamma Knife radiation surgery in the treatment of trigeminal neuralgia. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 89:120–126, 2014
19. Maesawa S, Salame C, Flickinger JC, Pirris S, Kondziolka D, Lunsford LD: Clinical outcomes after stereotactic radiosurgery for idiopathic trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 94:14–20, 2001
20. Marshall K, Chan MD, McCoy TP, Aubuchon AC, Bourland JD, McMullen KP, et al: Predictive variables for the successful treatment of trigeminal neuralgia with gamma knife radiosurgery. *Neurosurgery* 70:566–573, 2012
21. Massager N, Lorenzoni J, Devriendt D, Desmedt F, Brotchi J, Levivier M: Gamma knife surgery for idiopathic trigeminal neuralgia performed using a far-anterior cisternal target and a high dose of radiation. *J Neurosurg* 100:597–605, 2004
22. Matsuda S, Serizawa T, Nagano O, Ono J: Comparison of the results of 2 targeting methods in Gamma Knife surgery for trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 109 Suppl:185–189, 2008
23. Matsuda S, Serizawa T, Sato M, Ono J: Gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia: the dry-eye complication. *J Neurosurg* 97 (5 Suppl):525–528, 2002
24. Park SH, Hwang SK, Kang DH, Park J, Hwang JH, Sung JK: The retrogasserian zone versus dorsal root entry zone: comparison of two targeting techniques of gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia. *Acta Neurochir (Wien)* 152:1165–1170, 2010
25. Pollock BE, Phuong LK, Gorman DA, Foote RL, Stafford SL: Stereotactic radiosurgery for idiopathic trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 97:347–353, 2002
26. Régis J, Tuleasca C: Fifteen years of Gamma Knife surgery for trigeminal neuralgia in the Journal of Neurosurgery: history of a revolution in functional neurosurgery. *J Neurosurg* 115 Suppl:2–7, 2011.
27. Régis J, Tuleasca C, Resseguier N, Carron R, Donnet A, Gaudart J, et al: Long-term safety and efficacy of Gamma Knife surgery in classical trigeminal neuralgia: a 497-patient historical cohort study. *J Neurosurg* 124:1079–1087, 2016 .
28. Régis J, Metellus P, Hayashi M, Roussel P, Donnet A, Bille-Turc F: Prospective controlled trial of gamma knife surgery for essential trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 104:913–924, 2006
29. Rogers CL, Shetter AG, Fiedler JA, Smith KA, Han PP, Speiser BL: Gamma Knife radiosurgery for trigeminal neuralgia: the initial experience of The Barrow Neurological Institute. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 47:1013–1019, 2000
30. Shaya M, Jawahar A, Caldito G, Sin A, Willis BK, Nanda A: Gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia: a study of predictors of success, efficacy, safety, and outcome at LSUHSC. *Surg Neurol* 61:529–534, 2004
31. Sheehan J, Pan HC, Stroila M, Steiner L: Gamma knife surgery for trigeminal neuralgia: outcomes and prognostic factors. *J Neurosurg* 102:434–441, 2005
32. Smith ZA, Gorgulho AA, Bezrukiy N, McArthur D, Agazaryan N, Selch MT, et al: Dedicated linear accelerator radiosurgery for trigeminal neuralgia: a single-center experience in 179 patients with varied dose prescriptions and treatment plans. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 81:225–231, 2011
33. Tawk RG, Duffy-Fronckowiak M, Scott BE, Alberico RA, Diaz AZ, Podgorsak MB, et al: Stereotactic gamma knife surgery for trigeminal neuralgia: detailed analysis of treatment response. *J Neurosurg* 102:442–449, 2005
34. Tuleasca C, Carron R, Resseguier N, Donnet A, Roussel P, Gaudart J, et al: Patterns of pain-free response in 497 cases of classic trigeminal neuralgia treated with Gamma Knife surgery and followed up for least 1 year. *J Neurosurg* 117 Suppl:181–188, 2012
35. Tuleasca C, Carron R, Resseguier N, Donnet A, Roussel P, Gaudart J, et al: Decreased probability of initial pain cessation in classical trigeminal neuralgia treated with Gamma Knife surgery in case of previous microvascular decompression: a prospective series of 45 patients with >1 year of follow-up. *Neurosurgery* 77:87–95, 2015
36. Tuleasca C, Régis J, Sahgal A, De Salles A, Hayashi M, Ma L, Martínez-Álvarez R, Paddick I, Ryu S, Slotman BJ, Levivier M: Stereotactic radiosurgery for trigeminal neuralgia: a systematic review. *J Neurosurg*. 2018 Apr 27;130(3):733–757. doi: 10.3171/2017.9.JNS17545. PMID: 29701555.
37. Verheul JB, Hanssens PE, Lie ST, Leenstra S, Piersma H, Beute GN: Gamma Knife surgery for trigeminal neuralgia: a review of 450 consecutive cases. *J Neurosurg* 113 Suppl:160–167, 2010

# Stereotaktik Biyopsi

Dr. Rasim ASAR, Dr. Ümit Akın DERE

Pamukkale Üniversitesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi AD, Denizli

**ÖZET:** Günümüzdeki yüksek teknolojik görüntüleme sistemlerine rağmen, intrakraniyal kitlelerin kesin tanı ve tedavi yaklaşımları açısından histopatolojik tanıların hâlâ altın standart olarak görülmektedir (6). Stereotaktik biyopsi, özellikle derin yerleşimli ve kritik bölgelerde yer alan kitlelere yönelik yaklaşımlarda geniş kraniyotomiye gerek kalmadan, minimal invaziv girişimsel bir işlemdir (8). Yaşlı veya ciddi derecede hastalığı mevcut olup açık cerrahiye tolere edemeyecek hastalar için de alternatif olarak görülmektedir. Mevcut hâliyle nöroonkolojide yeri tartışılmazdır.

## GİRİŞ

Stereotaksi kelimesi Yunanca ve Latince kökenli olup üç boyutlu dokunma anlamına gelmektedir. Stereotaktik sistemler, ilk tanımlandıkları dönemde, daha çok lezyon oluşturmak amacıyla uygulanan fonksiyonel nöroşirürjikal girişimler için kullanılmıştır. Sonraki yıllarda medikal tedavilerin artması ile birlikte işlemin popülaritesi azalmıştır. 1970'li yılların başından itibaren ise bilgisayarlı tomografinin yaygınlaşması ile stereotaktik biyopsi tekniği nöroşirürji pratiğinde kullanılmaya başlanmıştır (3).

Intrakraniyal yerleşim gösteren lezyonlarda, günümüzde kullanılan görüntüleme yöntemlerindeki gelişmelerle birlikte yüksek doğruluk payı içeren tanıların koyulabilmektedir. Buna rağmen kesin tanı koyulamayan olgularla da karşılaşabilmektedir. Ayrıca hastaların tanı ve tedavilerinin düzenlenmesi açısından histopatolojik tanı koyulması hâlâ altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir (3,6,8).

Santral sinir sistemi (SSS) kitlelerinde, histopatolojik kesin tanı için cerrahi yöntemlerle kitleden örnek alınması ya da beyin omurilik sıvısı (BOS) örneklemeleri kullanılmaktadır. Nöroonkolojik cerrahide temel amaç, kitlenin neden olduğu kafa için basıncını düşürmek ve kitlenin çevre dokulara olan basısını azaltmaktır (8). Ancak, yaygın ve/veya çoğul tutulum gösteren, derin beyin bölgelerinde ve işlevsel olarak önemli beyin alanlarında yerleşimli lezyonlarda; radyolojik olarak net tanı koyulamayan ve geniş kraniyotominin hasta açısından riskli olduğu durumlarda, stereotaktik biyopsi tanı koymada önemli bir seçenektir.

Bunlara ek olarak, enfeksiyöz durumlarda, enflamasyonla seyreden nörosarkoidoz gibi şüpheli hastalıklarda ve multiple skleroz gibi nörodejeneratif hastalıklarda da tanı koyma amacıyla stereotaktik biyopsi tekniği kullanılabilmektedir (3) (Tablo 1).

Stereotaktik biyopsi, lezyonun uygun görüntüleme yöntemleri aracılığıyla Kartezyen-koordinat sistemi temelinde üç boyutlu olarak hedeflenmesinin ardından uygun biyopsi aparatları kullanılarak doku örneği alınması yöntemidir.

Tanı oranının yüksekliği, mortalite ve morbiditenin düşüklüğü cerrahi ekibin ve nöropatoloğun deneyimine bağlıdır (4).

**Tablo 1:** Literatürde Yapılan Çalışmalarda Elde Edilen Biyopsi Sonuçlarının Dağılımı (3)

| Tanı Analizi                    | %   |
|---------------------------------|-----|
| Primer malign neoplastik lezyon | 52  |
| Neoplastik olmayan lezyon       | 17  |
| Metastaz                        | 9,7 |
| Meningiyom                      | 1,5 |
| Radyasyon Nekrozu               | 0,8 |
| Lenfoma                         | 0,5 |
| Pineal lezyon                   | 0,3 |
| Tanı koyulamayan lezyon         | 17  |

Stereotaktik biyopsinin komplikasyon oranı geniş kraniyotomilere oranlarla daha düşüktür. Geniş serili stereotaktik biyopsi sonuçlarına bakıldığında morbidite oranının %1-7, mortalitenin de %0-1,8 oranında olduğu gözlenmiştir (2,5). En sık görülen komplikasyon operasyon lojunda ve trase boyunca görülebilen kanamalardır ve %5,8 oranında izlenmektedir. Boyuttan bağımsız olarak postoperatif dönemde hemorajiye sekonder mortalite oranı %1 civarında görülmektedir. Asemptomatik, küçük boyutlu kanamalar farklı serilerde %60'a varan oranlarda görülmekle birlikte bu hastalarda nörolojik bulgular ortaya çıkmadığı sürece cerrahi müdahale gerektirmemektedir (10).

Sistemlerin ve ekipmanların yüksek ücretlerine rağmen, kısa süreli hastane yatışları, iş gücü kaybında ve sağlık giderlerinde azalmalar göz önünde bulundurulduğunda maliyet etkinliği yüksek olarak bulunmuştur.

Stereotaktik biyopsi, çerçeveli (Frame-based) ve çerçevesiz (Frameless) sistem olarak iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Daha önceki yıllarda çerçeveli yöntemler altın standart olarak kullanılsa da gelişen teknolojik yöntemler ile çerçevesiz sistemlerin kullanımı artmaktadır.

Stereotaktik biyopsiler, genellikle intrakraniyal yerleşim gösteren lezyonlara yapılırsa da üst servikal bölgede yer alan lezyonlarda da transoral yaklaşım ile biyopsi yapılabilmektedir (3).

Pediyatrik hastalarda ise genellikle çerçevesiz biyopsi yöntemleri daha sıklıkla tercih edilmektedir. Bunda mevcut çerçevelerin pediyatrik yaş grubuna uygun olmayışı önemli rol oynamaktadır. Yine kraniyal sutureların kapanmadığı daha erken dönemde çerçevesiz sistemlerin ek komplikasyon oluşturma ihtimali yüksektir (11). Tüm bu bahsedilen durumlara rağmen literatürde çerçevesiz sistemlerin pediyatrik olgularda güvenilir ve etkin olduğunu belirten yayınlar da mevcuttur (12).

#### Stereotaktik biyopsi cerrahisinin avantajları

1. Kesin doku tanısı için yeterli miktarda örnekleme yapılabilir.
2. Yaşlı ve ciddi derecede hastalığı bulunan, genel anesteziyi tolere edemeyecek vakalarda lokal anestezi ile işlem yapılabilir.
3. Tanı koyulmasıyla birlikte hastanın gerekli tedavisinin erken dönemde başlaması ve hastalığın prognozu hakkında detaylı bilgi sahibi olunmaktadır.
4. Biyopsi sonucunda malignite saptanmayan hastalarda, yan etki riski yüksek olan kemoterapi ve radyoterapi gibi tedavi seçeneklerinden kaçınılması mümkün olmaktadır.
5. Biyopsi sonucunda esas tedavi seçeneğinin cerrahi olmadığı (lenfoma, germinoma vb.) lezyonlarda radikal cerrahi yaklaşımların önüne geçilebilmektedir (6).
6. İşlem sonrası dönemde hastanede kalım sürelerinin daha kısa olmasıyla birlikte hastane enfeksiyonları açısından da daha az risk içermektedir.

#### Biyopsi açısından uygun hasta kriterleri

1. Kitlesel lezyonun varlığı
2. Açık cerrahi yapılması durumunda nörolojik defisit olasılığının yüksek olduğu duyu-motor merkez veya bazal ganglion çevresi gibi kritik öneme sahip bölgelerde yerleşimli kitleler
3. Radyolojik görüntülemeler ile net olarak ayırım yapılamayan lezyonlar
4. Daha önce radyoterapi alan hastalarda nüks kitle ile radyonekroz arasında ayırım yapılamayan durumlarda
5. Non-neoplastik olduğu düşünülen, mevcut görüntülemeler ile tanı koyulamayan lezyonlar

#### Biyopsi alımında uygun olmayan hasta kriterleri

1. İşlem planlanan bölgede lokal enfeksiyon varlığı
2. Hastanın genel ve lokal anestezi açısından uygunsuz olduğu durumlar
3. Trombositopeni, kanama diyatezi, antikoagülan ve trombolitik ilaç kullanım öyküsü olan hastalar (3,6)
4. Kitlesel lezyonun işlem için uygunsuz olduğu durumlar (Arteriovenöz malformasyon gibi yoğun damarsal yapılar gösteren lezyonlarda, komplikasyon riskinin yüksek olmasından dolayı biyopsi uygun değildir)

#### Stereotaktik işlem

##### Hazırlık:

**Çerçevesiz (Frame-based) stereotaktik biyopsi:** Biyopsi işlemi öncesinde, Leksell stereotaktik çerçeve sistemi (Elekta Instrument AB, İsveç) hastanın kafasına oturur pozisyonda iken giriş yerlerine lokal anestetik uygulandıktan sonra dört adet vida ile sabitlenir (8). Çerçeve takıldıktan sonra hastaya uygun görüntülemeler (BT, MRG) yapılır. İntrakraniyal nöroanatomik yapıları değerlendirmede MR daha etkin olsa bile, çoğu zaman kontrastlı beyin tomografisi de kullanım için yeterli olabilmektedir (6). Görüntüleme işlemi tamamlandıktan sonra elde edilen görüntüler üzerinden kartezyen-koordinat sistemi kullanılarak biyopsi alınacak hedef belirlenir.

**Çerçevesiz (Frameless) stereotaktik biyopsi:** Çerçevesiz biyopsi tekniğine alternatif seçenek olarak 1980'li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Hastaya çerçeve takılmadan, belirli anatomik noktalara işaretleyiciler yapıştırılır. Ardından uygun kraniyal görüntülemeler yapılır. Elde edilen görüntüler kullanılarak mevcut programlar aracılığıyla uygun hedef belirlenir. Ardından çerçevesiz sistem tekniği ile benzer bir yaklaşımla biyopsi örneği alınır.

**Profilaksi:** Hastaya işlemden yarım saat önce olası enfeksiyon kaynaklarına yönelik antibiyoterapi uygulanır (8).

**Anestezi:** İşlem genel veya lokal anestezi eşliğinde yapılabilir. Genel anestezi, hastaların olası hemodinamik instabilitesinin önüne geçilebilmek ve işlem esnasında kanama olasılığını azaltmak açısından daha etkindir. Genel anestezinin yüksek risk taşıdığı hastalarda lokal anestezi ile de biyopsi işlemi yapılabilir.

**Cerrahi:** Kitlenin yerleşim yerine göre, yüzeysel lezyonlarda kit-leye ulaşımın en kısa olduğu yol tercih edilirken, derin yerleşimli lezyonlarda ise kitleye ulaşmak için izlenecek yolda vasküler yapılardan kaçınılacak şekilde giriş noktası belirlenir. Genellikle lineer cilt insizyonunu takiben kalvaryumda uygun büyüklükte bir burr-hole açılır. Hedeflenen dokunun ve biyopsi yolağının kontrolü yapıldıktan sonra dura koterize edilen "X" şeklinde açılır. Kortikal vasküler yapılar gereklilik halinde kontrollü şekilde koterize edildikten sonra daha önce hesaplanmış olan koordinatlardan faydalanılarak girişim yapılacak sistem (günümüzde en sık Leksell Stereotaktik Sistemi ve farklı navigasyon sistemleri kullanılmakta) yardımı ile hedeflenen bölgeden en az dört kadrandan alınacak şekilde doku örneği alınır.

**Histopatolojik Değerlendirme:** Alınan biyopsi örneğinin patolojik olarak anlamlı olup olmadığından şüphe duyulan olgularda işlem esnasında frozen yollanabilir. Yeterli miktarda doku örneği alındıktan sonra uygun sıvılarla fikse edilen preparatlar patolojik inceleme amacıyla patoloji laboratuvarına gönderilir.

**Takip:** Hastalara, işlem sonrası dönemde, olası komplikasyonları değerlendirebilmek amacıyla beyin tomografisi çekilmelidir. Alınan bölgenin şüpheli olduğu olgularda ilk 24 saat içinde MR tetkiki de yapılabilir. Takiplerinde nörolojik anlamda gerileme izlenmeyen hastalar işlem sonrası 24. saatte taburcu olabilmektedirler.

### Stereotaktik biyopsi komplikasyonları

Stereotaktik biyopsi, komplikasyonları açısından kraniyotomi yapılan vakalara oranla daha düşük risk içermekle (3,4,6-8) birlikte karşılaşılabilecek durumlar şunlardır:

- Operasyon lojunda kanama (3,9,13,14)
- Subdural kanama
- Yeni gelişen nörolojik defisitler
- Epileptik nöbet (8)
- Yara yeri enfeksiyonları
- BOS fistülleri
- Tümörün başka yerleri ekimi (1,6,14)
- Hidrosefali

En sık görülen morbidite ve mortalite sebebi kanamadır (3,9,13,14).

Genel anestezi altında yapılan vakalarda epileptik nöbetlerin daha az görüldüğü belirtilmiştir (10).

Hidrosefali, özellikle posterior fossa ve beyin sapında yerleşim gösteren lezyonların biyopsisi ardından beyin-omurilik sıvısının akışındaki tıkanıklığa bağlı gelişebilmektedir.

### SONUÇ

Stereotaktik biyopsi, kafa içi yer teşkil eden kitlelerin kesin tanısında kullanılabilen, komplikasyon oranı geniş kraniyotomiye göre daha düşük olan bir tanı yöntemidir. Radyolojik olarak şüpheli olgularda, derin beyin bölgeleri ya da önemli kortikal bölgelerde yer teşkil eden lezyonlarda, kraniyotomi açısından yüksek morbidite ve mortalite riski olan yaşlı ve ileri derecede sistemik problemleri olan olgularda patolojik tanı koymak amacıyla uygulanmaktadır. Yöntemin başarısı anestezi, beyin cerrahi, nöroradyoloji ve nöropatoloji bölümlerinin multidisipliner yaklaşımları ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

### KAYNAKLAR

1. Bekar A, Korfalı E, Çalışır B, Tolunay Ş: Minimally invasive craniotomy using the Steiner-Lindquist stereotaxic guide. *Minim Invasive Neurosurg* 44(1):13-16, 2001
2. Bernstein M, Parrent AG: Complications of CT-guided stereotactic biopsy of intra-axial brain lesions. *J Neurosurg* 81(2):165-8, 1994
3. Biçeroğlu H, Töngel M, Seçkin M, Adıgüzel E, Gürvit H, Hancı M: Fonksiyonun Nöroşirürjikal Anatomisi. İzmir: US Akademi, 2019
4. Can SM, Osman NT, Tanık C, Uysal E, Özöner B, Kaldırımoglu A, Müslüman AM, Yılmaz A, Bayındır Ç, Aydın Y: İntrakranyal lezyonlarda bilgisayarlı tomografi kılavuzluğunda stereotaktik biyopsi: 15 yıllık deneyim. *Türk Nöroşir Derg* 24(2):213-217, 2014
5. Chandrasoma PT, Smith MM, Apuzzo ML: Stereotactic biopsy in the diagnosis of brain masses: Comparison of results of biopsy and resected surgical specimen. *Neurosurgery* 24(2):160-5, 1989
6. Güzel A: Kesin Tanıda Stereotaksik Biyopsinin Önemi. *TND Stereotaktik ve Fonksiyonel Ağrı ve Epilepsi Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Bülteni* 2:3-5, 2009
7. Işııkay İ, Hanalioğlu Ş, Öge K: İntraserebral lezyonlarda stereotaktik biyopsi: 87 hastalık seride klinik-radyolojik özellikler, patolojik korelasyon ve cerrahi sonuçlar. *Acta Oncol Tur* 51:330-339, 2018
8. Kardeş Ö, Durdağ E, Çivi S, Süner Hİ, Tufan K: İntrakranyal lezyonlarda magnetik rezonans kılavuzluğunda stereotaktik biyopsi ile 310 vakanın analizi. *Gazi Medical Journal* 29(4):327-330, 2018
9. Krieger MD, Chandrasoma PT, Zee CS, Apuzzo ML: Role of stereotactic biopsy in the diagnosis and management of brain tumors. *Seminars in surgical oncology*. Wiley Online Library 14(1):13-25, 1998
10. Kulkarni AV, Guha A, Lozano A, Bernstein M: Incidence of silent hemorrhage and delayed deterioration after stereotactic brain biopsy. *J Neurosurg* 89:31-35, 1998
11. Parreño MG, Bo X, Kanu OO, Constantini S, Kanner AA: Frameless stereotactic procedures in pediatric patients: Safety and diagnostic efficacy. *Childs Nerv Syst* 27:2137-2140, 2011
12. Quick-Weller J, Lescher S, Kashefiolasi S, Weise LM, Seifert V, Marquardt G: Benefit of stereotactic procedures in a series of 43 children. *J Child Neurol* 31:907-912, 2016
13. Savaş A: Beyin Biyopsisi-Stereotaktik Cerrahi Tekniği. *Temel Nöroşirürji*, Cilt 1, Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, 2010: 1999-2003
14. Yu X, Liu Z, Tian Z, Li S, Huang H, Zhao Q, Xu Y, Cui Y, Yu X: CT-guided stereotactic biopsy of deep brain lesions: Report of 310 cases. *Chin Med J (Engl)* 111:361-363, 1998

# Spinal Kord Stimülasyonu

**Dr. Mustafa Emrah KAYA<sup>1</sup>, Dr. Ali Maksut AYKUT<sup>1</sup>, Dr. Atilla YILMAZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Hatay

<sup>2</sup>İstanbul Okan Üniversitesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul

## GİRİŞ

Spinal Kord Stimülasyonu (SKS) ilk olarak 1967 yılında Normann Shealy ve ark. tarafından uygulanan (17) ve aslında tarih öncesi çağlarda elektrik balığına temas etmenin ağrının tedavi etmedeki rolünün keşfedilmesi ile başlayan serüvenin günümüzdeki en teknolojik hâlidir (16). 1989 yılından itibaren FDA onayıyla cerrahi girişim gerektirmeyen tedaviye dirençli kronik ağrıların tedavisinde aktif olarak kullanılan bu girişim, günümüzde özellikle kronik ağrının minimal invazif yöntemle tedavisi konusunda giderek yaygınlaşmakta ve teknolojik anlamda da gelişmektedir.

Kronik ağrı, son derece ilerleyici ve kişilerin sosyal hayatlarını belirgin derecede etkileyen, belirgin bir işgücü kaybına sebep olan önemli bir sorundur (4). Görülme oranının Avrupa ülkelerinde %19 gibi yüksek rakamlara ulaştığı belirtilen kronik ağrı (2) sosyal ve işgücü kaybının yanı sıra aile ilişkilerine de zarar vermekte ve hatta bazı çalışmalarda kişilerin düşünce yapılarında bozulmaya sebep olduğu da belirtilmektedir (6).

## SPİNAL KORD STİMÜLASYONU ETKİ MEKANİZMASI

Anot (Pozitif kutup) ve Katot (negatif kutup) arasında seyahat eden elektronların oluşturduğu elektromanyetik alanın çevresel sinir dokularında depolarizasyon yaparak etki göstermesi her ne kadar etki mekanizması olarak 1965 yılında Melzack ve Wall tarafından tarif edilen kapı kontrol teorisini desteklese de son yıllarda yapılan çalışmalar aslında birçok farklı mekanizmanın da SKS'nun ağrıyı önlemedeki etkinliğine katkıda bulunduğunu göstermektedir.

### Kapı Kontrol Teorisi

İlk olarak tanımlanan kapı kontrol teorisinde, özellikle nöropatik ağrı duyusunun daha ince ve miyelinsiz liflerle iletildiği dolayısıyla bu sinirlerin uyarılabilme eşik noktalarının düşük olduğu, bu durumun bu sinirlere dışardan verilecek düşük voltajlı bir elektrik akımı ile daha kolay uyarılabilmelerini sağladığını dolayısıyla distalden gelen ağrı sinyallerinin beyne iletilmesinin bu sayede bloklanabileceğini savunmaktadır (1).

### Kortikal aktivite değişiklikleri

Elektrik uyarıların duysal ve limbik alan arasındaki fonksiyonel bağlantılarda bazı değişikliklere sebep olduğu, Thalamus, anterior cingulate korteks, bilateral parietal bölge ve prefrontal alan kanlanmasında artışa sebep olduğu ve kortikal aktivitede yaptığı değişikliklerle Spinotalamik nöronlarda direkt inhibisyona sebep olduğu fMRI ve PET tarama görüntüleme yöntemleri ile gösterilmiştir (11).

## Desandan Modülatör Etki

Özellikle elektrofizyolojik çalışmalarla SKS'nun Nosiseptif reflekslerde, duysal uyarılmış potansiyellerde ve sempatik aktivitede azalmalara sebep olduğu ve özellikle sempatik aktivitede sağladığı bu azalmalarla periferik kanlanmaya katkıda bulunduğu gösterilmiştir (3,5). Bu kanlanma artışı özellikle iskemik ağrılardaki etkinliğinin başlıca sebebidir.

## Nörokimyasal modülasyon

Hayvan çalışmalarında SKS'nun GABA, Serotonin, Noradrenalin ve dopamin antagonistlerinde azalmaya sebep olduğu ve bu yolla da ağrı iletiminde bir çeşit kimyasal regülasyon gerçekleştirdiği tespit edilmiştir (5).

## Geniş dinamik aralıklı nöronların hareketinin inhibisyonu

Geniş dinamik aralıklı nöronlar, ağrının iletimi sırasında dorsal horn'daki önemli kapı tutuculardır. Bu kapı tutucuların elektromanyetik alan etkisiyle A lifleri tarafından uyarılmaları hâlinde kapandıkları tespit edilmiştir (21).

## ENDİKASYONLAR

Spinal kord stimülasyonu endikasyonlarına son zamanlarda birçok yeni patolojik durum eklenmiştir. Uzun zamandır endikasyon sıralamasında ilk olma özelliğini taşıyan geçirilmiş bel cerrahisi sendromu yerini etkinliği sebebiyle iskemik ağrıya bırakmıştır. SKS iskemik nöropatik ağrılarda hem ağrı - iskemi zincirini kırarak hem de etki mekanizmaları arasında saydığımız sebep olduğu periferik vazodilatasyon sayesinde doku iskemisine olumlu katkıda bulunmakta ve ağrının belirgin bir şekilde azalmasına sebep olmaktadır. SKS bunun yanında Kompleks Rejyonel ağrı sendromu tip 1, nöropatik ağrı, fantom ağrısı, postherpetik nevralji, spinal kord lezyonuna ikincil ağrılar, tedaviye dirençli instabil anjina ağrısı gibi ağrılarda da etkilidir (8,18,20).

## KONTRENDİKASYONLAR

Spinal kord stimülasyonu girişiminin kontrendikasyonlarını mutlak ve rölatif olmak üzere iki ana grupta inceleyebiliriz.

### 1. Mutlak Kontrendikasyonlar (13,19)

A. Anatomik;

- Daha önceden geçirilmiş dorsal kök giriş alanı cerrahisi
- Elektrot yerleşimini engelleyecek düzeyde kritik santral kanal stenozu

- Cerrahi olarak düzeltilebilecek bir patoloji nedeni ile oluşmuş nörolojik defisit
- İlerleme riski olan anatomik omurga instabilitesi veya deformitesi

#### B. Medikal;

- Başarısız test dönemi
- Talep tipi pacemaker mevcudiyeti
- Gelecek zamanlarda olası kardioverter defibrilatör ihtiyacı olması
- Cerrahi getiriye yüksek riske sokabilecek düzeyde koagulopati, immünsupresyon gibi durumlar
- Terapötik diyatermi için devam eden gereksinim

#### C. Mesleki kontrendikasyonlar;

- Hırsızlık dedektörleri ve metal algılama cihazları sektöründe çalışanlar
- Tehlikeli ekipman veya makinelerin işletilmesi içinde çalışanlar

#### D. Psikososyal kontrendikasyonlar;

- Cihazın değerlendirilmesine veya çalışmasına etki edebilecek düzeyde ciddi bilişsel bozulma
- Kabul edilemez yaşam durumu ve sosyal çevre
- Aktif madde kullanım bağımlılığı
- Aktif psikiyatrik hastalık

## 2. Rölatif Kontrendikasyonlar

#### A. Anatomik;

- Daha önce geçirilmiş spinal cerrahiye bağlı epidural skar dokusu mevcudiyeti (cerrahi elektrot tercih edilmeli)
- Stenoz ile birliktelik gösteren şiddetli spondilolistezis
- Elektrotu yönlendirmeyi zorlaştıracak düzeyde skolyoz varlığı;

#### B. Medikal:

- İyileştirilememiş enfeksiyon varlığı
- İmplant kalp pili veya benzeri cihaz varlığı
- Ek olarak eşlik eden majör kronik ağrı durumu
- Devam eden antikoagulan veya antitrombosit tedavisi

#### C. Psikososyal faktörler;

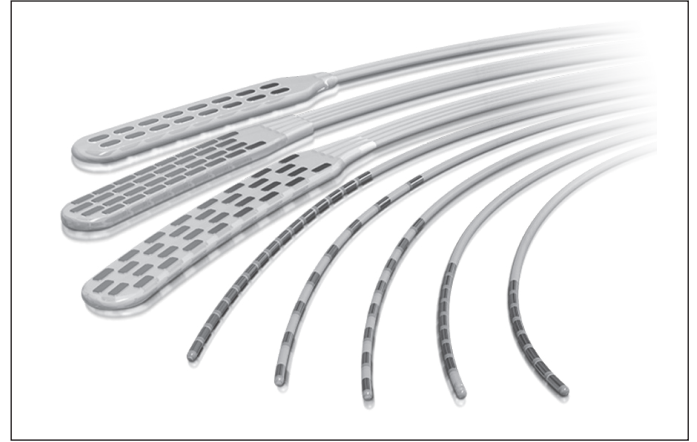
- Devam eden psikolojik bozukluklar
- Edinsel faktörler (sekonder kazanç)
- Mesleki uyumsuzluk veya düşük fonksiyonel kapasite
- Somatoform ağrı bozukluğuna yol açan psikojenik faktörler

## SPİNAL KORD STİMÜLASYONU CERRAHİSİ

Spinal Kord Stimülasyonu girişiminin en kritik safhası ilk aşama olarak gerçekleştirilen test safhasıdır. Bu test dönemi sırasında hastanın ağrılarında ve bilumum şikayetlerinde en az %50'lik bir azalma hedeflenmektedir. Birazdan ayrıntılarına gireceğimiz cerrahinin bu test aşamasında epidural alana yerleştirdiğimiz elektrot bir uzatma kablosu aracılığıyla harici bir enerji kaynağına bağlanmakta ve hasta ortalama 2 hafta süreyle takibe alınmaktadır. Bu süre sonuna kadar hastanın şikayetlerinde en az %50'lik bir azalmanın gerçekleşmesi test döneminin başarılı olduğu anlamına gelmekte olup kalıcı pil aşamasına geçilebileceğini göstermektedir. Başarısız test dönemi sonucunun kalıcı pil yerleştirilmesi için mutlak kontrendikasyon olduğu unutulmamalı dolayısıyla test dönemi her hastada mutlaka gerçekleştirilmeli ve şüpheli durumlarda bu test dönemi 3 haftaya kadar uzatılmalıdır. Ancak uzatılmış test döneminin enfeksiyon riskini de artırabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Spinal Kord Stimülasyonu cerrahisi sırasında epidural alana yerleştirdiğimiz elektrotlarımızın 2 türü mevcuttur (Şekil 1).

1. Perkütan elektrot
2. Cerrahi elektrot



Şekil 1: Cerrahi ve perkütan elektrot çeşitleri.

Perkütan ve Cerrahi Elektrotların kendi aralarında değişen avantaj ve dezavantajları mevcuttur (Tablo 1). Perkütan elektrotların, lokal anestezi altında yerleştirilebilmesi, iki farklı elektrotun kullanılabilmesi, dolayısıyla farklı seviyelere yerleştirilebilmesi, yerleştirme sırasında elektrotun yerleştirildiği seviyenin hastadan alınan geri dönüşlere göre optimum olmasının sağlanması gibi avantajları olması mevcuttur. Ancak ilgili seviyede veya elektrotun ilerletileceği yol boyunca geçirilmiş spinal cerrahi ve buna bağlı olarak epidural alanda fibrozis varlığında, cerrahin perkütan yaklaşım konusunda tecrübesiz olması durumunda, Epidural mesafede elektrotun ilerleyişini engelleyebilecek derecede bir darlığın mevcudiyeti durumunda cerrahi elektrot yerleştirilmesi önerilmektedir.

**Tablo 1:** Perkütan ve Cerrahi Yaklaşımların Avantaj-Dezavantaj Karşılaştırması

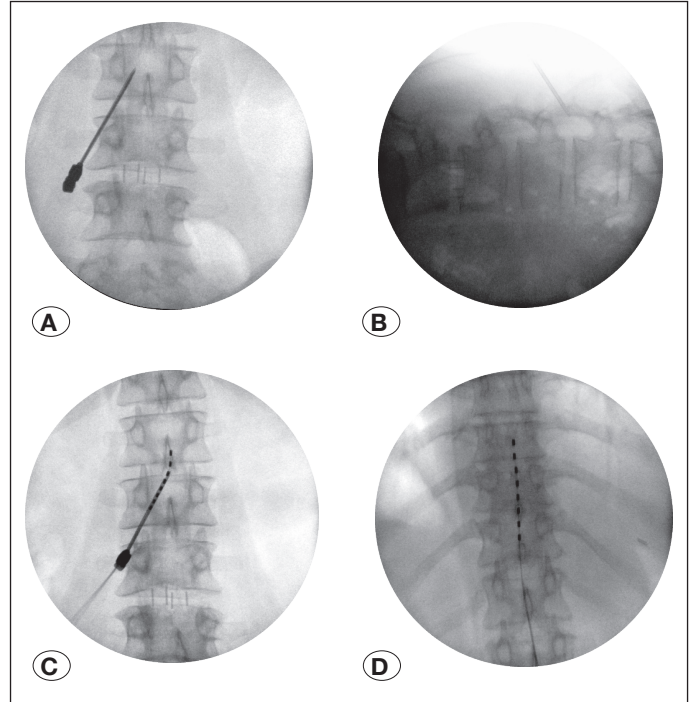
| Perkütan                        | Cerrahi                            |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Yerleştirmesi Kolay 🟢           | Laminektomi - Laminotomi Gerekir 🚫 |
| LAA 🟢                           | GAA 🚫                              |
| Cerrahi sırasında test 🟢        | Test şansı düşük 🚫                 |
| Migrasyon riski yüksek 🚫        | Migrasyon riski düşük 🟢            |
| Fibrozisde yapılamaz 🚫          | Her Koşulda 🟢                      |
| Daha yüksek enerji gerektirir 🚫 | Pozisyonla stim. değişimi nadir 🟢  |

## PERKÜTAN YÖNTEM TEKNİĞİ

Spinal Kord Stimülasyonu girişiminde her cerrahide olduğu gibi pozisyonlama çok önemlidir. Girişim C kolu skopi eşliğinde yapılacağından hasta düz yatmalı ve masanın radyolüsent oluşuna ve görüntüyü engelleyecek ek bir ara parça olmadığına özen gösterilmelidir. Prone pozisyonda gerekli saha temizliği ve örtümü takiben lokal anestezi eşliğinde ve skopi yardımıyla sağ veya sol L4 pedikülünün mediali iğne giriş yeri olarak hedeflenir. Tuohy iğnesi (14 G Touhy / 16 G R-K) ve skopi yardımıyla 45 derece dikey açı ile orta hatta doğru ilerlenerek epidural aralığı girilir (Şekil 2).

**Şekil 2:** 14G Tuohy iğnesinin giriş açısı.

Epidural mesafeye giriş skopinin laterale alınmasıyla kontrol edilir ve "loss of resistance" yöntemi ile epidural mesafeye ulaşıldığı doğrulandıktan sonra yönlendirilebilir elektrot hedeflemiş olduğumuz ağrı dermatomuyla uyumlu spinal seviyeye skopi altında ilerletilir. Elektrotun tam olarak orta hatta oluşuna dikkat edilmelidir. Seviye konusunda emin olunduktan sonra elektrot harici bir jeneratöre bağlanarak test akımları epidural alana gönderilir ve hastaya elektriksel akımları tam olarak ağrının olduğu bölgelerde hissedip hissetmediği sorularak hastadan gelen bu geri bildirimlere göre elektrot ileri veya geri hareket ettirilir. Bu şekilde elektrotun seviyesinin tam da hastanın ağrısı hissettiği dermatomu inerve eden seviyede olması amaçlanır.

**Şekil 3:** A) İğnenin giriş noktası ve açısı. B) İğnenin epidural mesafeye girişi. C) Elektrotun epidural mesafeye girişi. D) Elektrotun ilgili spinal seviyeye ilerletilişi.

Zaten perkütan yerleşimin en büyük avantajlarından biri de budur. Hastadan tatmin edici bir yanıt alınması halinde elektrot bir uzatma kablosuna bağlanarak geçici harici pile bağlanarak hasta test dönemine alınır (Şekil 3A-D).

## CERRAHİ YÖNTEM TEKNİĞİ

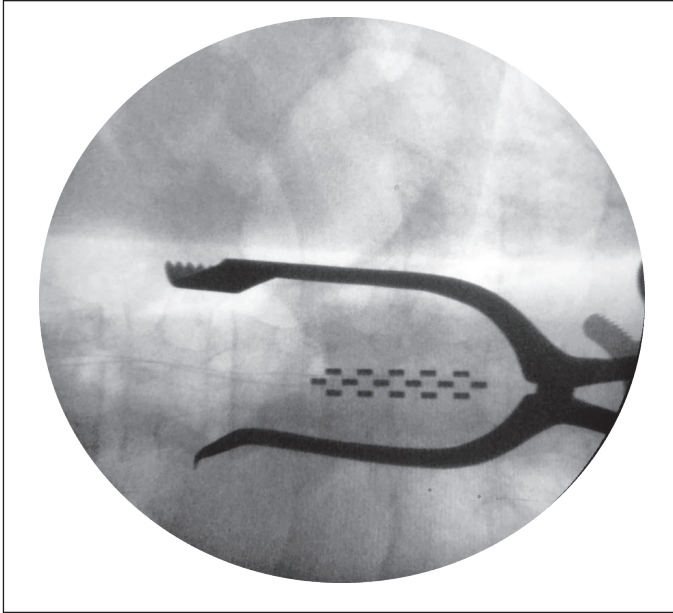
Cerrahi yöntemde de pozisyonlama yine aynıdır ancak bu girişim laminektomi sebebiyle genel anestezi altında yapılmaktadır. Skopi yardımıyla hastanın mevcut ağrı şikayetine uygun spinal seviye belirlenerek (Tablo 2). Bu seviyenin 1 veya 2 lamina altına mini bir hemiparsiyel laminektomi yapılacak şekilde küçük bir insizyonla cilt-ciltaltı geçilir. Paravertebral adaleler nazikçe sıyrılarak lamina ortaya çıkartılır. Hemiparsiyel orta hatta yakın mini bir laminektomi ve gerekirse flavektomi yapılarak epidural mesafe ortaya konulduktan sonra skopi altında kılavuz yardımı ile cerrahi elektrot epidural mesafede hedeflenen bölgeye skopi yardımı ile yerleştirilir. Elektrotun orta hatta olmasına azami dikkat

gösterilir (Şekil 4). Ardından tıpkı perkütan yöntemde olduğu gibi mevcut elektrotun uzatma kabloları uzak bir noktadan ciltten çıkılarak harici bir jeneratöre bağlanarak hasta test dönemine alınır.

Bu yöntemde hasta genel anestezi altında olduğundan hastaya, elektriksel akımların tam olarak ilgili ağrı bölgesini kapsayıp kapsamadığı sorulamaz. Cerrahi yaklaşımın en önemli dezavantajı bu olup bu problemin önüne geçmek için intraoperatif nöromonitörizasyona da başvurulabilir.

## KOMPLİKASYONLAR

Tüm cerrahi işlemlerde olduğu gibi spinal kord stimülasyonunda da komplikasyon olarak enfeksiyon önemli bir yere sahiptir. Bunun dışında leadlerin yerinden oynaması, stimülasyon bölgesinde ağrı olması, hematoma, BOS sızıntısı, seroma gelişimi, stimülasyonun hastaya rahatsızlık hissi vermesi, cilt altında kalıcı güç kaynağının olduğu bölgede suture hattında açılmalar



Şekil 4: Cerrahi yöntemle yerleştirilmiş elektrot.

olması ve uygulama esnasında spinal kord yaralanması (oldukça düşük oranlarda) sayılabilir. Ancak böyle bir olası komplikasyon durumunda tedavinin sonlandırılması değil yenilenmesi önerilmektedir (9).

Mekhail ve ark.ları Cleveland kliniğinde yapmış oldukları araştırma sonucunda 707 hastalık olgu serisinde hiçbir hasta da nörolojik defisit ya da ölüm gibi ciddi bir komplikasyon olmadığını, ağrı, hedef analjezi etkisine ulaşamama, enfeksiyon, seroma, lead migrasyonu, lead kopması gibi komplikasyonlar belirtmişlerdir. Bunlar içerisinde de en sık implantasyon yapılan 527 hastanın 119 unda (%22,6) lead migrasyonu ilk sırada yer alırken bunu 50 hasta da (%9,5) lead bağlantı bozukluğu ve 33 (%6) hastada lead kırılması takip etmiştir, 707 hastanın 32 tanesinde (%4,5) enfeksiyon rapor edilmiştir (9). Ülkemizde yapılmış bir çalışma da ise Özdemir ve ark.ları 62 hastalık bir seride 9 hastada (%14,5) komplikasyon geliştiğini bunlar içinde de en sık 3 hastada görülen enfeksiyon geliştiğini, 1 hastada hematoma, 1 hastada lead migrasyonu, 2 hastada sinyal yetersizliği, 1 hastada yanma tarzı ağrı ve 1 hastada da BOS sızıntısı geliştiğini raporlamışlardır (12).

Spinal kord uygulaması şiddetli, medikal tedaviye cevapsız ve kişilerin sosyoekonomik düzeyini oldukça düşüren ağrı durumlarında oldukça başarılı sonuçlar elde edilmesine olanak sağlamıştır. Kumar ve ark. yaptıkları bir çalışmada 24 aylık takip sonucunda nöropatik ağrı hastalarının yaşam kalitesinde belirgin düzelme, ağrıda önemli ölçüde azalma ve fonksiyonel kapasitelerinde artış gözlemlediklerini bildirmişlerdir (7,8). Ayrıca bir başka çalışmada Yılmaz ve ark. ağrıyı gidermenin yanında iskemik hasarı önleme ve uzuvun amputasyonunu da engelleyebildiğini göstermişlerdir (20). Geçirilmiş bel cerrahisi sendromunda da inatçı ağrılara karşı belirgin boyutta olumlu farklılık olduğunu gösteren çeşitli çalışmalar yayınlanmıştır (10). Refleks sempatik distrofilerdeki ağrıyı da yaşam kalitesini artıracak düzeyde azalttığını belirten çalışmalar mevcuttur (15). Sanders ve ark.ları 2001 ve 2011 yılları arasında spinal kord stimülasyonu yapılan hastaların retrospektif ağrı skoru, hasta memnuniyeti ve opioid kullanımları yönünden değerlendirmişlerdir. Çalışmaya alınan 199 hastanın Spinal kord stimülasyonu öncesi kullandığı oral morfin eş değeri dozu kaydedilmiş ve 50.19 ortalama olarak hesaplanmış. Spinal kord stimülasyonu sonrası bu değerin 1. yıl

Tablo 2: Ağrı Dermatoma Göre Spinal Elektrotun Giriş ve Hedeflenen Aralıklar

| Ağrı lokalizasyonu                  | Perkütan için Giriş noktası | Cerrahi veya Perkütan içi hedeflenen aralık |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|
| Boyun bölgesi ağrısı                | C7 – T2                     | C3 ve üzeri                                 |
| Omuz bölgesi ağrısı                 | T3 – T5                     | C5 ve üzeri                                 |
| El bölgesi ağrısı                   | T3 – T5                     | C5 – C6                                     |
| Üst Torasik Seviye (angina)         | L3-T4                       | T1-T2                                       |
| Alt Torasik Seviye (abdominal ağrı) | T3-T4                       | T5-T6                                       |
| Bel ağrısı                          | L2-L4                       | T8-T10                                      |
| İnguinal Bölge ağrısı               | L4                          | T11-L1                                      |
| Kalça ve Diz bölgesi ağrısı         | L4                          | T10-T12                                     |
| Bacak ve bilek bölgesi ağrısı       | L4                          | T11 – T12                                   |
| Ayak bölgesi ağrısı                 | L4                          | T12 – L1                                    |

sonunda 28.91'e düşerek ne kadar önemli bir etki gösterdiğini ispatlamıştır (14).

## SONUÇ

Spinal Kord Stimülasyonu Kronik ağrı durumlarında olduğu kadar spesifik ağrı sendromlarında da giderek kullanımı artan bir uygulama olup hakkında yapılan çalışmaların artmasına korele olarak kullanımı da giderek artmaktadır. Yakın gelecekte etki mekanizması ile ilgili çalışmalar bize daha net bilgi sunduğunda daha fazla kullanım alanı oluşacağı aşikârdır. Hasta memnuniyeti üzerine yapılan çalışmalarında gösterdiği üzere bu uygulama sonrasında yaşam kalitesi anlamında ciddi düzelmeler ve opioid gibi güçlü analjeziklerin kullanımında da ciddi azalmalar olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı sosyoekonomik açıdan gayet olumlu sonuçları bulunmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Bekhtereva N, Bondarchuk A, Smirnov V, Meliucheva L: Therapeutic electric stimulation of deep brain structures. *Voprosy neirokhirurgii* 36:7-12, 1972
2. Breivik H, Collett B, Ventafridda V, Cohen R, Gallacher D: Survey of chronic pain in Europe: prevalence, impact on daily life, and treatment. *European journal of pain* 10:287-333, 2006
3. Cui JG, Meyerson BA, Sollevi A, Linderöth B: Effect of spinal cord stimulation on tactile hypersensitivity in mononeuropathic rats is potentiated by simultaneous GABA(B) and adenosine receptor activation. *Neuroscience letters* 247:183-186, 1998
4. de Sola H, Salazar A, Dueñas M, Ojeda B, Failde I: Nationwide cross-sectional study of the impact of chronic pain on an individual's employment: relationship with the family and the social support. *BMJ Open* 6:e012246-e012246, 2016
5. Dubuisson D: Effect of dorsal-column stimulation on gelatinosa and marginal neurons of cat spinal cord. *Journal of neurosurgery* 70:257-265, 1989
6. Dueñas M, Salazar A, Ojeda B, Fernández-Palacín F, Micó JA, Torres LM, Failde I: A nationwide study of chronic pain prevalence in the general Spanish population: identifying clinical subgroups through cluster analysis. *Pain Medicine* 16:811-822, 2015
7. Kumar K, Taylor RS, Jacques L, Eldabe S, Meglio M, Molet J, Thomson S, O'Callaghan J, Eisenberg E, Milbouw G, Buchser E, Fortini G, Richardson J, North RB: Spinal cord stimulation versus conventional medical management for neuropathic pain: a multicentre randomised controlled trial in patients with failed back surgery syndrome. *Pain* 132:179-188, 2007
8. Kumar K, Taylor RS, Jacques L, Eldabe S, Meglio M, Molet J, Thomson S, O'Callaghan J, Eisenberg E, Milbouw G, Buchser E, Fortini G, Richardson J, North RB: The effects of spinal cord stimulation in neuropathic pain are sustained: a 24-month follow-up of the prospective randomized controlled multicenter trial of the effectiveness of spinal cord stimulation. *Neurosurgery* 63:762-770, 2008
9. Mekhail NA, Mathews M, Nageeb F, Guirguis M, Mekhail MN, Cheng J: Retrospective review of 707 cases of spinal cord stimulation: indications and complications. *Pain practice : the official journal of World Institute of Pain* 11:148-153, 2011
10. North RB, Kidd DH, Farrokhi F, Piantadosi SA: Spinal cord stimulation versus repeated lumbosacral spine surgery for chronic pain: a randomized, controlled trial. *Neurosurgery* 56:98-106; discussion 106-107, 2005
11. Oakley JC, Prager JP: Spinal cord stimulation: mechanisms of action. *Spine* 27:2574-2583, 2002
12. Özdemir İ, Akbaş M, Yeğin A, Dağıstan G, Erkan DÖ: Spinal kord stimülasyonu uygulanan 62 hastanın retrospektif değerlendirilmesi. *Ağrı* 29:2017
13. Parekh RN: Clinical indications for spinal cord stimulation. *Seminars in Spine Surgery* 29:147-149, 2017
14. Sanders RA, Moeschler SM, Gazelka HM, Lamer TJ, Wang Z, Qu W, Hoelzer BC: Patient Outcomes and Spinal Cord Stimulation: A Retrospective Case Series Evaluating Patient Satisfaction, Pain Scores, and Opioid Requirements. *Pain practice : the official journal of World Institute of Pain* 16:899-904, 2016
15. Schuchard M, Krames ES, Lanning R: Intraspinal Analgesia for Nonmalignant Pain: A Retrospective Analysis for Efficacy, Safety and Feasibility in 50 Patients. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 1:46-56, 1998
16. Stillings D: The first use of electricity for pain treatment. *Medtronic Archive on Electro-Stimulation* 1971
17. Sweet WH, Wepsic JG: Treatment of chronic pain by stimulation of fibers of primary afferent neuron. *Transactions of the American Neurological Association* 93:103-107, 1968
18. Thomson S, Huygen F, Prangnell S, De Andrés J, Baranidharan G, Belaid H, Berry N, Billet B, Cooil J, De Carolis G, Demartini L, Eldabe S, Gatzinsky K, Kallewaard JW, Meier K, Paroli M, Stark A, Winkelmüller M, Stoevelaar H: Appropriate referral and selection of patients with chronic pain for spinal cord stimulation: European consensus recommendations and e-health tool. *European journal of pain (London, England)* 24:1169-1181, 2020
19. van Eijs F, Smits H, Geurts JW, Kessels AG, Kemler MA, van Kleef M, Joosten EA, Faber CG: Brush-evoked allodynia predicts outcome of spinal cord stimulation in complex regional pain syndrome type 1. *European journal of pain (London, England)* 14:164-169, 2010
20. Yılmaz A, Yıldızgören MT, Melek İ, Doğan OV: Spinal cord stimulation may improve not only intractable pain but also necrotic wounds. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation* 64:288-290, 2018
21. Zhang TC, Janik JJ, Grill WM: Mechanisms and models of spinal cord stimulation for the treatment of neuropathic pain. *Brain research* 1569:19-31, 2014

## Usta Kalfa Söyleşisi: Uyanık Kraniotomi ve Zorlukları

**Dr. Sertaç İŞLEKEL<sup>1</sup>, Dr. Ali AKAY<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Serbest Hekim, İzmir

<sup>2</sup>İzmir Ekonomi Üniversitesi, Medical Park Hastanesi, Nöroşirurji Kliniği, İzmir

**U**yanık kraniotominin tarihçesi arkeolojik çalışmalara göre M.Ö.5000 yıllarına dayanmaktadır. Bu uygulama bilinen en eski tedavi yöntemlerinden biridir. Özellikle sara hastalarına, trepanasyon için uygulanır ve kötü ruhların dışarı çıktığına inanılırdı. Modern zamanlarda ise yine şaşırtıcı bir şekilde, epilepsi hastalarının cerrahi tedavisinde, gelişen teknolojinin katkıları ile kortikal haritalama sayesinde epileptik odakların uyanık kraniotomi ile rezeksiyonu başarıldı. Gelişen nöronavigasyon, intraoperatif monitörizasyon ve uyanık kraniotominin sağladığı gerçek zamanlı nörolojik izlem sayesinde özellikle motor korteks ve verbal kortekse yerleşen gliomların tedavisinde altın standart yöntem haline gelmiştir. 1980'lerde başlayan uyanık kraniotomi deneyimi özellikle son yıllarda tüm dünyada yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Ülkemizde uyanık kraniotomi cerrahisi, son yıllarda belirgin bir şekilde yaygınlaşmış ve popüler olmuştur. Bu yöntemi uzun yıllardır gliomaların cerrahisinde kullanan ve yaptığı çalışmalarla ülkemizde uyanık kraniotominin öncüsü olan Prof. Dr. Sertaç İşlekel hocamızla, uyanık kraniotomi ile ilgili tecrübelerinden faydalanmak için bir söyleşi yapacağız. Söyleşimize hocamızın kısa bir özgeçmişinden başlamak istiyorum.

İzmir doğumlu (1959) Dr. İşlekel, eğitim hayatını İzmir'de (Gazi İlkokulu, Saint Joseph Ortaokulu, Atatürk Lisesi ve Ege Üniversitesi Tıp Fakültesinde) tamamlamıştır. Tıp eğitimi sırasında Rotterdam ve Sarejevo Üniversite Hastaneleri beyin cerrahisi kliniklerinde staj yapmıştır. Tıp fakültesi öğrenciliği süresince beyin cerrahisi ameliyatlarında ameliyat asistanlığı yapmış ve deneysel bir çalışma ile TÜBİTAK proje yarışmasında üçüncülük ödülü almıştır. Beyin Cerrahisi Uzmanlık Eğitimini Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin Cerrahisi Kliniğinde tamamlamış, ihtisas döneminde Londra National Hospital (Institute of Neurological Sciences) Beyin Cerrahisi Kliniğinde Fellow olarak çalışmıştır. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin Cerrahisi Kliniğinde 1993 yılında Yardımcı Doçent Doktor, 2000 yılında Doçent Doktor ve 2005 yılında Profesör Doktor olarak 27 yıl görev yapmıştır. 2013 yılında Üniversitedeki görevinden emekli olmuştur. Hâlen mesleğini muayenehanesinde serbest hekim olarak sürdürmektedir. Evli ve iki kız çocuk babasıdır.

Özel ilgi alanları, nöroonkoloji, stereotaktik cerrahi ve fonksiyonel nöroşirürjidir. Dr. Sertaç İşlekel, 1998 yılından bu yana iki binin üzerinde hastayı stereotaktik cerrahi yöntemleri kullanarak tedavi etmiştir. 2000 yılında spazmodik tortikollis hastalığını dünyada ilk kez unilateral derin beyin stimülasyonu tekniği ile ameliyat ederek tıp literatürüne adını yazdırmıştır. Kendi geliştirdiği



Solda usta (Dr. Sertaç İşlekel), sağda kalfa (Dr. Ali Akay)

diği sedasyon ve lokal anestezi tekniği ile uyanık beyin tümörü ameliyatlarını Türkiye'de ilk uygulayan hekim olarak binden fazla hastanın riskli bölgelerde yer alan tümörünü bu yöntem ile ameliyat etmiştir.

**Dr. Akay: Hocam, uyanık kranitomi yöntemini ilk olarak ne zaman kullandınız?**

**Dr. İşlekel:** WFNS'in 2000 yılındaki kongresinde ilk uyanık kraniotomi vakaları sunulmaya başlanmıştı. Biz de ilk kez 2001 yılında akciğer ca tanılı beyin metastazı olan genç bir hastaya uyanık kraniotomi uygulamıştık. Anestezi tarafından akciğer hastalığına bağlı olarak uyutulamaz kararı verilmişti. Rahmetli Nurcan Özdamar hocanın teşviki ile hastaya tamamen lokal anestezi ile uyanık kraniotomi ile metastazektomi uygulamıştım. Uyanık kraniotomi maceramız böyle başladı.

**Dr. Akay: Hocam bu yöntemi uyguladığınız ilk dönemlerle son dönemler arasında ne farklar var?**

**Dr. İşlekel:** İlk uyanık kraniotomi olgularında uyur-uyanık-uyur yöntemi uyguladık. Hasta motor fonksiyonların kontrol edildiği zaman aralığında ekstremitelere edilir ve sonrasında kapanış için tekrar entübe edilirdi. Bu yöntem zahmetli ve riskli idi. Başlangıç vakalarından sonra yöntemin uyur kısmı için belirli bir dönem, bispektral indeks (BİS) ölçümü ile diprivan+fentanil kullandık. Uyur dönem için anesteziistlerin deksmedetomidin +fentanil kullandığı bir dönem oldu fakat bir-iki olguda işlem sırasında

beyinde şişme olması üzerine bu sedasyon dönemini terk edip, 2006 yılından bu yana uyanık kraniotomi olgularının çoğunu sadece skalp bloğu ile yapmaktayım.

İlk dönemlerde hareket bozuklukları hastalarının lezyon cerrahisi ile tedavi edildiği dönemlere paralel olarak motor korteks stimülasyon için radyofrekans cihazının stimülasyonunu kullanıyordum. Fakat son 10 yıldır kortikal ve subkortikal stimülasyon için Ojemann bipolar stimülatör kullanıyorum.

Son dönemlerde nöronavigasyon sistemleri pratiğimizde çok fazla kullanılıyor. Özellikle düşük dereceli tümörlerin eksizyonunda DTI-navigasyon ile uyanık kraniotomiye tercih ediyorum.

**Dr. Akay: Hocam özellikle hangi beyin patolojileri bu yöntem için uygun?**

**Dr. İşlekel:** Beynin fonksiyonel bölgelerine yerleşmiş beyin lezyonları ve genel anestezi alamayan tüm kraniotomi yapılması gereken metastaz, menengioma ve vasküler lezyonlarda bu yöntemi ben tercih ediyorum.

**Dr. Akay: Hocam uyanık kraniotomi sırasında kullandığınız bir araç veya olmasa olmaz dediğiniz bir yardımcı var mı?**

**Dr. İşlekel:** Olmasa olmaz diyebileceğim bir araç yok. Çünkü yıllar öncesinde elimizde kısıtlı imkânlar varken de bu yöntemi kullanarak ameliyatlara yapmıştık. Fakat tecrübemiz ve imkânlarımız arttıkça kortikal stimülasyon işlerimizi çok kolaylaştırdı diyebilirim.

**Dr. Akay: Hocam uyanık kraniotomi yöntemi sırasında yaşadığınız ve unutamadığınız bir anı var mı?**

**Dr. İşlekel:** Var; olmaz mı? Solda silviyan fissüre komşu Broca içine yerleşmiş bir kavernom vakasında tamamen lokal anestezi altında eksizyon yaparken anevrizmanın kanaması üzerine patolojinin kavernom olmadığını anlamıştım. Sonrasında genele dönüp anevrizma cerrahisi uygulamıştım bu vakayı hiç unutmam.

**Dr. Akay: Hocam uyanık kraniotomi ameliyatı öncesinde hazırlık aşamasında sizin için en önemli noktalar nelerdir?**

**Dr. İşlekel:** Bir önceki cevapta olduğu gibi sürprizlerle karşılaşmak istemiyorsanız pre-op radyolojik değerlendirmeyi ayrıntılı yapmalısınız. Geçmiş yıllarda kortikal insizyonu belirlemede stimülasyon ve fonksiyonel MR görüntüleri çok yardımcı olurdu. Fakat son yıllarda DTI görüntüleri ameliyat öncesi ayrıntılı inceleme cerrahinin sınırlarını belirlemede çok yardımcı oluyor diyebilirim.

**Dr. Akay: Hocam uyanık kraniotomi sırasında hastalarınızda stimülasyona bağlı epileptik nöbetle karşılaşılıyor musunuz?**

**Dr. İşlekel:** Sık sık olmamakla birlikte; evet. Hatta son yaptığım uyanık kraniotomi olgusu; suplementor motor bölge yerleşimli bir gliom eksizyonunda ameliyat sırasında hasta dört kez epileptik nöbet geçirdi. Bu ihtimal için ameliyat masasında mutlaka insizyonla birlikte iv olarak hastaya antiepileptik yükleme doz veriyoruz. Kortikal haritalama sırasında kullandığımız stimülasyon parametreleri eşik değerleri aştığınızda nöbet insidansı artıyor. Bunlara dikkat etmek önemli. Uyanık kraniotomi olgularında mutlaka çivili başlık kullanıyorum, hasta nöbet geçirdiğinde anestezinin hava yoluna müdahale edilebileceği bir kafa pozisyonu vermek önemli. Hasta nöbet geçirdiğinde anestezinin midazolam ile müdahale etmesi nöbeti durdurmada çok etkili ve sonrasında genele dönmeden uyanık kraniotomiye devam etmemize yardımcı oluyor.

**Dr. Akay: Hocam uyanık kraniotomi yöntemini uygulayan veya uygulamak isteyen genç meslektaşlarınız için önerilerinizi öğrenebilir miyim?**

**Dr. İşlekel:** Tüm beyin cerrahları eğitimleri sırasında uyanık ameliyat tekniğine alışkındırlar. Özellikle kronik subdural hematomların uyanık cerrahi ile boşaltılması bu uyanık kraniotominin başlangıcı sayılabilir. Yine hareket bozukluklarının tedavisindeki cerrahi prosedürlerde uyanık cerrahi yöntemler kullanılır. İlk vakalarda basit kortikal tümörlerle eksizyon, sonrasında fonksiyonel bölgelerdeki lezyonlara geçiş bence önemli. Tabiki bir ustanın yanında belirli bir süre çalışmak tecrübelerine mutlaka çok faydalı olacaktır.

**Dr. Akay:** Hocam bu samimi ve aydınlatıcı söyleşiyi için sizlere teşekkürlerimi sunarım. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalında stajyerlik ve asistanlık dönemlerimde siz ve çok değerli birçok hocayla çalışma imkânım oldu. Son 10 yılda sizinle usta ve çirak olarak çalışma fırsatı buldum ve nöroşirürji alanında gelişimde sağlamış olduğunuz imkânlar, değerli tecrübelerinizi bizlere birebir aktararak; bu değerli bilgilerin nesilden nesile geçmesine vesile olduğunuz için ayrıca saygı ve minnetlerimi sunarım.

**Dr. İşlekel:** Ben de TND Fonksiyonel Grup Yönetim Kuruluna bültende böyle bir söyleşiye yer verdiği için teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca uyanık kraniotomi tecrübelerimizi görmek isteyen tüm meslektaşlarımıza kapımız açık, bunu belirtmek isterim.

# Parkinson Hastalarında Derin Beyin Stimülasyonu Sonrası Batarya Programlama ve Hasta Yönetimi

Dr. Yıldız DEĞİRMENCİ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*İstanbul Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, İstanbul*

<sup>2</sup>*İstanbul Medipol Üniversitesi, Parkinson Hastalığı ve Hareket Bozuklukları Merkezi, İstanbul*

## ÖZET

Derin beyin stimülasyonu (DBS), ileri evre Parkinson hastalığının semptomatik tedavisinde etkin cihaz destekli tedavi seçeneklerindendir. Sıklıkla seçilen hedefler arasında subtalamik nükleus (STN) ve Globus Pallidus interna (Gpi) yer alır. Daha az sıklıkla, seçilmiş Parkinson hastalarında talamik Ventral Intermidiate nükleus (Vim) da hedeflenir. DBS batarya programlaması nörostimülasyon bilgi ve deneyiminin yanı sıra hedef çekirdeklere ilişkin anatomik ve fizyolojik bilgi sahibi olmayı da gerektirir. Bu derlemede DBS temel programlama prensipleri ve postoperatif hasta yönetimi yaklaşımları ilgili sunulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Parkinson hastalığı, Derin Beyin Stimülasyonu, Batarya programlama, Hasta yönetimi

## ABSTRACT

Deep brain stimulation (DBS) is one of the effective device-aided treatment options in advanced Parkinson's disease. Commonly selected targets are subthalamic nucleus (STN) and Globus pallidus internus (GPi). Less frequently, thalamic Ventral Intermidiate nucleus (Vim) is also targeted in selected patients with Parkinson's disease. DBS battery programming requires knowledge and experience about neurostimulation, as well as anatomic and physiological information about the targeted nuclei. Basic programming principles in DBS and the approaches to postoperative patient management is presented in this review.

**Keywords:** Parkinson's disease, Deep Brain Stimulation, Battery programming, Patient management

## GİRİŞ

Derin beyin stimülasyonu (DBS), ileri evre Parkinson hastalığının (PH) semptomatik tedavisinde önemli yer tutan bir cihaz destekli tedavi yöntemidir. İleri evre Parkinson hastalığı olarak tanımlanan ve hastalarda en iyi medikal tedaviye cevabın yetersiz kalmaya başladığı, motor ve non-motor dalgalanmaların izlendiği, hastaların semptomatik gereksinimleri doğrultusunda düzenlenen ilaç kullanım sıklığı ve dozlarındaki değişimlerle ilaca bağlı özürleyici diskinezilerin görüldüğü döneme ek olarak, farmakolojik tedaviye dirençli tremorun varlığında yaygın olarak kullanılmaktadır (1).

Parkinson hastalığının kardinal bulguları ile, non-motor ve motor dalgalanmalar, diskineziler üzerinde de etkinlikleri nedeniyle sıklıkla hedeflenen derin çekirdekler arasında subtalamik çekirdek (STN), globus pallidus interna (GPi) yer alır. Parkinson hastalığına bağlı tremorun tedavisinde ventral intermedietal-talamik çekirdek (Vim) de hedeflenebilmekle birlikte, bradikinezi ve rijidite gibi diğer kardinal motor semptomlar üzerinde etkili olmaması nedeniyle sık tercih edilmemektedir (2,3).

DBS operasyonu sonrasında hastaların yönetimi, hedeflenen semptomatik etkinliği sağlayacak en iyi batarya programlamasının yapılmasının yanı sıra, DBS ilişkili etki-olası yan etki profillerinin taranarak dokümanite edilmesini ve eş zamanlı olarak

ilaç tedavilerinin düzenlenmesini içeren uzun soluklu bir süreçtir. Bu sürecin başarıyla yönetilebilmesinde, fonksiyonel anatomiye hâkim, DBS sistemlerine ilişkin bilgi, teknik yeterlilik ve tecrübe sahibi olan hareket bozuklukları uzmanlarının varlığı kadar, hasta ve yakınlarının süreç hakkında önceden bilgilendirilmiş olmaları ve gerçekçi beklentiler içinde olarak sürece uyum sağlamaları büyük önem taşımaktadır.

## DERİN BEYİN STİMÜLASYONU ETKİ MEKANİZMALARI

Derin beyin stimülasyonun etki mekanizması hâlen tam anlaşılamamış olsa da, yüksek ve düşük frekanslı DBS ile stimüle edilen hedefte ve efferent aksonlarda eksitasyon oluşturarak adeta lezyon benzeri etki gösterdiği ve ikincil olarak bazal ganglia-talamik-kortikal entegre sistem etkileniminin DBS ilişkili terapötik etkinlikte önemli rol oynadığı günümüzde kabul gören görüşlerdendir (4,5).

DBS ile etkin bir klinik etkinlik için anahtar özellik, temelde hedef bölgede aksiyon potansiyeli oluşturan nöronal elementlerin sayısını ve spasyal yayılımını kontrol edebilmektir (5). Bu kontrolün en efektif düzeyde yapılabilmesi, elektrot üzerindeki aktif kontakt lokalizasyonuna, elektrot polaritesine, amplitüdü, dalga boyu ve frekansı gibi stimülasyon parametrelerine bağlıdır.

## STİMÜLASYON PARAMETRELERİ

### Elektrot Polaritesi

Günümüzde teknolojisinde kuadripolar elektrotların yanı sıra daha fazla kotakt noktası olan elektrotlar da kullanılmaktadır. Her elektrot kontağını monopolar veya bipolar düzende programlamak mümkündür.

Puls jeneratörün pozitif yani anot, elektrotun negatif yani katot olduğu programlama *monopolar stimülasyon* olarak bilinir ve sıklıkla uyarılan hedef içinde katot etrafında dairesel bir doku aktivasyon alanı oluşturur. Daha düşük stimülasyon yoğunluğu ile klinik etkinlik sağlayabildiğinden ve daha az enerji harcayarak batarya ömrünü koruması açısından genellikle ilk programlamada monopolar stimülasyon tercih edilir. Katot ve anodun hedef çekirdekteki elektrot üzerindeki kontaklardan seçildiği programlama ise *bipolar stimülasyon* olarak bilinir. Katota yakın maksimal etkinlik sağlayan bu uyarımda daha dar ve daha odaklı bir akım alanı oluşturulduğundan, akımın komşu yapılara yayılımı engellenerek olası yan etkilerden kaçınmak mümkündür. Bu iki temel stimülasyon dışında biririne yakın ve/veya uzak komşulukta bulunan kontaktların uyarımıyla çoklu monopolar stimülasyon yöntemleri de uygulanabilir (4,5).

### Empedans

Akıma karşı oluşan direnç olarak tarif edilen empedans değeri programlama seansları öncesinde mutlaka kontrol edilmelidir. Birimi ohm ( $\Omega$ )'dur ve normal değerleri aktif monopolar kontaktlar için 2000  $\Omega$ 'dan düşük, bipolar kontaktlar için ise 4000  $\Omega$ 'dan düşük olmalıdır. Bu değerlerin üzerindeki empedans "açık devre" uyarısı anlamına gelirken, düşük empedans durumunda "kısa devre" şüphesi ile mutlaka DBS sistemleri kablolarında ve/veya uzantılarda kopma, kırılma veya bağlantı problemleri açısından kontrol edilmelidir (4,6).

### Amplitüd

Voltaj dalgalanmalarının miktarını ve dolayısıyla uyarının etki alanını belirleyen temel stimülasyon parametresidir. Dokuya geçen voltaj miktarı ise "**akım**" olarak adlandırılır. Amplitüd artışıyla birlikte, stimüle edilen elektrodun etrafındaki nöral yapılar giderek artan mesafede uyarılırlar. DBS için bu akım-mesafe ilişkisi net olarak bilinmemekle birlikte, standart stimülasyon parametreleri için akım ile uyarılan mesafenin radyal bir yayılımla kabaca 2 ila 5 mm olduğu tahmin edilmektedir. Sabit akım sağlayan puls jeneratörler için birimi Volt (V)'dur. Programlama esnasında kullanılan amplitüd, etki ve yan etki profilleri göz önüne alınarak genellikle 1-4 V arasındadır (4,7).

### Dalga Boyu

DBS sistemlerinde dağıtılan her bir elektrik dalgasının süresini tanımlamak için kullanılır ve "genlik" olarak ifade edilir. Birimi mikrosaniye ( $\mu$ s) olan dalga boyu artırıldıkça, aynı doku hacminde daha fazla sayıda ve farklı nöronal yapılar uyarılır (4,8).

### Frekans

Genel olarak DBS klinik etkinliği yüksek frekanslı stimülasyona dayalıdır. Tanım olarak saniyedeki elektriksel dalga sayısı olarak ifade edilir (4).

## DERİN BEYİN STİMÜLASYONU PROGRAMLAMA

Derin beyin stimülasyonu operasyonu sonrası bataryanın açılması ve ilk programlamanın zamanlaması, her ne kadar programlayıcılara ve merkezlere göre değişiklik gösterebilse de, genel kabul edilen görüş, mikrolezyon etkisinin ortadan kalktığı operasyondan sonraki 1 ila 4 haftalık zaman dilimidir. Sonraki süreçlerde dopaminerjik ilaçlar düzenlenerek, parkinsonizm semptomlarını düzelterek en iyi stimülasyon parametreleri ile hasta aralıklı kontrollerle değerlendirilerek takibe alınır (9).

### İlk Programlama ve Stabilizasyon Dönemi

Hastanın kullandığı tüm ilaçlar, postoperatif görüntüleme bulguları ve eğer varsa intraoperatif mikroeletrot kayıt ve makrostimülasyon etki/yan etki değerlendirme kayıtları ilk programlama öncesinde incelenmelidir. Başlangıç programlamadaki amaç off dönem parkinsonizm bulgularını düzelterek ve varsa on diskinezisini baskılayan en iyi stimülasyonu sağlamak olduğundan, hastanın son ilaç dozundan (özellikle levodopa) 12 saat geçtikten sonra "kapalı" yani "off" durumunda görülmesi gerekir (9). "Off" durumunda hastanın en özürleyici bulguları görünür hâle geldiğinden, ilk programlamada bu bulguları düzelterek stimülasyon parametreleri aranır.

İlk olarak baskın semptomların olduğu taraftan başlanarak, her bir taraf için 30 ila 60 dakika ayırılacak şekilde, iki tarafta programlama yapılmalıdır. Programlamaya başlamadan önce her bir taraf için empedans ölçümleri yapılarak kayda alınır. Akabinde her bir taraf için ayrı ayrı olmak üzere, monopolar stimülasyonda, temel parametreler (dalga boyu 60  $\mu$ s, frekans 130 Hz) ile dört (veya sekiz) kontakt, 1V' dan başlayarak 0.2-0.5 V'luk kademeli amplitüd artışlarıyla parkinsonizm bulgularını düzelterek voltaj ve varsa yan etkiler ve yan etki çıkaran voltaj kaydedilir. Yönlendirilmiş akımlı elektrotlar ile (directional) olası yan etkilerden kaçınmak mümkün olabilmektedir. En hızlı düzeltilen parkinsonizm bulguları tremor ve rijidite iken, bradikinezinin düzeltilmesi daha uzun sürebilir. "Off" döneminde parkinsonizm semptomlarını kontrol altına alınan "en iyi" kontakt ve parametreler saptandıktan sonra hasta "on" döneminde diskineziler açısından değerlendirilmek üzere levodopa alımından yaklaşık 1 saat sonra tekrar değerlendirilir ve 2 saate kadar gözlemlenerek tutularak takibe alınır. Bu süre içinde diskinezi ortaya çıkması hâlinde tekrar programlama yapmak gerekir. Kümülatif ilaç etkisiyle ortaya çıkabilecek diskinezilerden kaçınmak için başlangıç programlamada amplitüd olabildiğince düşük tutulmalıdır (9, 10). İlk programlama sonrası ilk 1 ay içinde stabilizasyonu sağlamak amacıyla hastaları haftada en az bir kez görmek gerekebileceğinden bu dönemi sıkı takiplerle geçirmek önemlidir.

Stabilizasyon dönemi sonrasında 6 ay ila 1 yıla kadar uzatabilen bir süre hastaları ayda bir kez değerlendirmek gerekir. Her değerlendirme sırasında puls jeneratör bölgesi, baş bölgesindeki yara yerleri gözden geçirilmeli, empedans ölçümleri yapılmalı, stimülasyon parametreleri etki ve yan etkiler açısından değerlendirilmeli ve kullanılan dopaminerjik ilaçlar, özellikle STN-DBS uygulanmış hastalar için kontrollü bir şekilde gözden geçirilmeye başlanmalıdır (11). Volkmann ve ark. tarafından önerilen terapötik parametreler, 2-250 Hz arası frekans ve 60-210  $\mu$ s arası dalga boyu ile 1-3,6 V amplitüd olarak bildirilmiştir. Amplitüdde 3.6 V'un üzerindeki artışların terapötik etkide belirgin

bir farka sebep olmaksızın pil ömrünü azalttığı bilinmektedir (12). Ancak bu değerlerin, farklı hedefler için değişken etkinlik gösterebileceğini unutmamak gerekir. Örneğin motor bulguların düzeltilmesi için ideal olan 130 Hz'lik frekansın, tremor sağaltımında 180n Hz'e kadar artırılabilirliğini akılda tutmak gerekir. Benzer şekilde GPi DBS için dalga boyunun standart parametrelerden daha yüksek (90-450 µs) olarak ayarlanabileceğini, yine Vim DBS için de 90-120 µs'lık yüksek dalga boyunun gerekli olabileceğini unutmamak gerekir (3,12).

#### Yan Etkilerin Takibi

Yan etkilerin takibinde hedef çekirdeklerin anatomik lokalizasyonları hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. STN-DBS operasyonu sonrası akut dönemde sık görülen yan etkiler arasında direkt uyarıma bağlı olarak hipomani ve duygudurum, davranış değişiklikleri, diskinezi, konjüge oküler deviasyon, stimülasyonun komşu yapıları yayılımı sonucu oluşan kontraksiyonlar, konuşma ve denge bozuklukları, rijidite artışı, monoküler deviasyonlar ve davranış değişiklikleri sık görülen yan etkilerdendir. Sıklıkla stimülasyon amplitüdünün azaltılması, başka bir kontage veya sistem uygunsa yönlendirilmiş akımlı kontage geçilmesi, bipolar stimülasyona geçilmesiyle düzeltilebilir. STN-DBS operasyonu sonrası dönemlerde hastalar kilo artışı açısından da takibe alınmalıdır (13).

Hedef bölge, daha geniş bir çekirdek olan GPi olduğunda, yan etkiler daha nadir olmakla birlikte gözde ışık çakmaları (fotopsi), tonik kontraksiyon ve parestezi yakınmalar ile bulantı izlenebilir. İlaç tedavilerinde azaltma yapma olanağının Ventral kontakt uyarımının bradikineziyi artırabileceği akılda tutulmalıdır (14).

Parkinson hastalığında, ilaçlara dirençli tremor varlığında ve ancak diğer bulguların dopaminerjik tedaviyle iyi kontrol altında olduğu vakalarda seçilebilen bir hedef olan Vim-DBS operasyonu sonrası en sık bildirilen stimülasyon ilişkili yan etkiler dizartri ve ataksidir (15).

#### İlaç Tedavisinin Düzenlenmesi

STN DBS operasyonu sonrasında stabilizasyon evresi geçildikten sonra aralıklı kontroller esnasında hastaların ilaç tedavilerini azaltabilmek mümkündür. İlaçların kademeli olarak haftalar içinde azaltılması, özellikle levodopa ile indüklenen diskinezilerin sağaltımında da önemli yer tutar. Erken dönemde ve hızlı ilaç azaltımları, dopaminerjik ilaç çekilme sendromlarına yol açarak mani, apati, depresyon gibi duygudurum değişiklikleri ve hatta parkinsonizm bulgularında artışa sebep olabilirler. Bu bulgulardan kaçınmak için, ilaç azaltımı stimülasyon parametreleri optimize edildikçe, ileri dönemde yavaş ve kademeli olarak yapılmalıdır (16).

#### Batarya Ömrü Takibi

Batarya ömrü, stimülasyon konfigürasyonu ve parametrelerine ve kullanılan nörostimülatör tipine bağlı olarak değişir. Yüksek parametreler ile stimülasyon batarya ömrünün daha hızlı tükenmesine yol açarak puls jeneratör değişimini süresini kısaltır. Şarj edilebilen bataryalarda günlük veya haftalık olarak belirli sürelerde düzenli şarj edilmek şartıyla değişim gereksinimi olmazken, şarj edilemeyen bataryalarda tahmini ömür 2 ila 5 yıl arasında değişmektedir (17).

## SONUÇ

DBS, Parkinson hastalığının semptomatik tedavisinde uygun ve seçilmiş hastalarda etkili bir cihaz destekli tedavi seçeneğidir. Tedavinin başarıya ulaşmasındaki rol oynayan faktörler uygun hasta seçiminin yanı sıra, doğru hedef seçimi ile intraoperatif ve/veya postoperatif komplikasyon izlenmeksizin elektrotların anatomik olarak hedefe doğru yerleştirilmesi, uygun postoperatif yara yeri ve hastalık takibinin yapılması ile batarya programlamasının en doğru şekilde yapılarak ilaç tedavilerinin optimize edilmesi, hastaların etki ve yan etki profilleri açısından yakın takibe alınmasıdır. Ancak tüm bu aşamaların başarıyla uygulanabilmesi için tüm tedavi süreçlerinin ve batarya programlamasındaki basamakların hasta ve yakınlarına ayrıntılı bir şekilde anlatılması ve gerçekçi beklentiler içinde olmalarını sağlamak büyük önem taşımaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Malek N: Deep Brain Stimulation in Parkinson's Disease. *Neurol India* 67(4):968-978, 2019. doi: 10.4103/0028-3886.266268.
2. Okun MS: Deep-brain stimulation for Parkinson's disease. *N Engl J Med.* 18;367(16):1529-38, 2012. doi: 10.1056/NEJMc1208070.
3. Benabid AL, Pollak P, Gervason C, Hoffmann D, Gao DM, Hommel M, Perret JE, de Rougemont J: Long-term suppression of tremor by chronic stimulation of the ventral intermediate thalamic nucleus. *Lancet* 337:403-406, 1991.
4. Volkmann J, Moro E, Pahwa R. Basic algorithms for the programming of deep brain stimulation in Parkinson's disease. *Movement Disorders* 21(Suppl 14): S284-S289, 2006.
5. Viswas Dayal, Patricia Limousin, Thomas Foltynie. Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation in Parkinson's Disease: The Effect of Varying Stimulation Parameters. *J Parkinsons Dis* 7(2):235-245, 2017. doi: 10.3233/JPD-171077.
6. Wei XF, Grill WM. Impedance characteristics of deep brain stimulation electrodes in vitro and in vivo. *J Neural Eng.* 6(4):046008, 2009. doi: 10.1088/1741-2560/6/4/046008.
7. Castrioto A, Volkmann J, Krack P. Postoperative management of deep brain stimulation in Parkinson's disease. *Handb Clin Neurol.* 116: 129-46, 2013.
8. Koeglsperger T, Palleis C, Hell F, Mehrkens JH, Bötzel K. Deep Brain Stimulation Programming for Movement Disorders: Current Concepts and Evidence-Based Strategies. *Front. Neurol.*, 10, 2019. doi.org/10.3389/fneur.2019.00410.
9. Wagle Shukla A, Zeilman P, Fernandez H, Bajwa JA, Mehanna R. DBS Programming: An Evolving Approach for Patients with Parkinson's Disease. *Parkinson's Disease* 1-11, 2017. doi.org/10.1155/2017/8492619.
10. Gorodetsky C, Fasano A. Basic Tips: How Do I Start Programming Deep Brain Stimulation in Parkinson Disease Patients? *Mov Disord Clin Pract.* 6;8(4):639-644, 2021. doi: 10.1002/mdc3.13203.
11. Picillo M, Lozano AM, Kou N, Munhoz RP, Fasano A. Programming Deep Brain Stimulation for Parkinson's Disease: The Toronto Western Hospital Algorithms. *Brain Stimul* 9(3):425-437, 2016. doi: 10.1016/j.brs.2016.02.004.

12. Volkmann J, Herzog J, Kopper F, Deuschl G. Introduction to the programming of deep brain stimulators. *Mov Disord*.17 Suppl 3:S181-7, 2002.
13. Zygmunt Zarzycki M, Domitrz I. Stimulation-induced side effects after deep brain stimulation – a systematic review. *Acta Neuropsychiatrica* 32;2: 57-64 , 2020.
14. Geraedts VJ, van Ham RAP, van Hilten JJ, Mosch A, Hoffmann CFE, van der Gaag NA, Contarino MF. Intraoperative vs. Postoperative Side-Effects-Thresholds During Pallidal and Thalamic DBS. *Front Neurol* 24;12:775784., 2021. doi: 10.3389/fneur.2021.775784.
15. Hariz MI, Krack P, Alesch F, Augustinsson LE, Bosch A, Ekberg R, et al. Multicentre European study of thalamic stimulation for parkinsonian tremor: a 6 year follow-up. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 79(6):694-9, 2008.
16. Bove F, Mulas D, Cavallieri F, Castrioto A, Chabardès S, Meoni S, Schmitt E, Bichon A, Di Stasio E, Kistner A, Pélissier P, Chevrier E, Seigneuret E, Krack P, Fraix V, Moro E. Long-term Outcomes (15 Years) After Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation in Patients With Parkinson Disease. *Neurology* 2:2021. Online ahead of print.
17. Sette AL, Seigneuret E, Reymond F, Chabardès S, Castrioto A, Boussat B, Moro E, François P, Fraix V. Battery longevity of neurostimulators in Parkinson disease: A historic cohort study. *Brain Stimul* 12(4):851-857, 2019. doi: 10.1016/j.brs.2019.02.006.

# DBS Uygulamalarında Cerrahi ve Cihaz İlişkili Komplikasyonlar ve Yönetimi

Dr. Ömer Selçuk ŞAHİN, Dr. Hayri KERTMEN

SBÜ Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Ankara

**D**BS son yıllarda hareket bozuklukları, epilepsi ve bir takım psikiyatrik bozukluklar dahil olmak üzere çeşitli nörolojik durumlar için sıklıkla kullanılan bir tedavi yöntemi hâline gelmiştir (13). Özellikle hareket bozuklukları için, DBS'in en yüksek kanıt düzeyinde en iyi tıbbi tedaviden daha etkili olduğu gösterilmiştir (31). Dikkat çekici bir şekilde son yirmi yılda DBS cerrahisinin komplikasyonları istikrarlı bir şekilde azalmıştır. Ancak genel bir kategorizasyona gidilmek istenirse DBS morbiditelerinin bir çoğu dört kategori altında sınıflandırılabilir.

1. Cerrahi öncesi olanlar
2. Prosedürle ilgili olanlar
3. Cihazla ilgili olanlar
4. Stimülasyonla ilgili olanlar (advers etkiler)

Cerrahi öncesinde gelişebilecek komplikasyonlar oldukça nadir ve az sayıda bildirilmiş olmasına karşın, hasta seçimi ve preoperatif görüntülemeyle ilgili problemler bu sınıfta ele alınabilir. Cerrahi prosedürle ilişkili komplikasyonlar ise operasyon esnasında bulgu verebildiği gibi operasyon sonrasında günler içerisinde de fark edilebilirler. Bunlar; serebrovasküler olaylar (inme-kanama), cerrahi sonrası ödem, nöbet, elektrod malpozisyonu ve diğer çeşitli cerrahi ilişkili komplikasyonlar olarak sayılabilir. Enfeksiyonlar özellikle cihazla ilişkili komplikasyonlar sınıfında değerlendirilebileceği gibi hatalı cerrahi uygulamaları neticesinde de gelişebilir. Ancak unutulmamalıdır ki yabancı cisim varlığı cerrahi alan enfeksiyonları açısından önemli bir etmendir. Diğer cihaz ilişkili komplikasyonlar arasında, erozyonlar, leadlerin yer değiştirmesi ve elektriksel arızalar sıralanabilir. Stimülasyonla ilgili olanlar ise temelde hedef dışı etkiler olarak kabul edilirler.

## CERRAHİ ÖNCESİ KOMPLİKASYONLAR

### Hasta Seçimi

Daha sonra gelişebilecek daha büyük komplikasyonları önlemek adına ameliyat öncesi dikkat edilmesi gereken en önemli husus, ameliyat edilecek uygun hastanın seçilmesidir. Bu seçim, yalnızca sevk eden nöroloğun sorumluluğunda değildir. Hastanın semptomları önerilen prosedürden fayda sağlamak için uygun olmalı (talamik, pallidal veya subtalamik DBS) ve her şeyden önce hastanın genel durumu, özellikle kognitif durumu, önerilen cerrahi prosedürün risklerini kaldırabilecek düzeyde olmalıdır (15). Bu durum bilateral cerrahi, özellikle bilateral subtalamik çekirdek (STN) DBS planlanan hastalarda daha önemli hâle gelmektedir. Operasyon öncesi mental durumları borderline olan

ve operasyon sonrasında geri dönüşümsüz demans gelişen bilateral STN DBS hastaları bildirilmiştir (16,20). Hastalarının yaşının pallidal veya talamik DBS için komplikasyon riski açısından önemi tam olarak bilinmemesine karşın, STN DBS'de yaş, oldukça önem arz eder. STN DBS operasyonu geçiren hastaların 69 yaşından büyük olanlarında mental bozuklukların gelişme riskinin daha fazla olduğu gösterilmiştir (25).

### Preoperatif Görüntüleme

Bilgisayarlı tomografi (BT) ve/veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılarak yapılan modern stereotaktik görüntülemeler, cerrahi sırasında hedefi belirleme doğruluğu dışında kendi içinde herhangi bir komplikasyon barındırmamaktadır. Çerçevenin kafaya göre yanlış hizalanması, çerçeve ile kullanılan radyolojik yöntem arasındaki uyumsuzluk ve özellikle MRG kullanıldığında olası geometrik bozulmalar, istenen sonuca ulaşmayı olumsuz etkileyebilir. Kullanılan görüntüleme yöntemi ne olursa olsun, stereotaktik radyolojik bir çalışma, fonksiyonel stereotaktik cerrahinin ayrılmaz bir parçasını oluşturur.

## PROSEDÜRLE İLGİLİ KOMPLİKASYONLAR

### Intraserebral Kanama

DBS elektrot implantasyonunun belki de en yıkıcı komplikasyonu, kalıcı nörolojik defisitler ile seyredabilen intraserebral kanamalar (İSK). Neyse ki, semptomatik kanamaların insidansı oldukça düşüktür, lead başına %0.7 ile %3.9 arasında değişir ve kalıcı nörolojik morbidite lead başına %1.1 ve mortalite %0.4 civarındadır (10).

DBS'in cerrahi sonuçları üzerine yapılan sistematik derlemelerde, %3,2 ile %5 arasında İSK oranları bildirmiştir (32). İSK riski, mikroelektrot kaydının (MER) kullanımı, MER penetrasyonlarının sayısı ve elektrotların sulkal veya transventriküler seyri ile ilgilidir (2). Yapılan çalışmalarda, kayıt için bir mikroelektrot ile beyne çok sayıda giriş yapmanın, giriş başına İSK oranını %1.6 olarak artırdığı ve kanama riskine katkıda bulunduğunu gösterilmiştir, ayrıca hipertansiyon da bu duruma katkıda bulunup kanama riskini 2,5 kata kadar artırmaktadır (14).

DBS ilişkisi intraserebral kanamalar semptomatik veya asemptomatik olabilir. Semptomatik %2,1 ve asemptomatik %1,9 olmakla birlikte birbirlerine yakın oranlardadır (32). MER kullanılmadan görüntü kılavuzluğunda ve görüntü doğrulamalı bir yaklaşımı benimseyen çalışmalarda kanama insidansı, toplam kanama sayısı, asemptomatik ve semptomatik kanamalar ve

kalıcı defisite yol açan kanamalar için bildirilen komplikasyon oranları önemli ölçüde daha düşüktür (32). MER kılavuzluğunda ve görüntü kılavuzluğunda DBS implantasyonu riski, randomize kontrollü bir çalışmaya tabi tutulmamış olsa da, birçok çalışma, MER haritalamanın daha riskli olduğunu göstermiştir (14,17,32).

Ayrıca, MER rehberliğinin hedef lokalizasyonunda görüntü rehberliğinden daha etkili olduğunda hiçbir zaman gösterilmemiş olduğunu vurgulamakta fayda vardır. MER kılavuzunun, DBS elektrot lokalizasyonunu ve klinik sonucu üzerindeki etkisini, riski haklı çıkaracak bir ölçüde ölçüde etkileyip etkilemediği, henüz yanıtlanmamış bir sorudur (19).

MER penetrasyonlarının sayısını minimumda tutmak ve sulkal veya transventriküler elektrot güzergahlarından kaçınmak, intraserebral ve intraventriküler kanama riskini azaltabilir. İntraoperatif hipertansiyon ( $\geq 160$  mm Hg sistolik) İSK ile doğrudan ilişkilidir, bu nedenle özellikle lokal anestezi altında yapılan işlemlerde kan basıncı dikkatle izlenmelidir. Hasta implantasyondan sonra beklenmedik bir nörolojik defisit yaşarsa, postoperatif BT veya MR ile değerlendirilmelidir (21).

Daha nadir gözükmeyle birlikte operasyon sonrası özellikle geç dönemde kronik subdural hematoma gibi olgular da bildirilmiştir (27).

Bütün bu riskler göz önünde bulundurulduğunda, hasta antikoagülan tedavi altındaysa preoperatif dönemde INR normalize edilmelidir ( $<1.4$ ) (8). Düşük molekül ağırlıklı heparine geçiş genellikle gerekmemektedir. Ancak hasta tromboemboli açısından yüksek riskliyse göz önünde bulundurulmalıdır (3). Oral antikoagülanların operasyondan kaç gün önce kesileceği oral ajanın yarılanma ömrüne göre değişmekle birlikte genellikle 4 ila 5 gün kadardır. En önemlisi aspirin (ASA) cerrahiden en az 7 ila 10 gün önce kesilmelidir (8). Ayrıca non-steroid antiinflamatuar ilaçlar (NSAID), DBS operasyonundan 3-4 gün önce kesilmelidir.

### Hemorajik Olmayan Komplikasyonlar

Muhtemel postoperatif nörolojik defisit en yaygın nedeni İSK'dir. Bununla birlikte, bazı hastalarda kortikal veya subkortikal iskemi, kortikal ven enfarktüsü veya perielektrot "ödem" nedeniyle geçici veya kalıcı nörolojik bozulmalar görülebilir. İskemik enfarktüsler nadiren bildirilmiş olup oranları %0.3 ila %0.9 arasında değişmektedir. Kortikal ven enfarktüsleri vakaların yaklaşık %1.3'ünde ortaya çıkabilir ve genellikle sadece postoperatif 1. günde semptomatik hâle gelir. Neredeyse tüm vakalarda tam bir iyileşme gözlenir. Çoğu enfarkt, elektrot güzergahının, ameliyat öncesi çekilmiş MRG'de görünen damarlardan ve kortikal sulkuslardan uzağa planlanması ile önlenir (22).

Çoğu non-hemorajik nörolojik defisit, elektrot doğrultusu boyunca veya DBS hedef bölgesindeki "ödem"den kaynaklanmaktadır (29). Bazı durumlarda T2 veya FLAIR MRG ile ortaya çıkan bu "ödem" kaynağı net değildir. Semptomlar genellikle ameliyattan 1-2 gün sonra ortaya çıkarken ödemin çözülmesi ortalama 1 ayı bulabilir. Elektrot doğrultusu boyunca MRG sinyali değişikliklerinin insidansı, vakaların çoğu asemptomatik olmak üzere yaklaşık %6,3 olarak gösterilmiştir (9). Nadiren, bu ödem serebril veya derin enfeksiyonun bir göstergesi olabilir, ancak bu komplikasyon ihtimali oldukça nadirdir. Ayrıca, bir hasta erken perioperatif dönemde nörolojik defisit sergiliyorsa ve hemorajik

yoksa, sebebin enfeksiyöz bir etiyolojiyle ilgili olması da pek olası değildir.

Bunlara ek olarak elektrot implantasyonu sırasında nöbet gelişebilir. Bir metaanaliz, 24 ila 48 saat içinde akut olarak %2.4 ve kronik olarak %0.5 oranında bir oran bildirmiştir (7).

### Elektrot Malpozisyonu

DBS cerrahisinin temel amacı, her elektrodu tam olarak istenen hedefe doğru şekilde yerleştirmektir. Uygulamada, STN, GPI veya ventral intermediat çekirdek (VIM) için "en iyi hedef" tanımı makul derecede bir farklılıklar vardır. Operasyon esnasında son analizde, en iyi elektrot konumu, hastanın klinik yanıtı ve hedef dışı etkilere toleransı ile ölçülebilir.

Yanlış yerleştirilmiş elektrotlar nadiren rapor edilmektedir. Büyük hasta gruplarını kapsayan literatür incelemelerinde bile, yanlış yerleştirilmiş elektrotların yalnızca %1.6 olduğu ortaya çıkmıştır (11). Birçok faktör elektrotun yanlış yerleştirilmesine yol açabilir: yanlış hizalanmış bir stereotaktik çerçeve, çerçevenin stabil olmaması, MER'nin yanlış yorumlanması veya intraoperatif beyin kayması veya intrakraniyal hava ile hedefin yer değiştirmesi bunlar arasında sayılabilir. Sonuç olarak, malpozisyon oranları literatürde olduğundan daha düşük gösteriliyor olabilir. Ayrıca yakın zamanda yapılan bir çalışmada, elektrotların %15.2 ila %34'ü arasında bir oranda revize edildiğini ortaya koyulmuştur (24). Yazarlar, revizyonların %48,5'inin yanlış hedeflemeden veya terapötik etki eksikliğinden kaynaklanabileceğini tahmin etmiştir.

Daha geniş hasta popülasyonlarında bunun gibi çalışmalar yapıldıkça, bu tür komplikasyonların gerçek yaygınlığını ve doğasını anlamamız kolaylaşacaktır. Eğer bu istatistikler, elektrotların gerçek malpozisyon oranını gösteriyorsa, tek başına bu komplikasyon bile, büyüklük sıralamasında diğer bütün komplikasyonları gölgede bırakacaktır.

## CIHAZ İLİŞKİLİ KOMPLİKASYONLAR

### Enfeksiyon

DBS yerleştirilmesi sonrası görülen bütün komplikasyonlar arasında enfeksiyon en belirgin olanıdır. DBS ile bildirilen enfeksiyon oranları %0 ila %15 aralığında değişmekte olup, rapor edilen diğer tüm postoperatif komplikasyonları oransal olarak geride bırakır (11). Standart olarak kabul edilebilecek ortalama bir enfeksiyon oranı belirlemek zordur. Bununla birlikte, mevcut en büyük çalışma, 1997 ve 2009 yılları arasında yayınlanan, çalışma başına ortalama 134 hasta ve 35 çalışmadan oluşan ve 3550 hastayı bir araya getiren bir meta-analizinden gelmektedir. Bu çalışmaya göre %0,9 ile %22 arasında değişen ve ortalama %4,7'lik bir enfeksiyon oranı mevcuttur (4).

Zamanlama göz önünde bulundurulduğunda ise operasyon sonrası ilk 6 ayda gelişen ve klasik olarak eritem, sıcaklık artışı, ağrı veya pürülan akıntı ile karakterize klasik cerrahi alan enfeksiyon bulguları ve genellikle 6 aydan sonra gözlenen cerrahi alanda birincil enfeksiyon bulgularından farklı olarak gözlenen erozyonlar ve yara dudaklarında açılmalar sayılabilir (26). Erozyonların, ince ve kırılabilir cildi olan yaşlı hastalarda tipik olarak pil veya konektör üzerinden cilt bozulmasına bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Bu erozyonlar ortaya çıktığında, cihaz açığa çıkar ve donanımın üzerinde cilt florası tarafından kolonizasyon gelişir.

Cerrahi insizyonların derin ve enfekte görünümündeki ayrılmaları ise genellikle ilk 30 gün içerisinde gözlenir. Nadir görülen pil cebindeki hematoma gibi komplikasyonlar cerrahi alan enfeksiyonu komplikasyonu riskini önemli ölçüde artırır (23). Klasik enfeksiyon bulgularından bağımsız ortaya çıkan erozyon ise, %0,48 oranında gözlenir ve en yaygın olarak konektör bölgesinde ve pil cebinde gözlenir (18).

Ameliyattan sonra ilk 30 gün sonra gözlenen cerrahi alan enfeksiyonlarında donanım, bir antibiyotik rejimi ile kurtarılabilir (12). Derin yerleşimli cerrahi alan enfeksiyonlarında ise donanımın çıkartılması ve sonrası agresif antibiyoterapi gerekecektir. 12 ayı geçen geç komplikasyonlar her zaman enfeksiyöz özellikte olmayabilir. DBS implante edilen hastaların bir çoğu oldukça yaşlıdır ve genellikle Skalp ve göğüs duvarı boyunca ince ve kırılabilir bir cilde sahiptir ve hastaların birçoğu cilt altı yağını kaybetmiştir. Bu hastalar oluşan yara dudaklarındaki açılmalar, basınç ve iskemi etkilerine bağlı olarak gelişiyor olabilir. Ancak erozyon bu mekanizma ile gelişiyor olsa dahi cilt açıldıktan sonra cihaz, cilt florası ile kontamine olacaktır (21).

Çoğu cerrahi alan enfeksiyonu pil veya kabloların üzerinde gerçekleşmektedir. Neyse ki leadlerin üzerinde gerçekleşen ve intrakranial abse formasyonuna neden olabilen cerrahi alan enfeksiyonları oldukça nadir bildirilmiştir (5).

Cerrahi alan enfeksiyonlarını azaltmak için cerrahi sterilizasyon kurallarına azami dikkat gösterilmelidir. Bütün hastalar cilt insizyonundan en az bir saat önce parenteral antibiyotik dozunu almalıdır. Hastaların saç ve kıl temizliği özenle yapılmalıdır. Cerrahi boyama esnasında klorheksidin veya iodin solüsyonları kullanılmalıdır. Çift eldiven kullanmak ve operasyon sırasında kritik aşamalarda eldiven değiştirmek cerrahi alan enfeksiyonlarını azaltacaktır (28).

Pil üzerinde enfeksiyon veya erozyon meydana gelirse, genellikle uzatmalar konektörlerin hemen distalinde ayırarak, yarayı tamamen kapatarak ve alanın o kısmını izole ederek ve pil ve uzatma kablosu segmenti tamamen çıkarılarak kurtarılabilir. Bu durumda bölgeden yara kültürleri gönderilir. Retroauriküler yara kültürlerinde üreme oluyorsa tüm sistemi çıkarmak gerekebilir. Retroauriküler yara kültüründe üreme olmazsa, hasta göğüs yarısından elde edilen bakteriyel antibiyograma göre 4 ila 6 hafta parenteral antibiyotik ile tedavi edilir. Hasta, antibiyotiklerin kesilmesinden sonraki bir ay boyunca tekrarlayan enfeksiyon açısından gözlenir ve izlenir. Daha sonra ise yeni donanımın yeniden implante edildiği günden başlayarak günde iki kez oral 100 mg 10 günlük doksisisiklin tedavisi ile izlenir (21).

### Lead ile İlişkili Komplikasyonlar

Donanım yerleştirildikten sonra, bazıları sonunda bozulur veya arızalanır. Bu beklenen bir durumdur çünkü donanım tekrarlayan hareketlere, esnemeye ve hatta travmaya maruz kalacaktır. Çoğu verinin eski donanım modellerinden alındığını ve bu oranın teknolojik gelişmelerle önemli ölçüde azaldığı akıldaki tutulacak olursa, yılda %8 oranında bir arıza riski vardır. Lead'de kırık gelişme ihtimalinin ise lead başına yaklaşık %1.8 olduğu tahmin edilmektedir (30).

Güvenilir kafatası ankorlarının kullanılması neticesinde elektrotların yer değiştirme ihtimali oldukça düşüktür. Buna rağmen, ankor teknolojisinden bağımsız olarak bildirilen oranlar, lead başına ortalama %4,4 civarındadır (1). İntraoperatif görüntüleme ile lead yerine sabitlenene kadar uygun şekilde konumlandırıldığı doğrulanması bu komplikasyonu önlemede yardımcı olacaktır.

Çoğunlukla kısa devre şeklinde gözlenen elektrik arızaları operasyon sonrasında %0,9 ila %9,9 oranında gözlenir. Çoğu zaman, programlama yapılarak, elektrotların veya uzantıların revize edilmesine gerek kalmadan arızalı kontaklar için bu problem çözülebilir. Daha sağlam konektör ve elektrot tasarımları ile bu oranların da zamanla düşeceği beklenmektedir. Bunun yanında pil arızaları yaygın değildir ve bu cihazlar oldukça güvenilir kabul edilir. MRI ile uyumlu modeller, manyetik parazitler olmayacak şekilde tasarlanmıştır. Arıza oranları %1'den fazla değildir (18).

Lead uzantılarının yer değiştirmesinden kaynaklanan lead kırıkları, konektörlerin kulağın arkasına ve üstüne implante edilmesiyle önlenemez. Genel olarak bunun gibi komplikasyonlarda, uzantılar yenileriyle değiştirilir ve konektörler değiştirilirken DBS uçlarına hasar vermemeye çalışılmalıdır. Son olarak, cebe iyi oturmamış bir pil ters dönebilir. Bunu önlemek için pil fasyaya sabitlenmelidir. Şarj edilebilir olanlar ise her zaman cep duvarına sabitlenmelidir.

### Stimülasyon İlişkili Komplikasyonlar

Yukarıda tartışıldığı gibi, hareket bozuklukları için DBS tedavisinin bir sınırlaması olarak hedef dışı etkilerin görülme sıklığı literatürde net bir şekilde tarif edilmemiştir. Bu etkiler, hastanın bu yan etkilere karşı tahammülsüzlüğü nedeniyle DBS tedavisinin önemli bir sınırlaması gibi görünmektedir. Elektrotların doğru yerleştirilmesi bu komplikasyonu azaltabilir ve en önemlisi yeni nesil "yönlendirilebilir" DBS elektrotları bu istenmeyen etkilerin görülme sıklığının azaltılmasına yardımcı olabilir (21).

Stimülasyonun hedef dışı etkileri, stimülasyondan bağımsız ve stimülasyona bağlı etkiler olarak ikiye ayrılır. Yani, stimülasyona bağlı olmayan etkiler, stimülasyon kapatıldıktan sonra da devam edecektir. Bu etkilerden bazıları oldukça önem arz etmektedir.

DBS cerrahisi sonrası intihar oranlarının daha yüksek olduğu gösterilmiştir. GPI DBS ile karşılaştırıldığında STN DBS'den sonra genel olarak daha yüksek bilişsel advers olay insidansı mevcuttur. STN'nin uyarılmasıyla hipomani ve depresyon dahil olmak üzere davranış değişiklikleri gözlenebilir. Yürüyüş bozukluğu, GPI DBS'ye kıyasla STN DBS'den sonra daha sık ortaya çıkıyor gibi görünmektedir. Geri dönüşü olmayan konuşma bozuklukları da STN DBS'den sonra daha sık görülürken, GPI DBS'de geri döndürülebilir etkiler daha yüksek sıklıkta gözlenir. Yürüyüş ve konuşma bozukluklarının, VIM DBS'nin hem geri döndürülebilir hem de geri döndürülemez yan etkileri olduğu iyi bilinmektedir (6).

DBS lead'lerinin doğru yerleştirilmesi, ameliyathaneden ayrıldıktan önce lead yerleşiminin kontrol edilmesi, "yönlendirilebilir" lead'ler ve aktif DBS kontaklarında mümkün olan en düşük terapötik akım yoğunluğunun sürdürülmesi, hedef dışı etkilerin en aza indirilmesine yardımcı olacaktır.

## SONUÇ

Genel olarak, mevcut uygulamada, DBS elektrotlarını ve pillerin implante etme prosedürü dikkate değer ölçüde komplikasyonsuzdur. MER'nin morbiditesi ve görüntüleme eşliğinde cerrahiye kıyasla avantajları hâlâ daha tartışmalıdır. Elektrotların yanlış yerleştirilmesi, DBS implantasyon cerrahisinin korkutucu bir komplikasyonu olarak göze çarpmaktadır, ancak bu sorunun tam boyutu kestirilememektedir. Son veriler göz önünde bulundurulacak olursa, elektrot malpozisyonu komplikasyonu, DBS cerrahisi ile ilişkili açık ara en yaygın advers olaydır. Diğer komplikasyonlar ise, mevcut protokoller tarafından iyi bir şekilde hafifletilebilir olarak görünmektedir.

## KAYNAKLAR

1. AE Bakay R, P Smith A. Deep brain stimulation: Complications and attempts at avoiding them. *Open Neurosurg J.* 2011;4(1).
2. Ben-Haim S, Asaad WF, Gale JT, vd. Risk factors for hemorrhage during microelectrode-guided deep brain stimulation and the introduction of an improved microelectrode design. *Neurosurgery.* 2009;64(4):754-63.
3. Beyer-Westendorf J, Gelbricht V, Förster K, vd. Peri-interventional management of novel oral anticoagulants in daily care: results from the prospective Dresden NOAC registry. *Eur Heart J.* 2014;35(28):1888-96.
4. Bhatia R, Dalton A, Richards M, vd. The incidence of deep brain stimulator hardware infection: the effect of change in antibiotic prophylaxis regimen and review of the literature. *Br J Neurosurg.* 2011;25(5):625-31.
5. Blomstedt P, Bjartmarz H. Intracerebral infections as a complication of deep brain stimulation. *Stereotact Funct Neurosurg.* 2012;90(2):92-6.
6. Buhmann C, Huckhagel T, Engel K, vd. Adverse events in deep brain stimulation: A retrospective long-term analysis of neurological, psychiatric and other occurrences. *PLoS One.* 2017;12(7):e0178984.
7. Coley E, Farhadi R, Lewis S, vd. The incidence of seizures following deep brain stimulating electrode implantation for movement disorders, pain and psychiatric conditions. *Br J Neurosurg.* 2009;23(2):179-83.
8. Douketis JD, Spyropoulos AC, Spencer FA, vd. Perioperative management of antithrombotic therapy: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2012;141(2):e326S-e350S.
9. Englot DJ, Glastonbury CM, Larson PS. Abnormal T2-weighted MRI signal surrounding leads in a subset of deep brain stimulation patients. *Stereotact Funct Neurosurg.* 2011;89(5):311-7.
10. Falowski SM, Ooi YC, Bakay RAE. Long-term evaluation of changes in operative technique and hardware-related complications with deep brain stimulation. *Neuromodulation Technol Neural Interface.* 2015;18(8):670-7.
11. Fenoy AJ, Simpson RK. Risks of common complications in deep brain stimulation surgery: management and avoidance. *J Neurosurg.* 2014;120(1):132-9.
12. Fenoy AJ, Simpson RK. Management of device-related wound complications in deep brain stimulation surgery. *J Neurosurg.* 2012;116(6):1324-32.
13. Flora E Della, Perera CL, Cameron AL, vd. Deep brain stimulation for essential tremor: a systematic review. *Mov Disord.* 2010;25(11):1550-9.
14. Gorgulho A, De Salles AAF, Frighetto L, vd. Incidence of hemorrhage associated with electrophysiological studies performed using macroelectrodes and microelectrodes in functional neurosurgery. *J Neurosurg.* 2005;102(5):888-96.
15. Hariz MI. Complications of deep brain stimulation surgery. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc.* 2002;17(S3):S162-6.
16. Hariz MI, Johansson F, Shamsgovara P, vd. Bilateral subthalamic nucleus stimulation in a parkinsonian patient with preoperative deficits in speech and cognition: persistent improvement in mobility but increased dependency: a case study. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc.* 2000;15(1):136-9.
17. Higuchi Y, Iacono RP. Surgical complications in patients with Parkinson's disease after posteroventral pallidotomy. *Neurosurgery.* 2003;52(3):558-71.
18. Jitkrisadakul O, Bhidayasiri R, Kalia SK, vd. Systematic review of hardware-related complications of deep brain stimulation: do new indications pose an increased risk? *Brain Stimul.* 2017;10(5):967-76.
19. Kocabicak E, Alptekin O, Ackermans L, vd. Is there still need for microelectrode recording now the subthalamic nucleus can be well visualized with high field and ultrahigh MR imaging? *Front Integr Neurosci.* 2015;9:46.
20. Limousin P, Krack P, Pollak P, vd. Electrical stimulation of the subthalamic nucleus in advanced Parkinson's disease. *N Engl J Med.* 1998;339(16):1105-11.
21. Magown P, Burchiel KJ. 'Complications of deep brain stimulation (DBS). *Complicat Neurosurg E-b.* 2018;189.
22. Morishita T, Okun MS, Burdick A, vd. Cerebral venous infarction: a potentially avoidable complication of deep brain stimulation surgery. *Neuromodulation Technol Neural Interface.* 2013;16(5):407-13.
23. Polyzos KA, Konstantelias AA, Falagas ME. Risk factors for cardiac implantable electronic device infection: a systematic review and meta-analysis. *Ep Eur.* 2015;17(5):767-77.
24. Rolston JD, Englot DJ, Starr PA, vd. An unexpectedly high rate of revisions and removals in deep brain stimulation surgery: analysis of multiple databases. *Parkinsonism Relat Disord.* 2016;33:72-7.
25. Saint-Cyr JA, Trépanier LL. Neuropsychologic assessment of patients for movement disorder surgery. *Mov Disord.* 2000;15(5):771-83.
26. Sillay KA, Larson PS, Starr PA. Deep brain stimulator hardware-related infections: incidence and management in a large series. *Neurosurgery.* 2008;62(2):360-7.
27. Sorar M, Hanalioglu S, Kocer B, vd. Experience reduces surgical and hardware-related complications of deep brain stimulation surgery: a single-center study of 181 patients operated in six years. *Park Dis.* 2018;2018.
28. Tanner J, Parkinson H. Double gloving to reduce surgical cross-infection. *Cochrane database Syst Rev.* 2006;(3).
29. Tong F, Ramirez-Zamora A, Gee L, vd. Unusual complications of deep brain stimulation. *Neurosurg Rev.* 2015;38(2):245-52.

30. Videnovic A, Metman LV. Deep brain stimulation for Parkinson's disease: prevalence of adverse events and need for standardized reporting. *Mov Disord Off J Mov Disord Soc.* 2008;23(3):343–9.
31. Weaver FM, Follett K, Stern M, vd. Bilateral deep brain stimulation vs best medical therapy for patients with advanced Parkinson disease: a randomized controlled trial. *Jama.* 2009;301(1):63–73.
32. Zrinzo L, Foltynie T, Limousin P, vd. Reducing hemorrhagic complications in functional neurosurgery: a large case series and systematic literature review. *J Neurosurg.* 2012;116(1):84–94.

# Derin Beyin Stimülasyonunda Anestezi

**Dr. Bahriye Binnur SARIHASAN**

*Ondokuzmayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Samsun*

## GİRİŞ

DBS, medikal tedaviye cevap vermeyen, hareket ve nörolojik bozukluğu olan hastalarda uygulanan bir tedavi yöntemidir (1,2). Anestezistler bu girişimlerde; hastanın konfor ve emniyetini sağlamak, hastaların hareketlerini baskılamak, anestezi ilaçlarının nörofizyolojik testleri olumsuz etkilemesini minimize indirmek ve hastanın klinik testler sırasında iletişimini korumak gibi pek çok zorluklarla başetmeye çalışırlar. Bu prosedürlerde, cerrah, nörolog, nörofizyolog ve anesteziyolog iş birliği gerekir. Ancak, hasta konfor ve emniyetini artırmak için yapılan anestezi uygulamalarının işlem kalite ve etkinliğini bozma olasılığı, DBS işleminin anestezi altında yapıp yapılmamasını ve hangi ilaç sorusuna cevabı bulmak için tartışmalar devam etmektedir.

## PREOPERATİF DEĞERLENDİRME

Başarılı bir girişim için uygun hasta ve multidisipliner yaklaşım önemlidir. Her hasta için risk-yarar analizi yapılmalı, yaşam kalitesini artırmak için prosedürün riski en aza indirilmeye çalışılmalıdır. Girişim sırasında kooperasyon önemlidir. Her aşamada sakinleştirici ve bilgilendirici iletişim sağlanmalıdır, çünkü anksiyetenin ortaya çıkması kalp hızı ve kan basıncını ve buna bağlı olarak intrakranial kanama riskini artırır.

## ANESTEZİ YÖNETİMİ

Anestezistin amacı; beyin elektrodu yerleştirilirken optimal cerrahi koşulları ve hasta konforunu sağlamak, intraoperatif nöromonitarizasyonu ve makrostimülasyon testlerini kolaylaştırmak, cerrahi komplikasyonları hızla tanı koyarak tedavi etmektir. DBS cerrahisinde çeşitli anestezi yöntemleri denenmiştir:

- Lokal veya rejyonal anestezi ile monitörize anestezi bakımı,
- Bilinçli sedasyon,
- Uyur-Uyanık-Uyur tekniği (uyanık dönemde mikroelektrod kayıtları ve makrostimülasyon testleri yapılır),
- Genel anestezi.

Hiçbir anestezi tekniğinin birbirine üstünlüğü gösterilememesine rağmen, uyanık tekniğin mikroelektrod kayıtlarına etkisi minimal bulunmuştur. Premedikasyona rutinde değil, bireysel ihtiyaç halinde gereksinim olabilir. Premedikasyon ile ilgili ön yargının nedeni, özellikle Benzodiazepinlerin ve diğer GABA reseptör agonistlerinin kooperasyonu ve mikroelektrod kayıtlarını etkilemesidir.

*a) Lokal ve Rejyonal Anestezi ile Monitorize Anestezi Bakımı:* Bütün uyanık tekniklerde stereotaktik çerçeve yerleştirilirken,

sedatif ve analjezik ilaç kullanımını azaltmak amacıyla, lokal ya da rejyonal anestezi uygulanır. Uyanık hastanın toleransını artırmak için cerrahi sahada etkin şekilde analjezi sağlanması gerekir, sedasyon tek başına yeterli olmaz. Böylece ağırlı uyaranlara stres yanıtı azaltılmış olur. Kısa ve uzun etkili lokal anestezi karışımı, yerleştirilecek çerçevenin pin kısımlarına denk gelecek şekilde uygulanır. Ayrıca bilateral skalp bloğu uygulanabilir. Lokal anesteziğin total miktarı her hastaya göre hesaplanmalıdır.

*b) Uyur-uyanık-uyur teknik:* Bu teknik, mikroelektrod kayıtları ve makrostimülasyon süresi hariç, cerrahi uygulamanın özellikle açma -kapama sırasında, havayolunun güvenliği sağlanarak genel anestezi uygulanmasıdır. Anestezist bu teknikte pek çok durumla başetmek zorundadır. Sedasyon ve analjezi derinliği, hemodinamik stabilite, havayolu güvenliği gibi.

*c) Bilinçli Sedasyon:* Lokal ve rejyonal anestezi uygulanırken bilinçli sedasyon tercih edilebilir. Tekniğin amacı; cerrahinin seyrine veya hastanın ihtiyacına (anksiyete, ağrı veya aşırı kas hareketi) göre, havayolu araçları kullanılmadan spontan soluyan hastada, sedasyon seviyesini ayarlamaktır. Çivi takılması, cilt insizyonu, burr-hol veya kraniyotomi sırasında sedasyonu derinleştirmek gerekebilir.

Günümüzde, sedasyon ilaçlarının çoğu genel anestezide kullanılanlarla benzerdir; propofol ve remifentanil gibi. Dozu azaltmak solunum depresyonundan korur ve mikroelektrod kayıtlar daha sağlıklı olur. Klonidin, alfentanil veya fentanil de sedasyon için kullanılabilir.

Uyanık uygulamada alfa2 agonist olan Deksmetomidinin DBS sırasında kullanımı popüler olmuştur. Sedatif etkisi belirgindir. Sözel uyarılara cevap alınabilir şekilde sedatif, analjezik ve anksiyolitik etkisi vardır. Sedasyon dozu parkinson hastalarının tremorunu baskılamaz, bu nedenle makrostimülasyon testlerini etkilemez. Pek çok anestezist testler sırasında, bilinç kaybı olasılığı nedeniyle, sedasyon tercih etmez. Propofol kullanılacaksa testlerde 15 dk önce kapatılmalıdır, remifentanil ise düşük dozda devam edebilir. Testler tamamlandıktan sonra genel anestezie geçilebilir.

*d) Genel Anestezi:* DBS sırasında tolere edemeyen hastalara; monitorize veya sedatize hasta aşırı ağrıya duyarlı ise, iletişimi azalmışsa, istemsiz hareketleri artmışsa, GA iyi bir alternatiftir. GA nin önemli dezavantajı makrostimülasyona yanıtı azaltması ve intraoperatif planlamayı güçleştirecek olmasıdır.

*Anesteziklerin Mikroelektrod Kayıtlarına ve Klinik Testlere Etkileri:*

DBS uygulamasını uyanık yapmanın amacı, mikroelektrod kaydını alabilmek ve hastaların semptomlarını monitorize ede-

bilmektir. Son iki dekadaki araştırmaların çoğu, anesteziğin mikroeletrod kayıtları üzerine etkisini araştırmıştır. Bütün bu çalışmalara rağmen anesteziğin mikroeletrod kayıtlara etkisi tam olarak bilinmiyor. Çünkü anesteziğin etkileri beyin tüm bölgelerinde homojen değildir ve hastalığın derecesi ve hastanın yaşı bu etki dağılımını değiştirir.

Parkinson hastalarında subtalamik nükleusdan yapılan mikroeletrod kayıtlar başarılıdır. Bu kayıtlar sırasında çok çeşitli anestezi teknikleri kullanılmıştır; havayolu aparatı konulmadan propofol veya deksmedetomidin ile bilinçli sedasyondan, inhalasyon veya intravenöz genel anesteziye kadar. Anesteziğin spike aktiviteyi azalttığı halde, birçok çalışmada hedef bölgeyi lokalize etmek mümkün olmuştur.

Benzodiazepinler direkt GABA agonist oldukları için mikroeletrod kayıtlarını yok eder ve diskineziyi indükler. Premedikasyonda kullanılmamalıdır. Anksiyolitik olarak Deksmetomidin tercih edilmelidir. Deksmetomidinin mikroeletrod kayıtlarına etkisi çok net olmamasına rağmen, GABA mediyatör olmadığı için, kullanılması olumlu görülmektedir. Bugüne kadar pek çok çalışma deksmedetomidinin düşük dozlarda subtalamik nükleus ve internal globus pallidusda mikroeletrod kayıtlarına minimal etkili olduğunu gösterdi.

## PERİOPERATİF KOMPLİKASYONLAR

DBS elektrodlarının yerleştirilmesi sırasında, hızlı tanı ve tedavi gerektiren, perioperatif yan etkilerin görülme olasılığı vardır. İntraoperatif komplikasyon oranı farklı çalışmalarda %12-16 olarak bildirilmiştir. En sık görülenler havayolu obstrüksiyonu, ağır hipertansiyon, kanama ve nöbettir.

### Postoperatif Takip

DBS sırasında hastalar çok sık olarak yorgunluktan şikayet ederler. Bazı vakalarda pnömosefaliye bağlı deliryum, huzursuzluk ve uykuya meyil gelişir. Cerrahiden sonra baş ağrısı görülebilir. Parasetamol ve opioid veya oxycodon veya clonidin kombinasyonu ile tedavi edilebilir. Tüm hastalarda genç sağlıklı olsa bile en az 24 saat nöromonitörizasyon önerilir. Parkinson hastalarına antiparkinson tedavi tekrar başlanır. Bu hastaların stresini önleyerek hızla düzelmelerine izin verir.

Stimülatör Yerleştirilmesi: DBS girişiminden sonra stimülatör toraksa veya alt abdomene cilt altına yerleştirilir, elektrodla bağlanır. Bu işlem DBS uygulamasından sonra 1-4 hafta içinde yapılabildiği gibi, hemen aynı seansda da olabilir. Bu işlem sırasında nöromonitörizasyona ihtiyaç yoktur. Genel anestezi altında yapılır ve anestezi ajan seçimi özellik göstermez.

## TARTIŞMA

DBS endikasyonunun ve yaşlı popülasyonun giderek artışı, anestezi için fonksiyonel nörocerrahi talebini artıracaktır. Şu ana kadar hiçbir anestezi tekniği diğerine göre üstün bulunmamıştır. DBS de kullanılan bütün anesteziğin nöromonitörizasyona etkileri doza bağlıdır.

Pek çok nörocerrah ve anesteziist uyanık yöntemi tercih eder. Diğer yandan retrospektif yapılmış çok sayıda çalışmada bilinçli sedasyon ve GA kullanıldığı görülüyor. Bu çalışmalarda motor bulgular arasında fark tespit edilmemiştir. Gelecekte anesteziğin mikroeletrod kayıtlarına etkisi, hastalıklar ve hedef organlardaki değişiklikler ile ilgili prospektif randomize çalışmalar yapılmasına gereksinim vardır.

Bir çok merkez nörocerrahin tercihi ve hastanın durumuna göre kendi prosedürünü oluşturmuştur. Başarı hasta seçimi ile direkt ilgilidir. Optimal anestezi tekniği ile ilgili fikir birliği yoktur. Hiçbir çalışma anestezi tekniklerinin birbirine üstünlüğünü göstermemiştir. Yalnızca deksmedetomidin ile yapılan çalışmalarda bilinçli sedasyon ve kısa etkili opioid kullanımı hâlinde mikroeletrod kayıtlarına olan anestezi etkinin minimal olduğu bildirilmiştir. Özel durumlarda, ağır anksiyete veya ağrı gibi, GA uygulanmasına izin verilmelidir.

## KAYNAKLAR

1. Benabid AL, Chabardes S, Mitrofanis J, Pollak P: Deep brain stimulation of the subthalamic nucleus for the treatment of Parkinson's disease. *The Lancet Neurology* 8:67-81, 2009
2. Venkatraghavan L, Luciano M, Manninen P. Anesthetic management of patients undergoing deep brain stimulator insertion. *Anesth Analg* 110(4):1138-45, 2010
3. Venkatraghavan L, Manninen P: Anesthesia for deep brain stimulation. *Current Opinion in Anesthesiology* 24:495-499, 2011
4. Velly LJ, Rey MF, Bruder NJ, Gouvisos FA, Witjas T, Regis JM, Peragut JC, Gouin FM: Differential dynamic of action on cortical and subcortical structures of anesthetic agents during induction of anesthesia. *Anesthesiology* 107:202-212, 2007
5. Sassi M, Zekaj E, Grotta A, Pollini A, Pellanda A, Borroni M, Pacchetti C, Menghetti C, Porta M, Servello D: Safety in the use of dexmedetomidine (Precedex) for deep brain stimulation surgery: our experience in 23 randomized patients. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface* 16:401-406, 2013
6. Zrinzo L, Foltynie T, Limousin P, Kariz MI: Reducing hemorrhagic complications in functional neurosurgery: a large case series and systematic literature review. *Journal of neurosurgery* 116:84-94, 2011
7. Sánchez-Ferro A, Benito-León J, Gómez-Esteban JC: The management of orthostatic hypotension in Parkinson's disease. *Frontiers in Neurology* 4:64, 2013
8. Chang EF, Cheng JS, Richardson RM, Lee C, Starr PA, Larson PS: Incidence and management of venous air embolisms during awake deep brain stimulation surgery in a large clinical series. *Stereotactic and Functional Neurosurgery* 89:76-82, 2011
9. Seijo FJ, Alvarez-VegacMA, Gutierrez JC, Fdez-Glez F, Lozano B: Complications in subthalamic nucleus stimulation surgery for treatment of Parkinson's disease. Review of 272 procedures. *Acta Neurochirurgica* 149:867-876, 2007

# Usta Kalfa Söyleşisi: Ülkemizde Epilepsi Cerrahisi Uygulamaları

**Dr. Atilla ERDEM<sup>1</sup>, Dr. Denizhan DİVANLIOĞLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, İbn-i Sina Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi A.D., Ankara

<sup>2</sup>T.C. Sağlık Bakanlığı, Ankara Şehir Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Ankara

**H**ani meşhur bir söz vardır “Birisine usta diyebilmen için; önce ustasını geçmeli, sonra da kendisini geçecek bir öğrenci yetiştirmeli” diye. Henüz 140 yıllık bir geçmişi ancak var olan modern nöroşirürji, birçok branşla karşılaştırıldığında, bilinmezliklerle dolu bir yolun başı sayılabilir. Bu kısa sürede bile, nöroşirürjinin bu kadar ileriye taşınmasını, bu yolda bize tecrübeleriyle kılavuzluk yapan ustalarımız ve aldıkları bayrağı daha da uzağa taşıyarak onların emeğini yücelten öğrencileri sağlamıştır. Tıp eğitiminde teorik bilgi kadar, yazılı olmayan bilginin kuşaktan kuşağa aktarımı da şüphesiz ki çok önemlidir. Bizler de nöroşirürji kliniğinin kapısından girdiğimiz andan itibaren, bu mesleğin inceliklerini büyüklerimizden öğrenmeye başladık. Belki bir ömür boyu sürecek olan eğitimimiz sırasında, hepimizin “ustam” diye anacağımız, hem meslek hem de sosyal hayatımızda iz bırakmış hocalarımız mutlaka olmuştur ve olmaya devam edecektir. Bizi yetiştiren ustalarımıza karşı sorumluluğumuz, nöroşirürjinin gelişmesi için verdikleri emeği katlayarak bizi takip eden kuşağa aktarmaktır. Bu amaçla, bültenimizin bu sayısında yer alan Usta Kalfa Söyleşisinde, yetiştirdiği sayısız öğrencisinin yanında, hem usta bir cerrah, hem de usta bir akademisyen olan Atilla Erdem Hocamıza söz vermek istedik.

**DD: Atilla Hocam, söyleşiimize katıldığınız için çok teşekkür ederiz. Epilepsi cerrahisinde tartışmasız en deneyimli Türk nöroşirürjenlerden birisiniz. Bu konudaki hem cerrahi hem de akademik başarılarınız bizlere ışık tutmaya devam ediyor. Sizi daha yakından tanımak için, öncelikle bize kendinizden bahsedebilir misiniz?**

**AE:** Gaziantep’te, 7 Kasım 1954 yılında doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Ankara Dikmen İlkokulu ve Orta Okulunda tamamladıktan sonra, 1968-1971 yılları arasında Ankara Gazi Lisesini bitirdim. Hemen akabinde, 1971 yılında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesine girdim ve 1977 yılında mezun oldum. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalında, 1978-1983 yılları arasında, Nöroşirürji ihtisasımı tamamladım. Nöroşirürji uzmanı olarak, devlet hizmeti yükümlülüğümü 1984-1987 yılları arasında Sivas ve Ankara Numune Hastanelerinde tamamladıktan sonra, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalında yeniden göreve başladım. Bu dönemde ağırlıklı olarak uyku fizyolojisi ve epilepsi cerrahisi konularına yoğunlaştım. Takiben, 1988 yılında Amerika Birleşik Devletleri Houston Texas Baylor



Medical College Sleep Research Center’de çalıştım. Ülkemize döndükten sonra, Anabilim Dalımız bünyesinde faaliyet gösteren Uyku Araştırma Laboratuvarında, epilepsi monitörizasyonunun rutin bir uygulama olması yolunda katkıda bulundum.

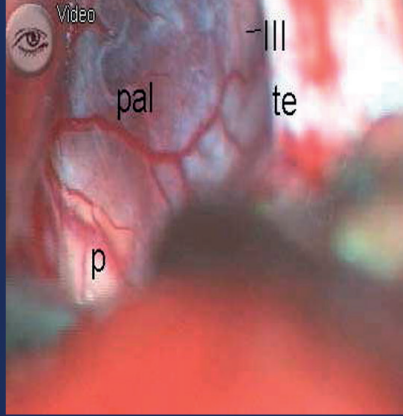
1990-1991 yılları arasında, Zürich Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Kliniğinde Prof. Dr. M. Gazi Yaşargil’in ameliyatlarını izleme fırsatı buldum. Yine bu süre içerisinde mikronöroşirürji kursunu tamamladım ve hippokampus vaskülarizasyonu ve anterior koroidal arter mikronöroşirürjikal anatomisi ile ilgili laboratuvar çalışmalarını sonuçlandırdım. Ardından, 1998 yılında Amerika Birleşik Devletleri Little Rock Arkansas’ta, Arkansas Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ossama Al-Mefty ve aynı bölümde görev yapan Prof. Dr. M. Gazi Yaşargil’in klinik uygulamalarını ve ameliyatlarını izledim. Bu dönemde, nöroşirürji bölüm başkanı Prof. Dr. Andre Olivier’in daveti üzerine gittiğim Kanada Montreal Nöroloji Enstitüsünde epilepsi cerrahisi uygulamalarını izleme fırsatı buldum ve bu üniversitelerde verdiğim ‘Vascularisation of the Hippocampus’ konulu konferans temelinde, temporal lobun mikronöroşirürjikal anatomik özelliklerinin tartışıldığı bilimsel paylaşım süreçlerine katkıda bulundum. 1990 yılında doçent, 1996 yılında da profesör unvanı aldım. Evli ve bir çocuk babasıyım.

**Sağ temporal lobektomi + amygdalohippokampektomi ameliyatının son safhası:**

pal : pia-araknoid kılıf  
III : sağ 3. kranial sinir  
p : serebral pedinkül  
te : tentorium serbest kenarı

**Tüm bu oluşumlar kendi pia-araknoid kılıfları altında görünüyor.**

**Çalıştığımız ameliyat bölgesi ile bağlantılı, hayati önemi olan nöral-vasküler yapıları kendi pia-araknoid kılıfları içerisinde ekspoz etmek ve korumak esastır. Ekspoz etmeden bu yapıları ameliyat travmasından korumak olanaksızdır. Ancak ekspoz etmek, bu yapıların pia-araknoid kılıflarının soyulması anlamına gelmemelidir.**



Geçmiş yıllarda katıldığım bir TND Kongre sunumunun son slaytı.

**DD: Epilepsi cerrahisi ile ne zaman ilgilenmeye başladınız? Sizi bu ilgi alanına yönlendiren bir etken var mı?**

**AE:** Kliniğimizin kurucusu Prof. Dr. Nurhan Avman Hocamız, kliniğimizde epilepsi cerrahisi uygulamalarını başlatmam için bana görev verdi. Yurt dışından zorlukla getirttiği Jerome Engel Jr.'ın editörlüğünü yaptığı "Surgical Treatment of the Epilepsies" kitabını bölüm bölüm, her hafta kliniğimize anlatmamı istedi. İlk operasyonlar, 1986-1987 yıllarında elektrokortikografi rehberliğinde ekstrapetoral rezeksiyonlar şeklindeydi. Daha sonra 1990-1991 yılları arasında Zürich'e giderek Prof. Dr. M. Gazi Yaşargil Hocamızın selektif hippokampektomi ameliyatlarını izleme fırsatı buldum. Daha önce de bahsettiğim gibi, bu ünite tamamladığım hippokampus vaskülarizasyonu konulu mikronöroanatomisi çalışması temelinde, döndükten sonra, ülkemizde hippokampektomi uygulamalarını başlattım.

**DD: Epilepsi cerrahisinde başarılı olmak için her zaman bizlere çok iyi nöroanatomisi bilmemiz gerektiğini öğütlediniz. Şu anda epilepsi cerrahisi ile ilgilenen genç meslektaşlarımız gerekli nöroanatomisi bilgisini öğrenmek ve epilepsi cerrahisinde başarılı olmak için hangi yolda ilerlemeliler?**

**AE:** Her nöroşirürji uygulamasında olduğu gibi, epilepsi cerrahisinde de başarının temel unsuru mikronöroanatomisi bilgisidir. Genç meslektaşlarım, mikronöroanatomisi temel bilgilerine hâkim olmadan asla cerrahi uygulamalara başlamamalıdır.

**DD: Bildiğimiz kadarı ile epilepsi cerrahisi için multidisipliner bir ekip oluşturmamız gerekiyor. Bu konu ile yeni ilgilenmeye başlayan meslektaşlarımız için, epilepsi cerrahisi ekibinde kimler yer almalı ve tecrübelerinize göre ekibi oluştururken hangi etkenleri göz önünde bulundurmalıyız?**

**AE:** Epilepsi cerrahisi, nöroloji bilim dalı ile iş birliği gerektiren ortak uygulamaların başında gelmektedir. Hastaların ameliyat öncesi hazırlık protokolü uygulamaları cerrahi başarının temel unsurlarından bir tanesidir. Burada şunu vurgulamak isterim:

Bir merkez hayal edelim. Ameliyat öncesi hazırlık detayları üst düzeyde olsun. Hastaların habitüel nöbetleri en az üç kez kaydedilsin ve epileptojenik zon net bir şekilde belirlensin. Bu merkezde, cerrahi teknik yeterli düzeyde değilse ve cerrahi yapılması hedeflenen bölge ile ilgili mikronöroanatomisi bilgileri eksikse başarıya ulaşmak olanaksızdır.

Yine, başka bir merkez hayal edelim. Bu merkezde cerrahi teknik üst düzeyde. Her yıl binlerce nöroşirürji uygulaması yapılmakta ancak, nöroloji, nöroradyoloji, nörofizyoloji gibi branşlar ile iş birliği olması gerektiği düzeyde değil. Bu bölgede ameliyat planlayan meslektaşlarımız da mikronöroanatomisi detaylara tam olarak hâkim değiller. İstenilen postoperatif başarı ihtimali yine düşük olacaktır.

Bir merkez daha hayal edelim. Bu merkezde seri olarak nöroanatomisi çalışmaları yapılmakta ve dünya genelinde, önemli dergilerde, bu nöroanatomisi çalışmaları yayımlanmakta. Dolayısıyla, bu ünite çalışan meslektaşlarımızın yayın profilleri de üst düzeyde. Fakat, bu ünite cerrahi teknik eksik ve preoperatif hazırlık protokolü, ilgili branşlar ile birlikte tam olarak yapılamamakta. Sonuç, yine postoperatif yetersiz nöbet kontrolü olacaktır.

Bu sorunuza şöyle tamamlamak isterim. Epilepsi cerrahisinde en başarılı sonuçlara; preoperatif hazırlık protokolünün, mikronöroanatomisi bilgisinin ve nöroşirürji tekniğinin eksiksiz olarak uygulandığı ünitelerde ulaşılacaktır. Bu söyleşinin benim için en önemli mesajı budur.



**DD: Epileptik hastaların çoğunlukla pediyatrik yaş grubunda olduğunu göz önünde bulundurursak, tecrübelerinize göre hasta ve ailesi ile iletişimimiz ve diğer branşlar ile iş birliğimiz nasıl olmalı?**

**AE:** Bu çok önemli bir soru. Belirttiğiniz gibi, pediyatrik yaş grubunda yüksek oranda epileptik hasta bulunmaktadır. İlaçla kontrol edilemeyen her epilepsi nöbeti beyin dokusu için bir travmadır. Pediyatrik yaş grubunda, ilaçla kontrol edilemeyen nöbetlerin en ağır komplikasyonu mental retardasyondur. Bu nedenle, bunun gibi düzeltilemez komplikasyonlar gelişmeden önce, etkin bir cerrahi uygulama ile hastalarımız nöbetten ve takip eden yıllarda antiepileptik ilaç tedavisinden kurtulabilir ve hayata kazandırılabilir. Bu bilgiler temelinde, epilepsi cerrahisinin hedef alması gereken en önemli hasta grubunun pediyatrik hasta grubu olduğunu söyleyebiliriz.

Ülkemizde yayımlanan epilepsi cerrahisi serilerine baktığımız zaman, pediyatrik yaş grubunun yeterli düzeyde olmadığını görmekteyiz. Bunun nedeni, pediyatrik nöroloji, nörofizyoloji, nöroradyoloji gibi ilgili branşlarla iş birliğinin yeterli düzeyde olmamasıdır. Takım çalışması misyonunun, ekip çalışması ruhunun ve felsefesinin kesinlikle akademilerde organize edilmesi gerekir. Bunu çok önemli buluyorum.

Burada Nurhan Hocamızın bir yorumunu size aktarmak isterim: Diğer yaşam alanlarında olduğu gibi müziğimizin de solo notalarla çalışıldığını söylerdi. Bireysel olarak bakıldığında tüm yorumcularımızın kendi alanlarında birer usta olmalarına karşın farklı enstrümanlar ve farklı notaların bir araya geldiği senfonik müzik tarzında ortak uygulamaları üretmediğimizi vurgulardı. Medikal süreçlerde de bu böyle. Solo notalarla müzik yapıyoruz. Özet bir anlatımla akademisyen, senfonik müzik akışında farklı bir enstrümanla müziğe katılabilen bir kişidir. Farklı alanlardaki üretim süreçlerinde yol alan kişilerin, bir amaç doğrultusunda bir araya gelebilmesi, akademisyenlerin temel özelliklerinden birisi olmalıdır. Ancak bizim en çok zorlandığımız nokta da budur. Cerrahi tekniğimiz, kendi tahminlerimizin bile ötesinde, yurtdışındaki ileri merkezlerden hiç de geri kalmayacak düzeydedir. Ama en büyük eksiklerimiz biraraya gelip ortak müzik yapma yoksunluğumuzdur.

**DD: Epilepsi cerrahisi gerçekten çok kapsamlı bir konu ve her detayı bu söyleşimizde paylaşamayacağımızı biliyoruz ama, bize güncel cerrahi tedavi seçeneklerinden ve tecrübelerinize göre öncelikle tercih ettiğiniz yöntemlerden kısaca bahsetmeniz mümkün mü?**

**AE:** Bu sorunuzun en doğru cevabı şöyle olacaktır. Ünitenizde birlikte çalıştığınız ilgili branşlar ile yapılan toplantılarda hangi cerrahi tekniğin uygulanacağı karara bağlanmalıdır. Uygulanacak cerrahi teknik bu ekibin ortak kararı olmalıdır.

**DD: Elbette ki cerrahi söz konusu olunca her zaman her şey yolunda gitmeyecektir. Sizin epilepsi cerrahisi sırasında ve sonrasında karşılaştığınız zor durumlar nelerdir ve genç meslektaşlarınıza bunlarla başa çıkma konusunda bir öğüdünüz var mı?**

**AE:** Epilepsi cerrahisinde yaşanabilecek en ağır sonuç, eksik preoperatif hazırlık protokolü sonucunda belirlenen nöral dokunun gerçek anlamda epileptojenik olmaması ve bu şekilde non-epileptik dokunun rezeke edilerek, epileptojenik fokusun hastalığı devam ettirmesine izin verilmesidir.

Yanlış yapmadan yaşanılmaz. Bir kitaptan alıntı yapayım: “Yanlış yapmıyorsanız, yaşamıyorsunuz demektir.” Yanlış yapmadan hayatı öğrenemezsiniz. Ancak benzer yanlışları da yapma lüksümüz yoktur.

**DD: Hasta takibi sırasında nasıl bir yöntem izliyorsunuz ve tecrübelerinize göre, özellikle dikkatli olmamız gereken bir durum var mı?**

**AE:** Hastalarımızın postoperatif dönemdeki takipleri temel olarak nöroloji kliniğince yapılmaktadır. Postoperatif dönemdeki antiepileptik ilaç tedavisi ve gerektiği kadar nöbetsiz geçen süre sonunda bu ilaçların azaltılarak kesilmesi de nöroloji kliniğince belirlenmektedir.

**DD: Günümüzde epilepsi cerrahisinde ne gibi gelişmeler oluyor? Hangi konuda yeniliğe ihtiyaç duyuluyor? Genç meslektaşlarımız hangi yöntemleri araştırmaya ve uygulamaya yoğunluk vermeli?**

**AE:** Biraz önce söylediklerimi bir kez daha tekrarlamak istiyorum. Epilepsi cerrahisine başlamak isteyen genç meslektaşlarımıza mesajım şudur:

Ameliyat planlanan bölge ile ilgili mikronöroanatomik bilgilere hâkim olmak, etkin bir preoperatif hazırlık protokolü uygulayabilen ilgili branşlarla birlikte çalışmak ve cerrahi tekniği sürekli olarak geliştirmek. Bu üç unsur birlikte uygulanırsa, epilepsi cerrahisinde en güzel sonuçlara ulaşılabilecektir.

Şunu da ifade etmek isterim ki: Özellikle biz klinisyenler için temel hedef, tedavi olmak amacıyla müracaat eden insanları iyileştirmektir. Hastalarımızın hiçbirisinin, yaptığımız bilimsel çalışmaların nicelik ve nitelikleriyle ilgilendiğini düşünmüyorum. Tek hedefleri, hastalıklarından kurtulmak ve şifa bulmaktır. Yaptığınız yayınlar, eninde sonunda insan sağlığına ve mutluluğuna hizmet edecekse kutsaldır. Sadece adınızın başına etkileyici unvanlar getirme amacı taşıyorsa hastalarımız için bir anlamı yoktur. Ben de bütün akademik eylemlerin hedefi insan olmalıdır.

**DD: Değerli hocam, vakit ayırdığınız ve tecrübelerinizi bizimle paylaştığınız için çok teşekkür ederiz.**

**AE:** Bu söyleşi için emek harcadınız. Ben de size teşekkür ederim. Ellerinize sağlık.

# Distonide Derin Beyin Stimülasyonu

**Dr. Gültekin BAŞ, Dr. Murat VURAL**

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Eskişehir*

## ÖZET

Distoni, genellikle hem agonist hem de antagonist kasların aynı anda kasılmasıyla sonuçlanan, tekrarlayan hareketler veya anormal postür üreten sürekli kas kasılmalarının oluşturduğu bir sendromdur. Etkilenen vücut bölgesinde tekrarlayıcı, büktürücü, döndürücü, ağrılı ve uzamış kasılmalarla bulgu verir. İstemli hareket sırasında, genellikle amaçlanan hareket için gerekli olmayan ek kasların aktivasyonu vardır. Altta yatan nörodejeneratif ya da nörometabolik hastalıklar olabileceği gibi herhangi bir neden bulunamayabilir. Başlangıç yaşına, etkilediği vücut lokalizasyonuna ya da altta yatan sebebe göre sınıflandırılabilirler. Tedavi seçenekleri arasında; oral medikasyon, botulinum toksin enjeksiyonu ve nöroşirürjikal uygulamalar yer almaktadır. Bunlar arasında Radyofrekans (RF) talamotomi, pallidotomi gibi ablatif yöntemler olduğu gibi gittikçe daha yaygın uygulanmaya başlayan Derin Beyin Stimülasyonu (DBS) yer almaktadır. Günümüzde distonide Globus Pallidus Internus (GPI) en çok tercih edilen hedef çekirdektir.

**Anahtar Kelimeler:** GPI, DBS, Distoni, Hareket bozuklukları

## ABSTRACT

Dystonia is a syndrome of sustained muscle contractions producing twisting and repetitive movements or abnormal postures often resulting in simultaneous contraction of both agonist and antagonist muscles. involuntary, repetitive, sustained, painful and twisting movements of the affected body part are the main symptoms. During voluntary movement, there is often activation of additional muscles not necessary for the intended movement. These dystonic syndromes can be present without an identified etiology or they can be clinical manifestations of a neurodegenerative or neurometabolic disease. They can be classified according to the age of onset, affected body part or underlying cause. Treatment options include oral medications, botulinum toxin injections, and neurosurgical interventions. Ablative treatments like RF thalamotomy, pallidotomy and non-ablative intervention as Deep Brain stimulation (DBS) are the most common neurosurgical procedures. Currently, Globus Pallidus Internus (GPI) is the most widely preferred target for dystonia.

**KeyWords:** GPI, DBS, Distonia, Movement disorders

## GİRİŞ

**D**istoni, altta yatan konjenital bir sebebe, başlangıç yaşına (juvenil/erişkin başlangıçlı), semptomların lokalizasyonuna (fokal/segmental/jeneralize) göre sınıflandırılabilir (6,14). Stroke, serebral palsi, ensefalit, diğer çevresel hasarlar veya nörodejeneratif hastalıklardan kaynaklanabilen santral sinir sistemindeki (SSS) bir lezyonla birlikte ortaya çıktığında sekonder olarak tanımlanırken, serebral görüntülemelerde ek patoloji yokluğuyla veya altta yatan herhangi bir faktör tespit edilemediğinde ise primer veya idiyopatik distoni olarak sınıflandırılır.

Distoni tedavisinde oral medikasyon, botulinum toksin enjeksiyonu ve nöroşirürjikal uygulamalar yer alır. Nöroşirürjikal uygulamalar öncelikle radyofrekans (RF) talamotomi, pallidotomi şeklinde lezyon cerrahileri olarak uygulanırken, bu işlemlerin geri dönüşümsüz olması ve çift taraflı yapılması durumunda yan etki olasılığının yüksek olması nedeniyle günümüzde yavaş yavaş yerini Derin Beyin Stimülasyonu (DBS) uygulamalarına bırakmıştır. Distoni tedavisinde DBS, yüksek doz medikal tedaviye rağmen sonuç alınmadığı durumlarda tercih edilmelidir. DBS

için günümüzde en çok tercih edilen çekirdek Globus Pallidus Internus'tur. Etki Mekanizmasının hâlen tartışmalı olmasının yanında yüksek frekanslı stimülasyonun ablatif uygulamaları taklit ettiği düşünülmektedir. Hedeflenen çekirdekteki düzensiz ve patolojik aktivite stimülasyon aracılığıyla modüle edilir (6,14).

## Hasta Seçimi

Cerrahi öncesinde kranial ve gerekli ise servikal MR çekimleri ve uygun nöropsikolojik ve psikiyatrik değerlendirmeler yapılmalıdır. Ayrıca generalize distoni için en yaygın kullanılan 'Burke-Fahn-Marsden Dystonia Rating Scale' (BFMDRS) ölçeği, servikal distoniler için 'Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale (TWSTRS)' gibi ölçekler kullanılmalı, hastanın ayrıntılı bir videosu hasta dosyasına eklenmelidir. Her iki skalada da yüksek puan ciddi distoni göstergesidir.

Nöroloji hekimlerince primer ya da sekonder distoni tanısı alan, antikolinerjik, antiepileptik, benzodiazepin grubu ilaçlar, baklofen ile tedavide başarısızlık, fokal veya segmental distonisi olan hastalarda, uygun kas seçimi botulinum toksini enjeksiyonunun-

dan sonra tedavi başarısızlığı; optimal bir tedaviye rağmen sosyal izolasyon, sabit ortopedik problemler başlamadan bu grup hastalar cerrahiyeye adaydır (14).

Genellikle idiyopatik veya genetik; izole, fokal, segmental veya jeneralize distonili hastalarla, tardif distonisi ve miyoklonus distonisi olan hastalar derin beyin stimülasyonuna (DBS) iyi yanıt verirken, beyin yaralanmalarına ve nörodejeneratif bozukluklara sekonder edinilmiş distonili hastalar ve diğer kombine distoni hastalarında tipik olarak DBS sonuçları daha kötüdür (4). Primer, sekonder distoni ayırımını yapmak için MR görüntüleme ile beynin altta yatan yapısal bir anormalliğinin olup olmadığının tespit edilmesi gerekir. Çocuklukta başlayan jeneralize distoni vakalarında, dopaya duyarlı distoni (DYT5 distoni, ya da Segawa hastalığı olarak da adlandırılır) tanısı, levodopa tedavisine vereceği cevap ile dışlanmalıdır, çünkü bu hastalık idiyopatik jeneralize distoniyi taklit edebilir ve levodopa ile tedaviye mükemmel yanıt verir. DBS tedavisi ile semptomlarda beklenen iyileşme derecesi konusunda hastaya ayrıntılı bilgi vermek önemlidir. Çocukluk/genç başlangıçlı primer jeneralize distonisi olan hastalarda iyileşme oranı en yüksektir (BFMDRS skoruna göre %50-70). Yetişkin başlangıçlı kraniyal/servikal ve geç distoni hastalarında bu oran %35-80 civarlarındadır. Sekonder distonilerde ise çok daha az iyileşme oranları beklenir (%10-20). Hasta bilgilendirmesi yapılırken net oranlar verilmemeli, bu oranların kişiden kişiye çok değişkenlik gösterebileceği mutlaka vurgulanmalıdır (14).

#### Ablaziv Cerrahiler

1950'lerde medikal tedavilerin sınırlı olmasından dolayı talamotomi, pallidotomi gibi cerrahi yöntemler distoni tedavisinde kullanılmıştır (1). Talamotomilerden sonra elde edilen iyileşme zamanla azalabilirken, bilateral uygulanan cerrahilerin dizatri, disfaji ve yürüme dengesizliği gibi irreversibl yan etkilerle ilişkili olduğu gösterilmiştir (4). Gamma-knife (GK) gibi stereotaktik radyocerrahiler ile talamik ablasyonlar dirençli tremorda rutin pratikte olmasa da kullanılabilir. GK ile Vo-talamotomiden 1 yıl sonra müzisyen distonisi olan bir hastada iyi sonuçların alındığını gösteren yayın mevcuttur (9). Ancak GK intraoperatif ölçümlere izin vermemesi geç radyasyon etkileri nedeniyle ciddi komplikasyonlar oluşabileceği de unutulmamalıdır. Son yıllarda distoni gibi hareket bozukluklarının tedavisinde DBS daha yaygın olarak kullanılmakta olsa bile 2014 yılında yayınlanan bir makalede Dwarakanath ve Hindistan'daki meslektaşları, gelişmekte olan üçüncü dünya ülkelerindeki seçilmiş hasta grupları için, DBS'ye göre maliyet açısından düşük maliyetli olan lezyon cerrahilerinin güvenli ve etkili bir alternatif olmaya devam ettiğini savunmaktadır (5).

#### Hedefleme ve Mikroelektrod Kayıt

Globus pallidus pars internusun (GPi) stimülasyonu son yıllarda medikal tedavi dirençli distonilerin tedavisinde yaygın ve etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır (10). Distonide GPi stimülasyonunun etkisi tam olarak anlaşılmamıştır ancak fonksiyonel görüntülemelerde, GPi stimülasyonun, muhtemelen talamokortikal yollar üzerindeki GPi'nin anormal etkisini iyileştirerek, supplemanter motor alanlarda anormal hipermetabolizmayı düzelttiği gösterilmiştir (15). Bununla beraber Parkinson hastalığında da (PH) kullanılan subtalamik nükleusun (STN) distoni tedavisinde etkin olabildiğini gösteren çalışmalar da mevcut olup, STN'nin dolaylı

ve doğrudan yollarda merkezi bir çekirdek olduğu ve bazal gangliyonların kontrolü üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu öne sürülmüştür (2,11). Schjerling ve arkadaşlarının yaptığı 13 distoni hastasının GPi ve STN-DBS'inde BFMDRS puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamadıklarını ancak STN'nin uyarılmasının BFMDRS hareket puanlarında GPi'nin uyarılmasına göre daha fazla bir iyileşme sağladığını göstermişlerdir (15).

Thalamusun ventral intermedius nucleusu (Vim), distoniyi tedavi etmek için kullanılan ilk hedefdir (3). Ancak bazı hastalarda etkinlik olmaması ve uzun vadeli sonuçların olmaması nedeniyle GPi-DBS kullanılmaya başlanmıştır. Tek bir hedef olarak veya GPi-DBS ile kombine olarak Vim-DBS'nin birkaç hastada distonik tremorun rahatlama sağladığı gösterilmiştir. Yakın tarihli bir retrospektif çalışma, cerrahiden 12 ay sonra başlangıçta %41'lik bir iyileşme göstermiş ancak distonik tremor üzerindeki fayda uzun vadede (Vim-DBS'den > 5 yıl sonra) gösterilememiştir (2). Yine başka bir çalışmada ise distonik hastalara göre daha fazla fazık veya tonik (örn. fokal el distonisi) komponenti olan hastalarda, ventralis oralis posterior nükleus (Vop) ve ventralis oralis anterior nükleus (Voa) gibi ventral talamusun daha ön bölgelerinin stimülasyonunun olumlu sonuçlar gösterdiği yayınlara mevcuttur (3).

Optimal radyolojik görüntülemeler ve frame yerleştirme sonrasında programlama yapılırken GPi DBS için direkt hedefleme yapılmalıdır. GPi; Flair, T2 ve SWAN ağırlıklı serilerde sınırları net olarak seçilebilen bir çekirdektir. Dikkat edilmesi gereken nokta lead ucunun hedef noktasının koronal düzlemde optik traktın dorsal sınırının üzerinde olmasıdır (Şekil 1). Mevcut elektrot konumunu doğrulamak ve stimülasyonun neden olabileceği yan etkilerin (kortikobulbar, kortikospinal ve optik yolların stimülasyonu ile indüklenebilecek aktivasyonlarına bağlı) gözlemlenmesi için lead yerleştirildikten sonra intraoperatif stimülasyon faydalıdır (14). Mikroelektrod kayıt (MER) kullanılarak nörofizyolojik haritalama GPi lead yerinin doğrulanması için uyanık hastalarda etkin olarak uygulanabilir. Anormal kas kontraktürleri olan hastalar ile pediatrik yaş grubunda genel anestezi tercih edilmektedir. Bu durumda MER yapmak mümkün olmamaktadır. GPi-DBS, ablaziv tedavilere göre geri dönüşümsüz ve destrüktif olmaması ve ayarlanabilir olması nedeniyle daha avantajlıdır. Ayrıca kalıcı konuşma, yutma ve bilişsel problemler olmadan bilateral uygulanabilir. GPi-DBS günümüzde cerrahi için tercih edilen seçenek olmasına rağmen, pahalı bir tedavi olması ve donanım sorunları, uzun programlama seansları ve düzenli pil revizyonu gerektirmesi nedeniyle bazı hastalarda tercih edilemeyebilir. Bu gibi durumlarda dikkatle seçilmiş hastalarda distoni tedavisinde ablaziv tedaviler uygulanabilir.

#### Komplikasyonlar

DBS cerrahisinde tüm hareket bozuklukları hastaları için geçerli olmak üzere en yüksek cerrahi riskler; hemorajik stroke ve implant ilişkili enfeksiyonlardır. Bununla ilgili literatürde çok çeşitli seriler vardır ancak ortalama bir değer vermek gerekirse her bir elektrod (lead) için %1,5-3 oranında hemoraji riskinden bahsedilebilir. Bu da yine her bir elektrod için %0,5-1 oranında kalıcı morbidite oranıyla ilişkilendirilebilir. Hemoraji riski özellikle intraoperatif hipertansiyon, koagülopati, serebral atrofi ve MR görüntülerinde tespit edilen iskemik küçük damar hastalığı durumlarında artış gösterir. Cihazın parsiyel ya da total çıkartılmasını gerektire-



**Şekil 1:** Bilateral GPi DBS yapılmış hastanın postoperatif MR görüntüsünde leadlerin lokalizasyonu.

cek enfeksiyon oranları ise yaklaşık %2-5 oranlarında bildirilir. Enfeksiyona yatkınlık diyabetli hastalarda daha yüksek bir olasılık olarak kabul edilmelidir (8,17). Son yıllarda yapılan çalışmalarda GPi-DBS'ye bağlı yürümede yavaşlama, dizatri, yürüme veya konuşmada donma ve mikrografi ile birlikte gecikmiş başlangıçlı hipokinezi bildirilen yayınlar mevcuttur. Schrader ve arkadaşları kronik pallidal stimülasyon uygulanan hastalarda bu Parkinson hastalığı benzeri belirti ve semptomlarının insidansını %8,5 olarak bildirmiştir (16). 2014 yılında yayınlanan bir seride DBS implantasyonunda kanama oranı %1,1 ve enfarkt oranı %0,4 olarak ölçülmüştür (7).

## SONUÇ

GPi ya da STN-DBS'nin distoni hastalarında kullanımı iyi sonuçlar verse de mekanizmalar yeterince anlaşılamamıştır. DBS'nin bazal gangliyonları ve kortikal etki mekanizmalarını ve distoni ile ilişkili nörofizyolojik paternleri daha iyi anlamlandıracak çalışmalara ihtiyaç vardır. Bununla beraber distonili hastalara uygulanacak DBS sonucu hakkındaki hasta seçim kriterleri ile ilgili daha fazla çalışma gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Cif L, Hariz M. Seventy years of pallidotomy for movement disorders. *Mov. Disord.* 2017;32:972-982.
2. Cury RG, Fraix V, Castrioto A, et al. Thalamic deep brain stimulation for tremor in Parkinson disease, essential tremor, and dystonia. *Neurology.* 2017; 89:1416-1423.

3. Cury RG, Fraix V, Moro E. Celebrating thirty years of deep brain stimulation in 29 movement disorders patients: A successful marriage between neurologists and neurosurgeons. *Parkinsonism Relat. Disord.* 2018;46:98-99.
4. Cury RG, Kalia SK, Shah BB, Jimenez-Shahed J, Prashanth LK, Moro E. Surgical treatment of dystonia. *Expert Rev Neurother.* 2018 Jun;18(6):477-492.
5. Dwarakanath S, Zafar A, Yadav R, et al. Does lesioning surgery have a role in the management of multietiological tremor in the era of deep brain stimulation? *Clin Neurol Neurosurg.* 2014;125:131-6.
6. Fahn S, Bressman SB, Marsden CD. Classification of dystonia. *Adv Neurol* 1998;78:1-10.
7. Fenoy AJ, Simpson Jr RK. Risks of common complications in deep brain stimulation surgery: management and avoidance. *J Neurosurg.* 2014;120(1):132-9.
8. Hariz M. Complications of deep brain stimulation surgery. *Mov Disord* 2002;17(Suppl 3):S162 6.)
9. Horisawa S, Tamura N, Hayashi M, et al. Gamma Knife Ventro-Oral Thalamotomy for Musician's Dystonia. *Mov. Disord.* 2017;32:89-90.
10. J.D. Speelman, M.F. Contarino, P.R. Schuurman, M.A.J. Tijssen, R.M.A. De Bie, Deep brain stimulation for dystonia: patient selection and outcomes, *Eur. J. Neurol.* 17 (2010) 102-106.
11. Lin JJ, Lin SZ, Chang DC. Pallidotomy and generalized dystonia. *Mov. Disord.* 1999;14:1057-1059.
12. Lyons KE, Pahwa R: Effects of bilateral subthalamic nucleus stimulation on sleep, daytime sleepiness, and early morning dystonia in patients with Parkinson disease. *J Neurosurg* 104: 502-505, 2006
13. Nambu A, Tokuno H, Takada M: Functional significance of the cortico-subthalamo-pallidal 'hyperdirect' pathway. *Neurosci Res* 43:111-117, 2002
14. Ostrem JL, Starr PA. Treatment of dystonia with deep brain stimulation. *Neurotherapeutics.* 2008 Apr;5(2):320-30. doi: 10.1016/j.nurt.2008.01.002. PMID: 18394573; PMCID: PMC5084173.
15. Schjerling L, Hjerlind LE, Jespersen B, Madsen FF, Brennum J, Jensen SR, Løkkegaard A, Karlsborg M: A randomized double-blind crossover trial comparing subthalamic and pallidal deep brain stimulation for dystonia. *J Neurosurg* 119(6):1537-1545, 2013.
16. Schrader C, Capelle HH, Kinfe TM, et al. GPi-DBS may induce a hypokinetic gait disorder with freezing of gait in patients with dystonia. *Neurology.* 2011;77(5):483-8
17. Umemura A, Jaggi JL, Hurtig HI, et al. Deep brain stimulation for movement disorders: morbidity and mortality in 109 patients. *J Neurosurg* 2003;98:779 84.

## Fonksiyonel Nöroşirürjide Malzeme Sorunu

Dr. Halil ULUTABANCA

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Kayseri

**F**onksiyonel cerrahi alanında yapılan cerrahi girişimler genellikle ya cihaz desteği gerektirir ya da cerrahi işleme özel geliştirilmiş malzeme gerektirir.

Malzeme gereksinimi nedeni ile de cerrahi işlemlerin yapılabilirliğini SGK'nın ödeme miktar ve takvimi, hastanenin iskonto talebi ve ödeme takvimi ile ülkenin ekonomik durumu net olarak etkilemektedir. Hepimizin malum olduğu üzere hali hazırda cihaz maliyetleri ile SUT fiyatlarının uyuşmaması nedeni ile cerrahi uygulamaları yapamamaktayız. Ayrıca malzemelerin tamamının ithal olması nedeni ile ciddi fiyat istikrarsızlığı ve TL bazında fahiş fiyatlarla karşılaşılması olayı daha da dramatikleştirmektedir.

Çekilen bu sıkıntıların ana sebeplerine sırası ile bakıldığında birinci sırada güncel olmayan SUT fiyatları gelmektedir. SUT fiyatlarının mevcut durumu bu ay içerisinde revize edilip artırılmış olsa da hâlen Vagal sinir stimülatörleri başta olmak üzere bazı malzemelerde maliyet sorunu kaldırılamamıştır. Yine epilepsi cerrahisinde kullanılması gereken subdural veya derin elektrotların SUT fiyatlaması ile gerçek maliyetleri arasındaki uyuşmazlık yıllardır devam etmektedir. Epilepsi cerrahisi alanındaki sorunların özel bir başlık hâlinde dernek bünyesinde ve ilgili kurumlar ile ele alınması önem arz etmektedir. Dünyada bu konuda tedarikçilerin de sınırlı olması ve tam anlamı ile rekabet ortamının oluşmaması da ana etkenlerden sayılabilir.

SGK ödeme takvimi de bu zincir içerisinde önemli bir halka olmakla birlikte SGK ödemeleri fatura incelemelerinin tamamlanması sonrası genellikle düzenli olarak yapılmaktadır. Bu konuda özellikle üniversite hastanelerini sıkıntıya sokan global bütçe uygulaması olmaktadır. Global bütçe belki de birçok yönü ile hastanelere katkı sunduğu söylenilse de yüksek maliyetli cihazların kullanılması gereken ameliyatların yapılması hastane yönetimlerince pek sevilmemektedir. Hatta birçok cerrahi işlemin yapılması hastane yönetimlerince zarar olarak görülmektedir. Çünkü global bütçeden gelen para sabittir, hastaneden kurum dışına ne kadar az para ödenir ise o kadar iyidir mantığı işlemektedir.

Ödeme sistemlerinde en önemli problem hastanelerin malzeme sağlayıcı firmalara olan borçlarını ödememesinden kaynaklanmaktadır. Ülkemizde sağlık ödeme sistemlerinin en büyüğü hatta tek ödeme kurumu SGK'dır. SGK tarafından ödenen para ile yine üniversite hastanelerinin giderleri arasında uyuşmazlık sonucu hâli hazırda birçok üniversite ağır borç yükü altındadır.

Üniversite hastanelerinin kendi bünyesindeki personel maaşları gibi devlet hastanelerinde olmayan ek giderler bütçelerde açık oluşmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucunda hastane yönetimleri de medikal firmalara olan borçlarını ötelemektedir. Medikal firmalar da alacaklarının ödenmemesi veya uzun vadeler hâlinde ödenmesi nedeni ile malzeme fiyatları üzerine vade farkları eklemektedir. Bu kısır döngünün sonunda da olay cerrahi malzemelerin temin edilememesi ile sonuçlanmaktadır. Zamanında ameliyat olmayan veya revizyon cerrahisi yapılamayan hastalar ile sık sık bu sebeplerden dolayı karşı karşıya gelen maalesef bizler olmaktadır. Sağlık idarecileri bu durumlarda sorumluluk almaktan da kaçınmaktadır.

Sağlık idarecileri bu sorunu çözmek için Devlet Malzeme Ofisini (DMO) aktif hâle getirdi. Şu an firmalar DMO aracılığı ile malzemelerini satışa sunmakta hastaneler de ihtiyaçlarını DMO'dan talep etmektedir. İlk birkaç ay sıkıntılar çözülmüş gibi görünse de döviz kurundaki sıkıntılar, DMO'nun firmalara olan ödemelelerinde problemlerin yaşanması, kur farklılıkları nedeni ile sorunlar devam etmektedir. Ayrıca firmaların belirli bir kısmı da hâli hazırda DMO ile sözleşme yapmamıştır.

Sonuçta malzeme teminindeki asıl sorun fiyatlandırma ve hastanelerin ödeme problemlerinden kaynaklanmaktadır. Burada tıbbi cihaz temini sağlayan şirketlerin talebi sabit SUT fiyatı yerine ilaç ödeme sisteminde olduğu gibi yıllık döviz kur artışına göre otomatik fiyat güncellenmenin yapılmasıdır. Bu uygulama firmaların malzeme temininin sürdürülebilirliğini sağlaması açısından doğru bir uygulama olabilir. Hastanelerin mali yapılarının tekrar düzenlenmesi kamu hastanelerinin bütçe yapılarının basitleştirilmesi ve bütçe farklılıklarının ortadan kaldırılması gereklidir. Konumuz malzeme sorunları olmakla birlikte kamu hastanelerinin arasındaki personel rejim farklılıkları, bütçe uygulama farklılıkları, hasta özellikleri, hasta başı maliyetleri gibi birçok parametre sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliğini etkilemektedir. Bu sorunlardan da en çok cihaz destekli tedavi yöntemleri etkilenmektedir.

Sorunun çözümü öncelikle dernek içinde ve dernek ile sağlık idarecileri arasında sonuç odaklı iletişimin sağlanılmasına bağlıdır. Epilepsi başta olmak üzere bazı hastalıklara özgü çözümlerin ve algoritmaların oluşturulması gereklidir. Ülkemizde cerrahi tedavisi gerekli olduğu takdirde tedavi olamayan binlerce hasta mevcuttur ve ana sebep de malzeme sorunudur. Bu sorunların karşılıklı iletişim hâlinde çözülmesi de mümkündür.

# Derin Beyin Stimülasyonu Serüvenim

**Dr. T. Ali ZIRH**

*İstanbul Medipol Üniversitesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı  
Medipol Üniversitesi Parkinson Hastalığı ve Hareket Bozuklukları Merkezi (PARMER), İstanbul*

*Değer taşıyan tek hikaye vardır; o da bedelini sizin ödediğinizdir.*

**Louis Ferdinand Destouches**

## GİRİŞ

**B**enden “DBS serüvenim” başlıklı bir yazı istendiğinde Cahit Sıtkı’nın meşhur şiirinde bahsettiği yıllar kadar bir zamanı bu serüvende tamamlamaya yakın olduğumu fark ettim. Bu yazıyı yazmamı isteyerek günlük koşuşturmacalarımız ve ileriye yönelik plan ve çabalarımız arasında kaybolmamız nedeni ile bugüne kadar hiç yapmamış olduğum şöyle bir duraklayıp dünden bugüne göz atma fırsatını bana verdiği için yazım komitesindeki meslektaşlarıma da şükranlarımı sunmak isterim.

Yaşamın kendisi bir serüven aslında... “*Mutluluk bir varış noktası değil, yolculuğun kendisidir*” der, Roy Goodman. Benim de hem yolculuğum; hem de mutluluğum DBS cerrahisi ile süregelmekte. Hareket bozukluğu cerrahisindeki daha hasta ameliyat masasında ve uyanık iken gördüğümüz çarpıcı iyileşme; hastaların ameliyat masasında değişen yüz ve mutluluk ifadeleri beni oldukça etkiledi ve hareket bozuklukları cerrahi girişimlerinin beyin cerrahisinin birçok dalına göre daha yüz güldürücü sonuçlar veren girişimler olduğunu düşündüm. Bu bağlamda da otuz beş yıla çok yaklaşan Nöroşirürji yolculuğumda önce Fonksiyonel Beyin cerrahisi, sonrasında lezyon ağırlıklı hareket bozuklukları cerrahisi ve nihayetinde de Derin Beyin Stimülasyonu (DBS) giderek ağırlığını artırdı ve DBS uygulamaları mesleki hayatımda son yıllarda yaptığım tek girişim hâline geldi. Aynı anda bir düzineye yakın farklı beyin cerrahisi girişimini başarı ile yapabildiklerini ifade eden ve uygulayan genç meslektaşlarımı gıpta ile izlemekle beraber, sadece DBS girişimlerini uygulamak beni fazlası ile tatmin etmekte. Bunca yıla ve birikime rağmen her yeni vaka bence tek başına ayrı bir serüven, ayrı bir öğreti, ayrı bir stres kaynağı, ayrı bir challenge; aynı zamanda başarılı olabilirsek sadece bir kişiye değil; bir aileye eskiye yakın zamanlarını geri verebilen ayrı bir başarı öyküsü olma özelliği taşımaktadır. “*Kişinin hayatı; düşünün rengine boyanmıştır*” sözü misali; konu hastaların değerlendirilmesi, ameliyat süreci ve sonrasında nöroloji uzmanları ağırlıklı ekibimizle birlikte programlama süreci olduğunda sadece DBS girişimleri bir hekimin tüm gününü fazlası ile doldurabiliyor, hatta zamanı yetmiyor bile... Hani John Christian “*silgi kullanmadan, resim çizme sanatına hayat denilmektedir*” demiş ya; kanımca bu ifadeyi DBS uygulamalarını da en iyi tanımlayan ifadelerden birisi olarak yorumlayabiliriz.

## Nasıl başladı?

Bu yolculuk Marmara Üniversitesi’ndeki asistanlık yıllarımda hocam Necmettin Pamir’in öneri ve teşviki ile başladı. 1988 yılı sonlarında Leksell stereotaktik çerçevesi ile tanıştım ve stereotaktik biyopsiler yapmaya başladım. O dönemde patoloji bölümündeki Aydın Sav Hoca ile iyi bir ikili oluşturduk ve çok sayıda hastanın histopatolojik tanısına katkıda bulunduk (2,3). Stereotaktik biyopsi yıllarım bana beyinde hiçbir nöronun kendini emniyette hissedemeyeceğini; beyinde her bölgeye gerekli hesaplamalarla ve deneyimle ulaşılabileceğini öğretti. O yıllarda herkes anevrizma cerrahisi, kafa kaidesi cerrahisi gibi zor ve sansasyonel girişimlere yönelmeyi tercih ediyordu. Çoğu beyin cerrahisi ya da beyin cerrahisi adayı meslektaşlarım tarafından “basit” görülen; belki de başka bir branş seçilme fırsatı olmadığında mecburen seçilmek zorunda kalınan stereotaktik cerrahinin obsesif ve mükemmeliyetçi kişiliğim ile oldukça uyumlu



olduğunu; hatta benim için biçilmiş kaftan olduğunu düşünmeye başladım. Uzmanlık yıllarımın sonlarına doğru hareket bozuklukları cerrahisinin yıldızı giderek parlamaktaydı. Pallidotomiye yeniden odaklanan bu alanda dünyanın muhtelif yerlerinde olan 7-8 merkezi ziyaret ederek bunların içerisinde hangisinin benim için en uygun yer olabileceğini düşündüğümde; Toronto Western Üniversitesi'nin bu ameliyatlara ameliyathanede vakaları gözlemleyerek ya da iştirak ederek öğrenilebilecek en iyi merkez; Johns Hopkins Üniversitesi'nin ise maymun beyni üzerinde ve laboratuvarlarda çalışılabilecek en iyi merkezler oldukları kanaatine vardım. Gerekli başvuruların kabulü ile de önce Toronto Western Üniversitesi'nde research fellow; ardından da Johns Hopkins Üniversitesi'nde clinical fellow olarak çalıştım. Her iki kurum da gerçek mikroeletrot kayıt ve stimülasyon tekniğini başarı ile uygulamaktaydı ve sonralarda benim de "olmazsa olmaz" im olacak bu teknoloji ile o yıllarda tanıştım ve uygulamaya başladım. 1997 yılında ise ülkemize dönerek Amerikan Hastanesi'nde bu cerrahi girişimleri uygulamaya başladım.

### Aradaki 25 yıl

Amerikan Hastanesi 1997-2009 yılları arasında bir yandan pallidotomi ve talamotomi girişimleri ile lezyon cerrahilerini sık uyguladığım; bir yandan da önceleri sınırlı sayıda olan ve sayıları giderek artan DSB vakalarını uygulamaya ve yaygınlaştırmaya çalıştığım zamanlara ev sahipliği yaptı. Bu süreçte karşıma çıkan en büyük iki engel Nöroloji doktorlarının bu cerrahi girişimlere en hafif tabiri ile "mesafeli" bakmaları ve sosyal güvenlik sisteminin bu girişimleri ödemediği dönemlerdeki "ekonomik" engellerdi. Ekonomi konusu oldukça ilginçti, zira bu problemi daha Kanada'daki eğitim görmekte olduğum günlerde bir gün kara kara düşünürken Andres Lozano bana: "*Ne düşünüyorsun, canın neden sıkın*" diye sormuş; ben de ona o zamanlar yaklaşık 20.000 USD'lik bir pili kimin satın alacağı konusundaki endişemi paylaşmıştım. Verdiği cevap: "*Düşündüğün şeye bak, senin ülkende insanlar araba almıyorlar mı? Arabaya verecekleri paranın yarısı ile kendilerinin ya da yakınlarının yaşamlarını değiştirecek bir cihazı satın almazlar mı?*" diye sormuş; o zamanlar yüreğime su serpmişti. İlginçtir, Türkiye 'ye gelip hasta baktığım yer Amerikan Hastanesi olmuş, ülke genelinde hayli yüksek sosyo-ekonomik düzeye yakın olan hasta yakınları, son derece pahalı arabalarla hastaneye gelirken ameliyat ücretini duyduklarında: "*Nee, bu kadar paraya ameliyat mı olur, kesinlikle olmaz ve ödemeyiz*" diyerek Lozano'nun teorisini garip bir şekilde çöktürmüşlerdi. İkinci büyük engel ise Nöroloji doktoru meslektaşlarımızın endişe ve çekinceleri oldu. Hiç unutmam, 1998 yılında Bursa'da 34. Ulusal Nöroloji Kongresi'nde "Hareket bozukluklarının tedavisinde mikroeletrot yardımıyla stereotaktik talamotomi ve pallidotomi uygulanması ve sonuçları" başlıklı sunumumu yaptığımda oturumu yöneten kürsü başkanı adeta "*başka bir gezegenden gelen ve burada bu sunumu yapan beyin cerrahisi arkadaşımıza çok teşekkür ederiz, biz sizin daha fazla vaktinizi almayalım*" demiş ve soru sorulmasına bile izin vermemişti (5). Çok şükür ki bugün geldiğimiz noktada sadece Parkinson hastalığı ve hareket bozukluklarına özgü bilimsel toplantılar düzenlenmekte ve cerrahi girişimler de, sonuçları da bilimsel platformlarda ayrıntılı olarak tartışılmakta. Bu süreçte dünya da zor zamanlardan geçti ve ilginçtir ki; çok sayıda nöroloji uzmanı hekimin katıldığı; o sıralarda Lütfü Kırdar'da yapılmakta olan ve 3.200 katılımcının olduğu 2007 Movement Disorders Society'nin DBS

ile ilgili yapılan bir oturumunda yapılan bir oylamada ilk kez DBS uygulanması taraftarı olan ellerin medikal tedavinin uygulanması gerektiğini destekleyen ellerden daha fazla sayıda kalktığını buruk bir sevinç ve gururla izleme şansına sahip olmuştum.

2009 yılı sonrası sosyal güvencenin ikinci basamak hastanelerde başlaması paralelinde DBS serüvenimin durak noktası Medicalpark Bahçelievler Hastanesi olmuş; sosyal güvenlik sisteminin karşılaması paralelinde çok sayıda hastaya DBS uygulama fırsatını bulmuştum.

2015 yılında ise bir sonraki serüven durağı gerekli mevzuatın DBS işlemlerinin üçüncü basamak hastanelerde uygulanması mecburiyetine dönüştürülmesi ile İstanbul Medipol Üniversitesi oldu. O dönemdeki çabamız Medipol Üniversitesi bünyesinde tam teşekküllü bir Hareket Bozuklukları Merkezi'nin kurulması idi. Çok arzu ettiğim, ancak o dönemde kurulmasına gerekli ve yeterli desteğin sağlanamadığını düşündüğüm iki senelik bir sürecin ardından DBS işlemlerinin tekrar ikinci basamak hastanelerde de uygulanmasının uygun görülmesinin paralelinde 2017 yılı başından itibaren İstanbul Kolan International Hastanesi'nde DBS girişimlerine devam ettim. Bu yolculuğun hâli hazırda son durağı ise yine İstanbul Medipol Üniversitesi oldu. Her ne kadar Einstein: "Aynı deneyi iki defa yapmak ve farklı sonuçlar beklemek deliliktir" dese de; herkesin ve her şeyin ikinci bir şansı hak ettiği felsefesine olan inancımla, Medipol Üniversitesi Parkinson Hastalığı ve Hareket Bozuklukları Merkezi (PARMER) in kurulması ile birlikte Eylül 2018'den itibaren serüvenime, son durağı olacağını ümit ettiğim, Medipol Üniversitesi'nde devam etmekteyim.

### SGK Süreci nasıl başladı?

Amerikan Hastanesi yılları... Her sabah cerrahiye aday olabilecek hastaların L-dopa challenge testlerini ve daha önce pil takmış olduğumuz hastalarımızın pil programlamalarını gerçekleştirmekteyiz. Her iki hasta grubu ve yakınlarının bir araya gelip konuşma fırsatını buldukları bu süreç, cerrahi adayı olabilecek hastaların zihinlerindeki birçok sorunun cevabını daha kısa bir süre önce ameliyat olmuş hastaların ağzından duyabilmelerini sağlamakta. Sadece ücretli hastaları ameliyat edebildiğimiz 2008 yılı sonlarında Amerikan Hastanesi'ndeki yoğun sabahlarımızdan birisinde şanslı grupta olan ve ameliyat ücretini verebilmiş bir hasta yakını: "*Hocam bu insanlar neden ağlaşıyorlar*" diye sormuş; ben de kendisine maalesef ki sosyal güvenlik sisteminin ödeme yapmadığını, çoğu hastanın kendileri kadar şanslı ekonomik durumlarının olmadığını anlatmıştım. "*Peki, bunun için ne yapılması gerekiyor*" sorusuna da beyin pili tedavisinin sosyal



güvenlik kapsamına alınması gerektiğini; bunun yapılabilmesi için de Sağlık Bakanı'nın ya da Başbakan'ın ikna edilmesi gerektiğini; yani iki "Recep Bey" den birisi ile görüşülüp bunun öneminin anlatılması gerektiği fikrimi paylaşmışım. Bu konuşmadan birkaç gün sonra kendimi Dolmabahçe'deki çalışma ofisinde Sayın Başbakana bu hususu açıklarken buldum. Göstermiş olduğu alaka ve anlayış sayesinde gerekli mevzuat değişiklikleri sonrasında, bu görüşmeden çok kısa bir süre sonra Medical-park Bahçelievler Hastanesi'nde hareket bozuklukları hastalarını Sosyal Güvenlik Sistemi kapsamında ameliyat etmeye başladık. Bu değişiklik sosyal güvenlik sistemi olmadan ameliyat önerilen hastaların yaklaşık 15'te biri ameliyat olabilirken çoğunluğunun böyle bir sağlık hizmetine kavuşmasının; böylelikle de lezyon cerrahisinden beyin pili tedavisine geçişin de başlangıcı oldu.

#### Yaşamıma dokunanlar / yön verenler / iz bırakanlar

Yaşamımızın aslında karşımıza çıkan; kimi davetli, kimisi de davetsiz misafir olan; bize, ruhumuza, hayatımıza dokunan insanların bu "dokunuşları" ile şekil bulduğunu; geliştiğini ve yönlendiğini düşünürüm. Hani "hiçbir insan öylesine girmiyor hayatımıza; kimisi imtihan, kimisi armağan" derler ya.. Benim de bu yolculuğumda bana "armağan" olan; kiminden bilgi, kiminden feyz; kiminden de ders aldığım hocalarım, mentorlerim, yol arkadaşlarım oldu. Bu "serüven" de onlarla ilgili bazı ayrıntıları, bazı anıları ve bazı edindiğim "öğretileri" paylaşmadan geçemeyeceğim. Akla gelecek "hangi sırayla" sorusuna "soyadı sırasıyla" diyerek başlayalım.

#### Alim Louis Benabid

Çalışkanlık ve kendisini işine adanma konusunda örnek gördüğüm Benabid ile ilgili küçük ve eğlenceli bir anımı paylaşmaktan geçemeyeceğim. Sene 1997, yer Grenoble, Fransa, ve Benabid'in başkanlığını yaptığı ilk Dünya Mikroelektrot Kayıt ve Stimülasyon Kongresi'ndeyiz. Konu ile ilgilenen ve Grenoble'a gelen hekimlerle de ilk intraoperatif insan beyni hücre kayıtları teknikleri tartışılıyor. Çeşitli konular tartışılırken Benabid nedenini anlayamadıkları, dolayısı ile de çözümünü bulamadıkları önde gelen problemlerden bir tanesinin ameliyat sırasında mikrostimülasyon sonrasında bir süre beyinden kayıt alınamadığı ve hücrelerin seslerinin dinlenemediği hususu olduğunu ifade etti. Benim en büyük şansım Nörofizyoloji yüksek lisansı yapmama ilave olarak Johns Hopkins'de gerek insan beyni girişimlerinde, gerekse de maymun deneylerinde çok iyi bir nörofizyoloji ekibi ile çalışmış olmamdı. Çok uzun süre önce bu sorunun cevabının stimülasyon tekniği ile ilgili olduğunu ve sorunun nasıl çözülebileceğini öğrenmişim. Toplantı arasında tuvalette ayakta malum fizyolojik işlevimizi gerçekleştirirken Benabid yanıma geldi ve aynı fizyolojik işleve başladı. Ben de kendisine dönüp: *"İzin verirsiniz sorduğunuz sorunun cevabını size söylemek isterim. Sanırım siz mikroelektrot kayıt işlemi sırasında monofazik stimülasyon gerçekleştiriyorsunuz. Bu işlem elektrodun ucunu iyonize eder ve bir süre bu geçene kadar kayıt alamazsınız. Ancak bifazik stimülasyon gerçekleştirirseniz mikroelektrodun ucu iyonize olmaz ve hemen akabinde kayıt alabilirsiniz"* dedim. Benabid hayretler içerisinde bana dönerek: *"Nasıl yani, ne kadar doğru ve ne kadar haklısınız"* diye bağırıyordu. Benim ise cevabım: *"Hocam, üzerime geliyor"* olmuştu...



### Phil Gildenberg

2020 yılında kaybettiğimiz ve 1975-2002 yılları arasında Stereotactic and Functional Neurosurgery'nin editörlüğünü yapan Gildenberg ile muhtelif toplantılarda karşılaşma, fikir alışverişinde bulunma ve kendisini yakın tanıma fırsatını buldum. Engin bilgi ve eğitimciliğinin yanı sıra benim en beğendiğim yanı, her zaman kaybetmediği sakinliği ve hiç yükseldiğini duymadığım ve duymak ve dinlemek için her zaman yeterli olan ses tonu idi. Hani "Zerzevatçı bağırır, sarraf bağırır; eskici bağırır, antikacı bağırır; söyleyecek sözü, fikri kıymetli olan bağırır; bağırarak düşünmez, düşünmeyen kavga eder" sözü sanki onun tarzını da anlatmak için söylenmişti izlenimini alırdım. Esasen ne kadarını başarabiliyorum bilemem ama sesimi yükseltmeye yakın olduğum zamanlarda hep aklıma getirmeye çalıştığım bir hocadır.

### Demet Güven

Bunca eğitimcinin yanında bir de benim eğittiğim; 2013-2019 yılları arasında asistanlığı yapan; sonraki süreçte de muhtelif pozisyonlarda beyin pili tedavisi konusunda birlikte çalıştığım Demet Güven'den bahsetmeden geçemeyeceğim. Her sabah 05:00'de işbaşı yapmam için 04:00'de evinden çıkan ve 04:30'da beni alan; yurt içinde, yurt dışında, her toplantıda ve her ortamda yanımda olan; dolayısı ile akşam mesailer de gecenin yarısından önce pek bitmeyen; benimle çalıştığı dönemde hani "camdan atlasam benimle beraber atlar; ya da birisi kurşun sıkısa önüne geçer" diye tanımlayabileceğim; PR ekibimin de kendi deyimleri ile "marka bağımlısı" diye tanımladığı bu müstesna iş partnerim sadece fiziksel varlığı ve katkıları ile değil; Parkinson'un 200. yılında: "Biz neden 200 beyin pili ameliyatı olmuş hastayı bir araya getirmiyoruz?" diyerek "Parkinson'un 200. yılında Parkinson'un 'iki yüzü' projesine" esin kaynağı olan; bunun gerçekleştirilmesi sonrasında 2018 yılında da 329 beyin pili ameliyatlı hastanın bir araya getirilmesi ile Guinness Dünya Rekorunun da kırılmasına vesile olan kişi olup herkese nasip olmayacak varlığı ve yol arkadaşılığı ile Beyin Pili serüvenime en fazla katkı ve destek sağlayan kişilerden birisi olmuştur.

### Yücel Kanpolat

Türk Fonksiyonel Nöroşirürji piramidinin doruğunda olan Yücel Hocamızı tüm bilimsel öğretilerine ilave olarak her zaman gittiğimiz kongre ve toplantılarda bizleri yanına alıp yaptığı sohbetlerle; bir babanın evlatlarına doğrudan veya dolaylı verdiği hayat dersleri ve nasihatlerle anarım. Birlikte katıldığımız ve akşamında yanında olabildiğim ve onu dinleyebildiğim her bir kongre akşamı benim için aynı zamanda bir hayat ve sosyokültürel eğitim dersi olma özelliği taşırdı.

### Patrick Kelly

Talamik cerrahi ile ilgili çok sayıda bilimsel yayını olan; ancak hemen her hafta aramama rağmen Kuzey Amerika'da iki yıldan fazla geçirdiğim süre zarfında bir kere bile olsa yanına gidip talamik cerrahisini izleyemediğim; her karşılaşmamda bizim gibi yeni ve hevesli gençlere biraz da yukarıdan baktığı hissine kapıldığım Patrick Kelly'nin yaşamındaki kesiti ve öğretisi her nasılsa Ron Tasker'ın emeklilik toplantısı için Kuzey Kutbu'na gittiğimiz yolculuğa rastlar. Toplam 28 kişi olduğumuz, bizim gibi şanslıların yataklı vagon kompartmanından büyük olmayan

ve inşaatlarda fabrika işçilerinin kaldığı fabrika konteynerinde kaldığı; daha az şanslı olanların "Inuit" denilen yerli halkla buz evlerde kaldığı dönemde tek bilimsel ve sosyal toplanma yerimiz kasabanın da tek toplanma yeri olan bir baraka idi. Güneşin batmadığı bu dönemde sabahtan akşama bilimsel toplantılarımızı yaparken; gelenlerin ailelerinin de katılımı ile akşamdan sabaha da sosyal toplantı ve konuşmalar yapılmaktaydı. Pat Kelly de genelde pek ortada görünmez, görüldüğünde de pek sohbet etmezdi. Bir akşam sosyal toplantıların birinde: "Ben de söz istiyorum" dedi. Konuşmasının özeti: "Şimdi kalktık buraya geldik. Burası dünyanın öyle bir yeri ki; zaman yok, mekan yok, neredeyse hiçbir şey yok. Cep telefonunuz çekmiyor; sosyal medya iletişiminiz yok, hatta dünyanın geri kalan kısmında neler olup bittiğinden de haberiniz yok. Üstüne üstlük burada, bu koşullarda kim olduğunuzun, ne kadar ünlü olduğunuzun; hatta New York Stock Exchange'de kaç milyon dolarınızın olduğunun hiç ama hiç önemi yok. Burada kim takar Patrick Kelly'i... İnsan burada bir başka düşünmeye, değerli ve önemli zannettiği hatta emin ve vazgeçilmez olduğunu düşündüğü birçok şeyi yeniden gözden geçirmeye ve hayata belki de başka bir gözle bakmaya başlıyor. Buralara gelip bunları söyleyeceğimi hiç tahmin etmezdim ama paylaşmak istedim" demişti. O yolculukta da arktik stereotaktik konferansın en önemli öğretisi ve "take home" mesajı bana göre Kelly'nin konuşması olmuştu.

### Andres Lozano

Benim gibi, bana çok benzeyen, 7/24 işini düşünen ve çalışan, çok sevdiğim ve değer verdiğim bir beyin cerrahisinin bana öğrettiklerinin başında Fonksiyonel Nöroşirürji eğitimine beraber başladığınız bir arkadaşınızın Kanada'lı ise Dünya Stereotaktik ve Fonksiyonel Nöroşirürji piramidinin tepesine; Türkiye'den gelen gariban bir Ali Zırh olursanız da taş çatlasa benim geldiğim yere gelebileceğini anlamamız için güzel bir örnek olduğunu düşünüyorum. İbni Haldun: "Coğrafya kaderdir" diyor haklı olarak. Ama dünyamızın, konjonktürün, coğrafi ve politik dengelerin çok değiştiğini göz önünde bulundurursak bizden sonra gelen genç arkadaşlarımızın bu negatif coğrafi statükoyu ülkemiz lehine çevirebileceklerine olan inancım tam.

### Necmettin Pamir

Beyin cerrahisinde bugünkü ben olmamın yapıtaşlarını koyan, cerrahisine hayranlık duyduğum; ben ve benim gibi birçok beyin cerrahisinin eğitimlerinin mükemmel olması için sınırsız çaba sarf eden Necmettin Hocamızı burada bültende anlatmayı bir kenara bırakın; kendisinin tek başına adına çıkartılacak birden fazla sayıda bültene sığmayacağı hepimizin malumu. Sizi en çok üzüp yoranın da, en çok sevindirenin de aynı kişi olması aslında en yüksek duygu yükünü ona karşı beslemenizden gelir. Benim de hayatta en çok sevdiğim, yaşamımın altı yılından fazlasına yön veren ve şekillendiren; gariptir ama fonksiyonel beyin cerrahisi olacağıma da benim adıma karar veren Necmettin Hocamdan bu mesleği icra ederken sadece neler yapmam gerektiği değil; neler yapmamam gerektiği konusunda da pek çok şey öğrendim.

### Fahir Özer

Bir hocadan ve öğreticiden öte; daha asistanlığımın ikinci senesinde bana anterior klinoidi aldrıp oftalmik arter anevrizması yaptırırken de; bilimsel, sosyal ya da kültürel hangi alan-

da desteğe ihtiyacım olsa istediğimde, hatta çoğunlukla ben istemediğimde bile; hatta bazen haberim bile olmadığında her zaman yanımda olan; bana destek olan Fahir Hoca'yı sanırım "Gerçek dostlar yıldızlara benzer, bazen onları göremezsiniz ama her zaman orada olduklarından emin olursunuz" sözü en iyi anlatan sözlerden birisi olacaktır. Toronto'da Parkinson ameliyatıma girip: "*Bunu mutlaka İstanbul'a gelip orada da yapman lazım*" diyerek Amerikan Hastanesi'nde bu cerrahi girişimlere başlamam sırasında da; çok gecikmiş doçentlik başvurumu yaparken bilimsel danışmanlık ve destek aşamasında da yanımda olan Fahir Hoca, tam tabiri ile hayatımın ışıklarının azaldığı her dönemde bir yol gösterici, bir esin kaynağı, bir "deniz feneri" olmuştur ve olmaktadır. Yine de yıllar içerisindeki deneyimim kendisini en iyi anlatan sözün: "Sabırlı insanlara dikkat edin. Onlar sabırları bittiğinde gemileri değil limanları yakarlar" sözü olduğu kanaatindeyim.

### Ali Çetin Sarıoğlu

Amerika'dan gelip Amerikan Hastanesi'nde fonksiyonel cerrahi girişimlerine başladığım dönemde bölüm başkanımız olarak tanıdığım Ali Çetin Hoca benim hayatımda her zaman iyi bir hoca ya da cerrahın ötesinde "Nasıl herkese saygı gösteren ve herkesin saygı duyduğu bir beyefendi olunur?" eğitim sürecinin en önemli esin kaynağı olmuştur. Hâlâ esrarına kesin vakıf olamadığım; ama herhalde sadece bilimsel bilgi ya da cerrahi beceri ile değil; aynı zamanda muazzam bir sosyal, kültürel birikim, aileden ya da gençlik yıllarından gelen bir "İstanbul beyefendisi" tarzını bu günlere taşıyan eğitim süreci; ama her şeyden önemlisi sosyal ve kültürel anlamda "doğunlukla" çevresindeki her insana saygı duyma prensibi ile gelinebileceğini düşündüğüm rol modeli her zaman benim için önemli bir esin kaynağı olmuştur.

### Ron Tasker

Sadece benim değil, fonksiyonel nöroşirürjiye gönül vermiş ve Kuzey Amerika'da eğitim almış herkesin hocası diyebileceğim Tasker'ın benim eğitimime de çok önemli katkıları oldu. İyi bir hocanın yanı sıra sıklıkla öğrencilerini eşi ile ağırladığı çok iyi bir ev sahibi ve mükemmel bir mentordu da aynı zamanda. Kendisinin bilinen fonksiyonel nöroşirürji hocalığının yanı sıra bir başka önemli özelliği de dünyanın en ünlü kuş eksperlerinden bir tanesi olması idi. Kanada'da ameliyat yaparken Japon'un birisi bir kuş gördüğünü iddia ettiğinde hastaları bırakıp uçağa atlayıp gidip gerçekten o kuş mu diye bakıp görüş beyan eden bir eksperdi. Ben de madem kuş konusuna meraklı, hocayı etkilerim diye yanında çalışırken kendisine Türkiye'den Kelaynak kuşu getirmemi isteyip istemediğini sormuştum. Akabinde hocanın yüzü birden değişmiş: "Ben o kuşları canlı görebilmek için dünyanın öbür ucuna gidiyorum; ne yani sen şimdi hayvancağızı öldürtüp, içini doldurup bana hediye mi getireceksin? Duymamış olayım" diye çıkmış, ben de mosmor olmuştum. Allahtan çabuk unuttu ya da bağışladı ki benim bu "kuş uyanıklığı" fonksiyonel nöroşirürji kariyerime olumsuz etkide bulunmadı. Ron Tasker emekli olurken bu doğa meraklısı hocamızın emeklilik toplantısını doğanın içerisinde, Kuzey Kutbu'nda yapmaya karar verdik

ve dünyanın ilk Arctic Stereotaktik Konferansı'nı da hocanın onuruna 2002 yılında Pond Inlet'de yaptık. Pond Inlet, Kuzey Amerika'da insanın en kuzeyde yaşayabildiği bir kasaba idi. Ottawa'dan Saskatchewan'a jetle, ardından oradan pervaneli bir uçakla boyu 50m'yi geçmeyen ve buzul üzerinde küçücük bir toprak parçası olma özelliği ile dünyanın muhtemelen en küçük havaalanlarından birisi olma özelliğini taşıyan o lokal kasabanın havaalanına inmemizle başlayan unutulmaz arktik yolculuğumuz hem doğa ile mücadele ve paylaşım, hem de hocamız ile yaşadığımız eşi bulunmaz anlar açısından unutulmazdı. Akabinde de 2004 yılında Svalbard, Norveç'te katıldığımız Arctic Stereotactic Conference da unutulmaz anılara sahne olmuştu.

### Bana eski günler lazım.. Bir de şimdiki aklım..

Bu serüvende aklıma gelen, hatta aklımdan çıkmayacak birçok hususun arasında bahsetmeden geçemeyeceğim bir "patent" meselesini özellikle genç arkadaşlarım için burada paylaşmak isterim. Zaman Johns Hopkins yılları. Fred Lenz ile ameliyattayız. Bir teknisyen mekanik mikrodrive'ı manuel olarak ilerletiyor ve üzerindeki sayıları okuyor; bir teknisyen kayıtları kocaman kağıtlara not edip işliyor, Fred ile biz operasyonu yapıyoruz, bir nörofizyolog hücreleri ve sesleri değerlendiriyor, Stephen Reich (nörolog) hastayı muayene ediyor ve böylelikle de hareket bozuklukları ameliyatları gerçekleştiriliyor. O dönemde değil

bu kadar çok kişiyi istihdam etmek, ben cihazları nasıl temin ederim diye düşündüğümünden o zamanların her işe aklı yeten öğrencilerinden birisine bana bir bilgisayar yazılımı yazmasını, elektronik mikrodrive kullanırken bu değerleri bilgisayar üzerinde görüp göremeyeceğimizi ve mikrodrive'ı klavyeden idare edip edemeyeceğimizi,

böylelikle "tek kişilik bando" diye de tanımlayabileceğimiz bu işlerin önemli bir kısmını bir kişinin gerçekleştirebileceği bir sistemi yapıp yapamayacağını sordum. Adı Ross olan yarı "hacker", yarı "bilgisayar yazılımcısı" bu arkadaşımız da Windows XP sisteminde o zamanlar SCSI hard disk sistemi ve her biri 1500'er USD olan iki adet digital/analog çevirici bilgisayar kartı alabilirsem bunu yapabileceğini söyledi ve İstanbul'a geldiğimde o zamanların ilk bilgisayar sistemli, bilgisayar klavyesi aracılığı ile mikrodrive kullanabileceğimiz mikroeletrot sistemini kurmuş olduk. Daha üçüncü ameliyatımda iken ameliyathaneye gelip beni ziyaret etmek isteyen meraklı birkaç firmaya da ne yaptığımızı ve nasıl yaptığımızı gururla anlattım. Çok geçmeden de şu anda da kullanmakta olduğumuz sistemlerin ilk versiyonları ortaya çıktı. Yıllar sonra "patent" denilen şeyin ne kadar kıymetli olduğunu; bir marka ya da yazılım konusunda patent alırsanız sonrasında onu kullanan herkesin kullanmadan sizden izin alması gerektiğini, ya da size bir patent hakkı ödemekle yükümlü olduğunu öğrendim. Gerçi Marie Curie öldüğünde ve buluşları ile ilgili benzeri yaklaşım önerildiğinde eşi Pierre Curie: "*Bilim paylaşılır, satılmaz*" diyerek tıpta böyle bir konunun o yıllarda bir bilim adamı için gurur verici diğer yanını seçmişti ama günümüz ekonomik sisteminde bu anının genç meslektaşlarıma eğer bir yeni buluşları ya da uygulamaya sokulacak bir "yenilikleri" olursa o konuda patent almalarının ne kadar önemli olabileceğini hatırlatması açısından paylaşmayı uygun buldum.

*Dün zekiydim, dünyayı değiştirmek istedim. Ama bugün akıllıyım, kendimi değiştiriyorum.*

Mevlana

### Farklı ülkeler, farklı kültürler, farklı yaşam biçimleri

Beyin pilinin yaşamıma en büyük pozitif etkilerinden birisi de modern bir Evliya Çelebi olma yolunda bana çok değerli katkıları olması. Hızlı ilerleyen bir dünyada geriye düşmenin en kolay yolu yerinde saymak olduğundan Covid öncesi dönemde kendi konumla ilgili hiçbir bilimsel toplantıyı kaçırmamaya özen gösterdim. Bir yandan da sürekli hasta takip ettiğim ve pil programlamaları nedeni ile hiçbir hastamı birkaç günden daha uzun süre görmeden durmadığım için her bir uluslararası kongre ya da toplantının sonuna 1-2 gün ekleyerek başka ülkeleri, başka insanları, başka kültürleri tanımaya çalıştım. Bu vesile ile de bu serüvenimde 37 farklı ülkeyi görme, insanlarını, özelliklerini anlama fırsatını buldum.

*Hiçbir zaman yolculuk edilen yoldan yürüme.  
Çünkü o seni sadece diğerlerinin olduğu yere  
götürür.*

Graham Bell

### Vazgeçemediğim yöntem;

Teknoloji, görüntüleme ve hesaplama yöntemleri ve sistemleri ne kadar gelişirse gelişsin; her vakada mikroelektrot kayıt ve stimülasyon yöntemi ile her bir taraf için en az beş elektrot trasesi uygulanarak fizyolojik haritalama yapılması ve çoklu elektrot ileletme yerine de her seferinde tek elektrot ileletilerek mikroelektrot kaydı yapılması gerekliliğine olan inancımı bugüne kadar hiçbir gelişme değiştiremedi (2). Hatta en büyük korkularımdan birisinin bir gün ameliyatta kayıt yapamayacağım ve mikroelektrot ile fizyolojik haritalama yapmadan DBS elektrodu koymak zorunda kalacağım olduğunu söyleyebilirim.

### Beyin Pili tedavisi mi? Lezyon cerrahisi mi?

Sosyal güvenlik sistemi ödemelerinin başladığı 2009 yılı benim son lezyon cerrahisi uyguladığım sene oldu. O döneme kadar

hareket bozukluklarında beş yüzden fazla lezyon cerrahisini başarı ile uygulamış ve uzun dönem sonuçlarının da oldukça iyi olduğunu gözlemlemiştim. Ancak Nöromodülasyon gibi geri dönüşümlü bir tedavinin her zaman lezyon cerrahisine üstün olduğunu düşünmekteyim. Bu düşüncem sadece nöromodülasyonun programlanabilir ve ayarlanabilir olmasından değil; zaten hastalığı olan bir beyine ne kadar iyi nişan alırsak alalım ve ne kadar başarılı lezyon yaparsak yapalım; gerişi dönüşü olmayan bir kurşun da bizim atmamamız gerektiğine olan inancımdandır.

### Rakamlarla DBS

1997 yılında başlayan DBS serüvenimde cerrahi deneyimim hareket bozuklukları cerrahisi girişimlerinde toplam 1.500'ü geçen olgu serisine; 2022 yılı başında da 1.000'i geçen DBS sayısına ulaştı. Bu yazıyı kaleme aldığım Şubat 2022 sonu itibarı ile toplam 1.012 olan DBS vaka sayıları ve dağılımı Tablo 1 de sunulmuştur. 2017 yılında Parkinson hastalığının 200. yılında 200 DBS hastasının bir araya getirilmesi ile başlayan süreç de 2018 yılında 329 Beyin Pili hastasının aynı anda ve aynı ortamda bir araya gelmesi ile ülkemizde tıpta tedavi alanında Guinness Dünya Rekorunun kırılmasına da olanak sağladı.

### Girişim sırası problemler, morbidite, mortalite ve komplikasyonlar:

Operasyon sırasında beni en fazla endişelendiren problemin hava embolisi olduğunu söyleyebilirim. Pnömoşefaliyi minimize etmek maksadı ile hastaları mümkün olduğunca oturur pozisyona yakın olarak operasyonu gerçekleştirmeyi tercih ediyorum. Ancak bu pozisyonun hava embolisi riskini de artırabileceği endişesini taşıyorum. Bir başka deyişle ameliyata başlarken hastaya pozisyon verişimi bu iki faktör arasındaki çatışma şekillendirmekte. Genelde hastanın başını yüksek tutmayı tercih ediyorum, ama uyanık gerçekleştirdiğimiz ameliyatlarda eğer hasta öksürmeye başlarsa hastanın pozisyonunu yatar pozisyona yaklaştırmak ilk gerçekleştirdiğim eylem olmaktadır.

Hastalarımızın hipotansiyona eğilimi diğer hastalardan fazla olmakta ve anestezi sırasında hastanın hipotansiyonunun

**Tablo 1:** DBS Olguları ve Dağılımları

|              | Parkinson Hastalığı | Distoni | Esansiyel Tremor | Mixed Tremor |
|--------------|---------------------|---------|------------------|--------------|
| STN DBS      | 922 olgu            |         |                  |              |
| Pallidal DBS | 11 olgu             | 51 olgu |                  |              |
| VIM DBS      | 6 olgu              |         | 16 olgu          | 6 olgu       |

**Tablo 2:** Komplikasyonlar

|                                                                               |                |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| DBS elektrodu etrafında ödem                                                  | 7 Olgu (%0.7)  |
| DBS elektrodu kopması / disfonksiyonu                                         | 17 Olgu (%1.6) |
| Elektrot-uzatma kablosu birleşim yerinde ipek reaksiyonu                      | 6 Olgu (%0.5)  |
| Elektrot-uzatma kablosu birleşim yerinde enfeksiyon                           | 5 Olgu (%0.5)  |
| Uzatma kablosu kopması/disfonksiyonu                                          | 15 Olgu (%1.5) |
| Nörostimülatör kendi etrafında dönmesi sonucunda uzatma kablosu disfonksiyonu | 3 Olgu (%0.3)  |
| Nörostimülatör lojunda kronik enfeksiyon / nörostimülatör repozisyonu         | 8 Olgu (%0.8)  |
| Nörostimülatör lojunda kronik enfeksiyon / nörostimülatör çıkartılması        | 17 Olgu (%1.6) |

olmamasına aşırı özen gösterilmesi gerektiğini düşünüyorum. Bir olgumuzda (% 0.1) maalesef ki hasta DBS sonrası gayet iyi iken ve hiçbir defisiti yokken DBS elektrotlarının yerleştirilmesi işlemini takiben hastaya anestezi verilmesi sırasında bu probleme sekonder DBS elektrodu distalinde mezensafalonda enfarkt yaşadı ve hastanın geçici ileri hemiparezisi oldu.

Bir olguda (% 0.1) olası asıcı vena kopmasına sekonder olarak ameliyat trasesi dışında temporal bölgede akut subdural hematoma gelişti ve takip ve ileride burr-hole drenajı ile semptomsuz düzeldi. Bir olguda (% 0.1) operasyon trasesinde küçük talamik hematoma gelişti ve postoperatif hemiparezisi olan hastanın uzun dönemde herhangi bir defisiti kalmadı.

Seriye mortalite yönünden irdelersek; diyafragma hernisi olan ve postoperatif dönemde solunum sıkıntısı yaşayan bir hastamızı postop 32. günde aspirasyon pnömonisi sonucunda kaybettik.

Ameliyatı gayet başarılı geçen bir hastamızın da operasyon sonlarına doğru başlayan ve giderek ilerleyen solunum sıkıntısı oldu. Nörolojik herhangi bir problemi olmayan; postop BBT tetkikinde herhangi bir problemi olmayan hastamızı ARDS sonucunda postop 1. günde kaybettik.

Komplikasyonları gözden geçirdiğimizde; “eski zamanlarda gördüklerimiz” ve “hâlen görmekte olduklarımız” diye ayırmanın yararlı olacağını düşünüyorum. DBS elektrodu kopması/disfonksiyonu eski yıllarda görmüş olduğumuz, son 10 yıldır karşılaşmadığımız ve ilk versiyon DBS elektrotları ile yaşamış olduğumuz problemler olarak artık karşımıza çıkmamakta. Benzeri şekilde uzatma kablosu kopması/disfonksiyonu da yeni versiyon uzatma kabloları sonrasında görmediğimiz problemler. Ancak üç olguda nörostimülatörün kendi etrafında defalarca dönmesi sonrasında gelişen uzatma kablosu disfonksiyonu ile karşılaştık. Benzeri şekilde elektrot-uzatma kablosu birleşim yerindeki ipek düğüm loop'unu 1cm kadar uzun tutup bu bağlantıyı cilt kesisinin 1cm distaline taşımak sureti ile nasıl baş edilebileceğini öğrendikten sonra uzun yıllardır elektrot-uzatma kablosu birleşim yerinde ipek reaksiyonu da görmedik. 7 vakada DBS elektrodu etrafında ameliyat sonrasında ödem geliştiği görüldü ve sadece kortizon tedavisi ve beklemek sureti ile bir vaka hariç vakaların tamamında ödemin kendi kendine geçtiği gözlemlendi. Toplam 25 vakada uzun dönemde kronik bir enfeksiyona bağlı olarak nörostimülatör kenarında ciltte incelleme ve nörostimülatörün dışarıdan gözlemlenilmesi ya da ciltten eksternalize olması ile karşılaşıldı. 8 olguda nörostimülatör pozisyonu yapılarak problem çözüldü. Nörostimülatörün eksternalize olduğu 17 olguda ise nörostimülatör eksizyonu uygulandı ve gerekli enfeksiyon tedavisi sonrasında da nörostimülatörün yeniden takılması gerçekleştirildi.

#### Geriye dönüp baktığımda gerçekleştiremediklerim

“Burası dünya, ne çok kıymetlendirdik... Oysa bir tarla idi; ekip, biçip gidecektik” der Cahit Zarofoğlu. Bizim de vazifemizin arkamızda bir eser bırakarak gitmek olması gerektiğini düşünmekle birlikte, bugüne kadar bunu hakkı ile başarabildiğim kanaatinde değilim. Uzun yıllar önce hem hastam hem de çok sevdiğim dostum olmuş olan ve tanımdan büyük mutluluk duyduğum rahmetli Ali Koçman bana: “Bir gün İhsan Sabri Çağlayangil beni karşısına almış ve siyasetle ilgili şu nasihatla bulunmuştu” demişti. “Ya unun peşinden git, ya da ünün peşinden... İkisinden

birden peşine koşma, o zaman ipe gidersin” demişti. O yıllarda bu nasihatın etkisinden mi; birkaç yüz bin dolara mal olacak stereotaktik sistem ve mikroelektrot kayıt ve stimülasyon sistemini sadece Amerikan Hastanesi'ne kurdurabildiğimden mi; yoksa 1997 yılında Amerikan Hastanesi'ne başlarken çok kısa bir süre sonra Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi'nin de açılacağına inandırılmış olmamdan mı; söylemek zor; Türkiye'ye geri döndüğümde çalışmalarına Amerikan Hastanesi gibi özel bir hastanede başladım. O günden bu zamana kadar yaşadığım süreçteki en büyük eksikliklerimin yeterince bilimsel, akademik çalışmalar yapamamış olmam ve eğitim konusundaki yükümlülüğümü yeterince yerine getiremediğim olduğu fikrindeyim. Bilimsel yayınlara da yansıyan bu eksikliği bu dünyadaki yolculuğumuz tamamlanmadan ve “elveda” demeden tamamlamam; bilgi ve birikimlerimi genç arkadaşlarıma da aktarmam gerektiğini; hatta bunun bir borç olduğunu düşünmekteyim (1). Bu bağlamda da son birkaç yıldır Medipol Üniversitesinde Parkinson Hastalığı ve Hareket Bozuklukları Merkezi (PARMER) in kurulması, bilimsel ve akademik çalışmalara imza atılması; ulusal ve uluslararası bir eğitim ve mükemmeliyet merkezi durumuna gelmesi için yoğun çaba göstermekteyim.

Cerrahi birikimimde birisi ütöpik, birisi de gerçekçi olan iki ameliyatı gerçekleştirememiş olmamın “ukdesinin” içimde kaldığını söyleyebilirim. Birinci ve ütöpik olanı Papa 2. Jean Paul'ü ameliyat edememiş olmam. O yıllarda değil papaya, bir kardinale bile gösterilen hürmet, önem ve çekinceyi bir araya getirince hiçbir Hristiyan cerrahın papaya el sürmeye cesaret edemeyeceğini anlamak hiç de zor değildi. Kendisini televizyonlar dışında görmüşlüğüm de yoktu ama gördüğüm her seferinde “keşke bu adamı ameliyat edebilseydim” düşüncesi hep aklımdan geçirdi. Daha gerçekçi olan ikinci “ukde” deki hasta ise rahmetli Süleyman Seba idi. Koç ailesinin de önyak olması ile oldukça şiddetli olan ve yaşam kalitesini bozan esansiyel tremoru olan Süleyman Bey'i muayene ettiğimde talamik cerrahiden yarar görebileceğini düşünmüştü ve önermiş; ameliyat olmasını da çok istemiştin. O zaman uzun görüşmelerimiz ve detaylı bilgi iletişimimizden benim anladığım ve sezdiğim kadarı ile o koca yürekli insan tüm masrafların hastane ve aile tarafından karşılanmasına razı olmamış ve ameliyatı kabul etmemişti. Altında yatan gerekçesi ne olursa olsun Süleyman Bey'i ameliyat etmek ve el titremelerine çare bulmak konusunda her aklıma geldiğinde kocaman bir “keşke” içime, buruk bir “yutkunamama” hissi de boğazıma oturur.

#### Gençlere son söz

Çoğumuz insan beynini beyin cerrahı olarak üzerinde çalıştığımız; bazen milimetrelerin büyük önem taşıdığı; en ufak bir hatanın önemli komplikasyonlara yol açtığı, her zaman mükemmel yaklaşmamız ve mükemmel operasyon gerçekleştirmemiz gereken fiziksel bir yapı olarak görüyoruz. Bu muhteşem fiziksel yapı üzerindeki el becerilerimizi geliştirmeye, mükemmel birer beyin cerrahı olmaya çalışıyoruz. Benim gözlemlediğim ve şahit olduğum gerçekten de kendilerine armağan olarak verilen çok özel elleri olan hocalarımız, meslektaşlarımız var. Sanırım en çok ıskaladığımız, ameliyat ettiğimiz o beyinlere sahip kişilerin kendilerine özgü hayatları ve birlikte yaşadıkları aileleri olması. Parkinson özellikle sadece bir kişiyi değil; bir aileyi etkileyen bir hastalık. Zaman zaman kendimde de eksik gördüğüm, zaman

*Yaşamak kendi kendini adam etmektir.  
Zekâ ve bilgiyi kullanarak etinden ve kemiğinden  
kendi heykelini yapmaktır.*

Goethe

zaman da günün yoğunluğu ve stresi içerisinde gözümden kaçırabildiğim önemli bir hususun hastalarımızı sevinçleriyle, hüznleriyle, sosyal ilişkileri ve aileleri ile bir bütün olarak değerlendirmemiz; yaptığımız her ameliyatta mekanik bir beyin üzerinde maharetlerimizi göstermeye çalışırken birden fazla insanın hayatına dokunduğumuzu aklımızda tutmamız gerekliliği olduğunu düşünüyorum. Bunu unuttuğumuz ya da ıskaladığımız her anda belki birer mükemmel cerrah olma yolunda çok önemli adımlar atıyoruz ama “insan” olma yolunda bazı kayıplarımızın ya da eksiklerimizin olduğu gerçeğini de akılda tutmamız gerekiyor. Ben kendi mesleğimi yaparken bazen küçücük bir anlayışı, bazen bir hal-hatır sormayı esirgediğimizin, bazen de bir hasta yakınının söylemeye çalıştığı küçücük bir ayrıntıyı dinlemediğimizin, ıskaladığımızın geç kalıp farkına varabiliyorum. Genç arkadaşlarımızın daha mükemmel cerrah olmanın yanında daha iyi “halden anlayıcı”, daha çok “dert dinleyici” olmalarının da hem kendi mesleklerine hem de şifa dağıttıkları kişilere ve ailelerine daha fazla yararlı olacağı kanaatimi paylaşmak isterim.

## KAYNAKLAR

1. Saatci O, Helvacı Yılmaz N, Zırh A, Yulug B: The therapeutic effect of deep brain stimulation on olfactory functions and clinical scores in Parkinson's disease. Journal of Clinical Neurosciences 68: 55-61, 2019
2. Zırh TA: Hareket bozuklukları cerrahisinde mikroelettrot kayıt ve stimülasyon. Türk Nöroşir Derg 24(2):173-181, 2014
3. Zırh TA, Sav A, Pamir MN, Siva A, Erzen C: Santral sinir sisteminde non-neoplastik lezyonların stereotaktik beyin biyopsisi ile histopatolojik olarak tanımlanması. Türk Nöroşirürji Derneği Bilimsel Kongresi, Marmaris, Mayıs 8-12, 1994
4. Zırh TA, Sav A, Pamir MN, Siva A, Erzen C, Baykan N: İntrakranial metastatik lezyonların stereotaktik beyin biyopsisi ile histopatolojik olarak tanımlanması. Türk Nöroşirürji Derneği Bilimsel Kongresi, Marmaris, Mayıs 8-12, 1994.
5. Zırh TA, Özer AF, Keleş GE, Sasani M, Sarioğlu AÇ: Hareket bozukluklarının tedavisinde mikroelettrot yardımıyla stereotaktik talamotomi ve pallidotomi uygulanması ve sonuçları. 34. Ulusal Nöroloji Kongresi, Bursa, Eylül 24-27, 1998.

# Ülkemiz Tıp Eğitiminde Fonksiyonel Nöroşirürjinin Yeri ve Fonksiyonel Nöroşirürji Ekipmanlarının Ülkemizde Envanter Analizi

**Dr. Sait ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Dr. Ersoy KOCABIÇAK<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Altınbaş Üniversitesi Medical Park Bahçelievler Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Nöromodülasyon Merkezi, Samsun, Türkiye

**F**onksiyonel nöroşirürji; kronik nörolojik rahatsızlıklarda hastaların hayat kalitesini, gündelik yaşam aktivitelerini ve fonksiyonlarını artırmayı amaçlayan bir disiplindir. Nöroşirürji pratiğinde her geçen yıl popülaritesi artan fonksiyonel cerrahi teknikler; tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de özellikle 21. yüzyıl başından itibaren ciddi ivme kazanmış, son yıllar içerisinde ise ülkemizin sadece büyük kentlerinde uygulanan cerrahi yöntemler olmaktan öteye geçmiştir. Günümüzde ağırlıklı olarak hareket bozuklukları ve ilaca dirençli epilepsinin tedavisinde nöromodülatif cerrahiler fonksiyonel nöroşirürji operasyonlarının büyük bir kısmını oluştursa da; stereotaktik girişimler, ağrı cerrahisi, rezektif veya diskonnektif epilepsi cerrahileri ve spastisiteye yönelik cerrahiler fonksiyonel nöroşirürjinin temelini oluşturmaktadır.

Stereotaktik Fonksiyonel Ağrı ve Epilepsi Cerrahisi Eğitim ve Öğretim Grubu olarak ülkemizde tıp ve nöroşirürji eğitiminde fonksiyonel nöroşirürjinin yeri ve fonksiyonel nöroşirürjiye verilen önemi incelemeyi amaçladık. Ayrıca ülkemizde sağlık hizmeti sunan üniversite klinikleri, eğitim ve araştırma hastaneleri, şehir hastaneleri ve özel sektör sağlık kurumlarında bulunan fonksiyonel nöroşirürji operasyonlarında kullanılan ekipmanların envanter analizini yapmayı amaçladık.

Türk Nöroşirürji Derneği aracılığı ile tüm anabilim dalı başkanlarına ve klinik şeflerine dört sorudan oluşan bir anket ulaştırıldı. Ankette tıp eğitiminde fonksiyonel nöroşirürji eğitimi verilip verilmediği ve veriliyorsa ders saati süresi, ihtisas eğitiminde teorik/pratik eğitim verilip verilmediği ve kurumda fonksiyonel nöroşirürji operasyonlarında kullanılan cihazların varlığı sorgulandı. Ayrıca aynı anket meslektaşlarımızın bulunduğu sosyal medya gruplarına yönlendirildi. Katılımın en üst düzeyde gerçekleşmesi ve yapılan bu analizde en doğru sonuçları yansıtabilmek amacıyla cevap alınamayan kliniklere ikinci kez anket yönlendirildi.

Derneğimiz aracılığı ile elde ettiğimiz bilgiye göre ülkemizde toplam 113 farklı kurumda tıp ve/veya nöroşirürji eğitiminin verildiği görülmektedir (105 üniversite kliniği ile eğitim ve araştırma hastanesi ve 8 şehir hastanesi). Tüm bu kurumlara iki farklı zamanda anket gönderilmiş ve toplamda 44 kurumdan (38 üniversite kliniği + eğitim ve araştırma hastanesi, 4 şehir hastanesi ve 2 özel hastane) geri dönüş elde edilmiştir (Tablo 1). Ankete katılım oranı %39 oranında olmuştur. Katılım oranı düşük gibi görünse de, grubumuza üye olan ve aktif fonksiyonel cerrahi ile uğraşan meslektaşlarımızın ankete katılım oranı %90 üzerindedir.

**Tablo 1:** Ülkemizde Fonksiyonel Nöroşürjü Eğitimi ve Fonksiyonel Nöroşürjide Kullanılan Ekipmanların Envanter Bilgisi

| Üniversite ve Eğitim Araştırma Hastaneleri                  |                                                       |                                                                                | Fonksiyonel Nöroşürjü Ekipmanı                                                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Kurum İsmi                                                  | Tıp Öğrencilerine Yönelik Fonksiyonel Nöroşürjü Dersi | Araştırma Görevlilerine Yönelik Teorik ve Pratik Fonksiyonel Nöroşürjü Eğitimi |                                                                                                                    |  |
| 1 Ankara Üniversitesi                                       | Ders verilmiyor                                       | Veriliyor                                                                      | Stereotaktik Sistem, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı                                         |  |
| 2 Akdeniz Üniversitesi                                      | 1 saat                                                | Veriliyor                                                                      | Stereotaktik Sistem, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı                                         |  |
| 3 Aksaray Üniversitesi Aksaray EAH                          | 2 saat                                                | Verilmiyor                                                                     | Yok                                                                                                                |  |
| 4 Altınbaş Üniversitesi Medical Park Bahçelievler Hastanesi | Ders verilmiyor                                       | Araştırma görevlisi yok                                                        | Stereotaktik Çerçeve (Yazılım yok), Nörostimülatör Programlayıcı                                                   |  |
| 5 Atatürk Üniversitesi                                      | Ders verilmiyor                                       | Veriliyor                                                                      | Yok                                                                                                                |  |
| 6 Başkent Üniversitesi (Adana)                              | Ders verilmiyor                                       | Araştırma görevlisi yok                                                        | Stereotaktik Sistem, Gamma Knife cihazı, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı                     |  |
| 7 Başkent Üniversitesi (Ankara)                             | 2 saat                                                | Veriliyor                                                                      | Stereotaktik Sistem, Gamma Knife cihazı, Radyofrekans Jeneratörü                                                   |  |
| 8 Bahçeşehir Üniversitesi Medical Park Göztepe Hastanesi    | 1 saat                                                | Araştırma görevlisi yok                                                        | Stereotaktik Sistem, Gamma Knife cihazı                                                                            |  |
| 9 Bezmialem Vakıf Üniversitesi                              | Ders verilmiyor                                       | Veriliyor                                                                      | Gamma Knife Cihazı                                                                                                 |  |
| 10 Bozok Üniversitesi                                       | 2 saat                                                | Veriliyor                                                                      | Yok                                                                                                                |  |
| 11 Çukurova Üniversitesi                                    | Ders verilmiyor                                       | Veriliyor                                                                      | Yok                                                                                                                |  |
| 12 Demiroğlu Bilim Üniversitesi                             | 1 saat                                                | Veriliyor                                                                      | Stereotaktik Sistem, Gamma Knife cihazı, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı                     |  |
| 13 Fatih Sultan Mehmet EAH                                  | Tıp eğitimi verilmiyor                                | Verilmiyor                                                                     | Yok                                                                                                                |  |
| 14 Fırat Üniversitesi                                       | 1 saat                                                | Veriliyor                                                                      | Stereotaktik Sistem, Nörostimülatör Programlayıcı                                                                  |  |
| 15 Gazi Üniversitesi                                        | 2 saat                                                | Veriliyor                                                                      | Stereotaktik Sistem, Gamma Knife cihazı, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı                     |  |
| 16 Hacettepe Üniversitesi                                   | 1 saat                                                | Veriliyor                                                                      | Stereotaktik Çerçeve (Yazılım yok), Çerçevesiz Stereotaksi Sistemi, Radyofrekans Jeneratörü, Cyber Knife Cihazı    |  |
| 17 İstanbul Medipol Üniversitesi                            | Ders verilmiyor                                       | Veriliyor                                                                      | Stereotaktik Sistem, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı, Gamma Knife cihazı, Cyber Knife cihazı |  |
| 18 İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa                         | 2,5 saat                                              | Veriliyor                                                                      | Stereotaktik Çerçeve (Yazılım yok), Nörostimülatör Programlayıcı                                                   |  |
| 19 İzmir Ekonomi Üniversitesi Medical Park Hastanesi        | Tıp eğitimi verilmiyor                                | Verilmiyor                                                                     | Yok                                                                                                                |  |
| 20 Koç Üniversitesi                                         | 1 saat                                                | Araştırma görevlisi yok                                                        | Stereotaktik Sistem, Gamma Knife cihazı, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı                     |  |
| 21 Mersin Üniversitesi                                      | 3 saat                                                | Veriliyor                                                                      | Stereotaktik Çerçeve (Yazılım yok), Nörostimülatör Programlayıcı                                                   |  |
| 22 Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi                          | Ders verilmiyor                                       | Veriliyor                                                                      | Yok                                                                                                                |  |
| 23 Okan Üniversitesi                                        | 3 saat                                                | Araştırma görevlisi yok                                                        | Stereotaktik Sistem, Nörostimülatör Programlayıcı                                                                  |  |

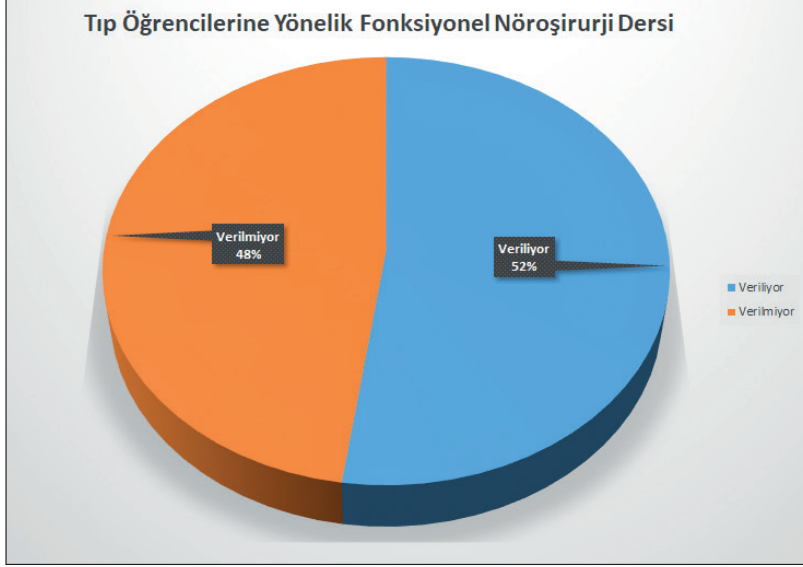
Tablo 1: Devam

| Üniversite ve Eğitim Araştırma Hastaneleri                     |                                                         |                                                                                  |                                                                                                | Fonksiyonel Nöroşirürji Ekipmanı |  |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--|
| Kurum İsmi                                                     | Tıp Öğrencilerine Yönelik Fonksiyonel Nöroşirürji Dersi | Araştırma Görevlilerine Yönelik Teorik ve Pratik Fonksiyonel Nöroşirürji Eğitimi |                                                                                                |                                  |  |
| 24 Ondokuz Mayıs Üniversitesi                                  | 3 saat                                                  | Veriliyor                                                                        | Stereotaktik Sistem, Nörostimülatör Programlayıcı                                              |                                  |  |
| 25 Onsekiz Mart Üniversitesi                                   | 2 saat                                                  | Verilmiyor                                                                       | Stereotaktik Sistem                                                                            |                                  |  |
| 26 Osmangazi Üniversitesi                                      | 1 saat                                                  | Veriliyor                                                                        | Stereotaktik Sistem, Nörostimülatör Programlayıcı                                              |                                  |  |
| 27 Pamukkale Üniversitesi                                      | 4 saat                                                  | Veriliyor                                                                        | Stereotaktik Sistem, Gamma Knife cihazı, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı |                                  |  |
| 28 Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara EAH                    | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Veriliyor                                                                        | Yok                                                                                            |                                  |  |
| 29 Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bağcılar EAH                  | 1 saat                                                  | Verilmiyor                                                                       | Yok                                                                                            |                                  |  |
| 30 Sağlık Bilimleri Üniversitesi Dışkapı Yıldırım Beyazıt EAH  | 8 saat                                                  | Veriliyor                                                                        | Stereotaktik Sistem, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı                     |                                  |  |
| 31 Sağlık Bilimleri Üniversitesi Haydarpaşa Numune EAH         | 1 saat                                                  | Verilmiyor                                                                       | Stereotaktik Sistem                                                                            |                                  |  |
| 32 Sağlık Bilimleri Üniversitesi Sultan II. Abdülhamid Han EAH | 1 saat                                                  | Veriliyor                                                                        | Stereotaktik Sistem, Gamma Knife cihazı, Radyofrekans Jeneratörü                               |                                  |  |
| 33 Sağlık Bilimleri Üniversitesi Şişli Hamidiye Etfal EAH      | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Veriliyor                                                                        | Stereotaktik Çerçeve (Yazılım yok), Nörostimülatör Programlayıcı                               |                                  |  |
| 34 Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tepecik SUAM                  | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Veriliyor                                                                        | Nörostimülatör Programlayıcı                                                                   |                                  |  |
| 35 Samsun Üniversitesi Samsun EAH                              | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Verilmiyor                                                                       | Stereotaktik Çerçeve (Yazılım yok)                                                             |                                  |  |
| 36 Süleyman Demirel Üniversitesi                               | 2 saat                                                  | Veriliyor                                                                        | Yok                                                                                            |                                  |  |
| 37 Trabzon Kanuni EAH                                          | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Araştırma görevlisi yok                                                          | Yok                                                                                            |                                  |  |
| 38 Uludağ Üniversitesi                                         | 2 saat                                                  | Veriliyor                                                                        | Stereotaktik Sistem, Cyber Knife cihazı, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı |                                  |  |

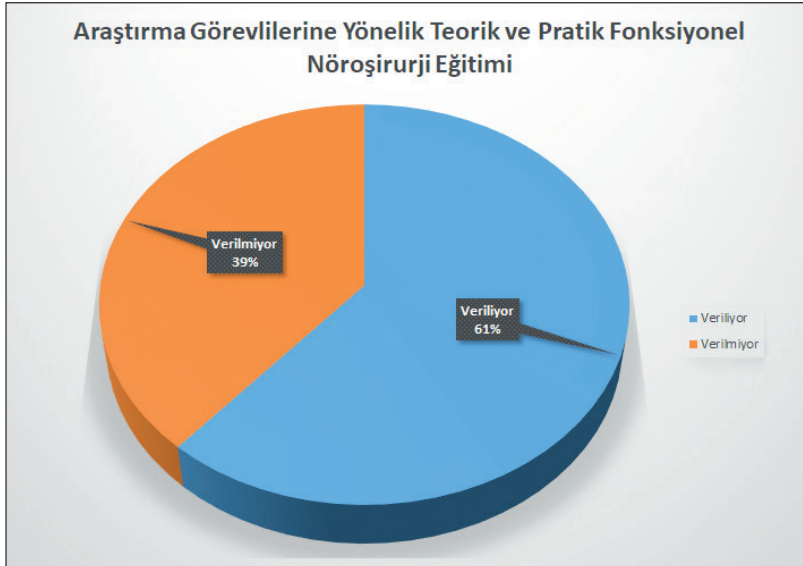
Tablo 1: Devam

| Şehir Hastaneleri                                   |                                                         |                                                                                  |                                                                                                |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kurum İsmi                                          | Tıp Öğrencilerine Yönelik Fonksiyonel Nöroşirürji Dersi | Araştırma Görevlilerine Yönelik Teorik ve Pratik Fonksiyonel Nöroşirürji Eğitimi | Fonksiyonel Nöroşirürji Ekipmanı                                                               |
| 1 Adana Şehir Hastanesi                             | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Veriliyor                                                                        | Stereotaktik Sistem, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı                     |
| 2 Elazığ Fethi Sekin Şehir Hastanesi                | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Araştırma görevlisi yok                                                          | Yok                                                                                            |
| 3 Göztepe Süleyman Yalçın Şehir Hastanesi           | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Verilmiyor                                                                       | Stereotaktik Sistem                                                                            |
| 4 İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Veriliyor                                                                        | Cyber Knife cihazı, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı                      |
| Diğer Hastaneler                                    |                                                         |                                                                                  |                                                                                                |
| Kurum İsmi                                          | Tıp Öğrencilerine Yönelik Fonksiyonel Nöroşirürji Dersi | Araştırma Görevlilerine Yönelik Teorik ve Pratik Fonksiyonel Nöroşirürji Eğitimi | Fonksiyonel Nöroşirürji Ekipmanı                                                               |
| 1 İstanbul Memorial Şişli Hastanesi                 | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Araştırma görevlisi yok                                                          | Stereotaktik Sistem, Cyber Knife cihazı, Radyofrekans Jeneratörü, Nörostimülatör Programlayıcı |
| 2 İstanbul Medicana Ataşehir                        | Tıp eğitimi verilmiyor                                  | Araştırma görevlisi yok                                                          | Stereotaktik Sistem, Nörostimülatör Programlayıcı                                              |

Ankete katılan 44 kurumun sadece 23 tanesinde tıp eğitiminde 3. ve/veya 5. sınıf sürecinde ortalama 2 saat ders süreli fonksiyonel nöroşirürji eğitimi verildiği görülmüştür (Şekil 1). İhtisas eğitimi sürecinde ise 44 kurumdan 9'unda araştırma görevlisinin bulunmadığı, araştırma görevli yetiştiren diğer 35 kurumun ise 8'inde eğitimin hiçbir döneminde teorik veya pratik fonksiyonel nöroşirürji eğitimi verilmediği, 27 kurumda ise ihtisas eğitimi sürecinde fonksiyonel nöroşirürji eğitimi verildiği görüldü (Şekil 2).

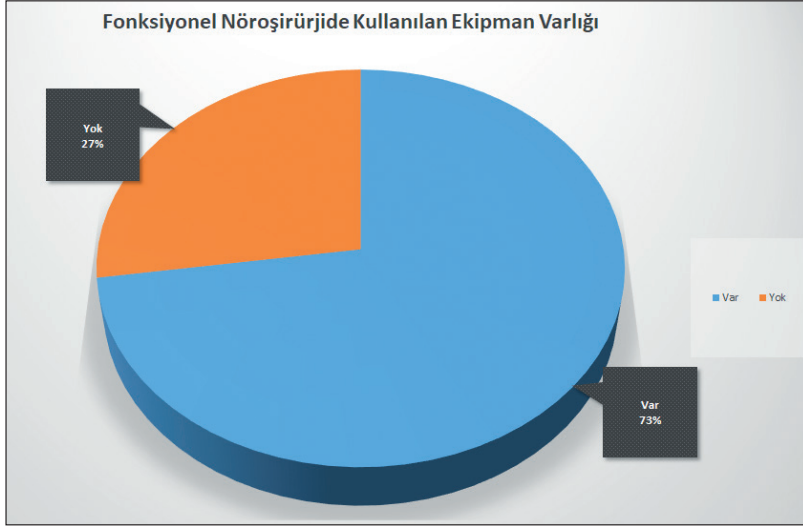


**Şekil 1:** Tıp eğitimi sürecinde fonksiyonel nöroşirürji içerikli ders verilme oranı.

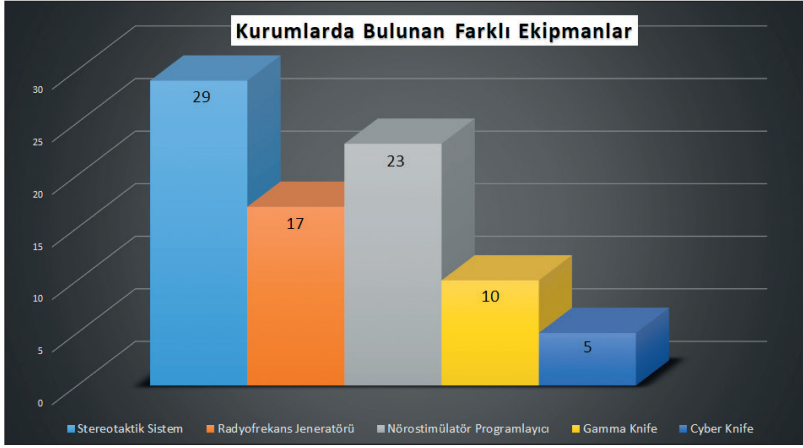


**Şekil 2:** İhtisas eğitimi sürecinde fonksiyonel nöroşirürji içerikli ders verilme oranı.

Fonksiyonel nöroşirürji operasyonlarında kullanılan ekipman analizi yapıldığında anketi cevaplayan 44 kurumdan 12'sinde hiçbir ekipman bulunmaz iken, 32 tanesinde ise bir veya birden fazla cihaz bulunduğu gözlemlendi (Şekil 3). 32 farklı kurumda bulunan ekipmanların çeşit ve sayıları Şekil 4'te verilmiştir. En yaygın bulunan ekipman stereotaktik sistem olup, en az var olan cihaz ise toplam 5 kurumda olmak kaydıyla Cyber Knife cihazıdır.

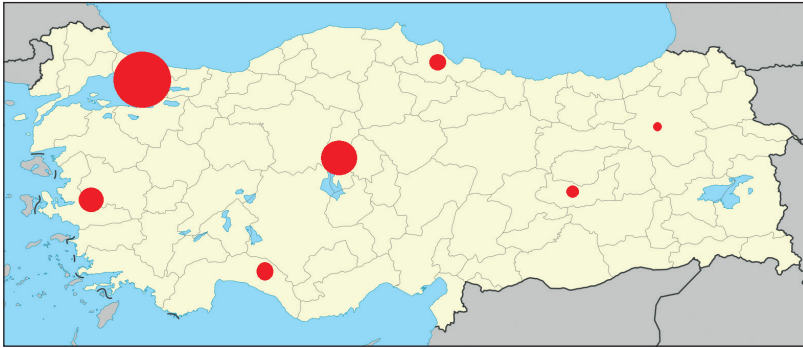


**Şekil 3:** Fonksiyonel nöroşirürjide kullanılan ekipmanların kurumlarda bulunma oranı.



**Şekil 4:** Kurumlarda bulunan ekipmanların sayısı.

Coğrafi bölgelere göre ekipman dağılımı yapıldığında Marmara, İç Anadolu ve Ege bölgesinde ekipman dağılımı baskın gözlenirken, Güney Doğu Anadolu bölgemizde hiç ekipman bulunmadığı görülmüştür. Akdeniz, Karadeniz ve Doğu Anadolu'da ise birkaç kurumda fonksiyonel cerrahi ekipmanı olduğu izlendi (Şekil 5).



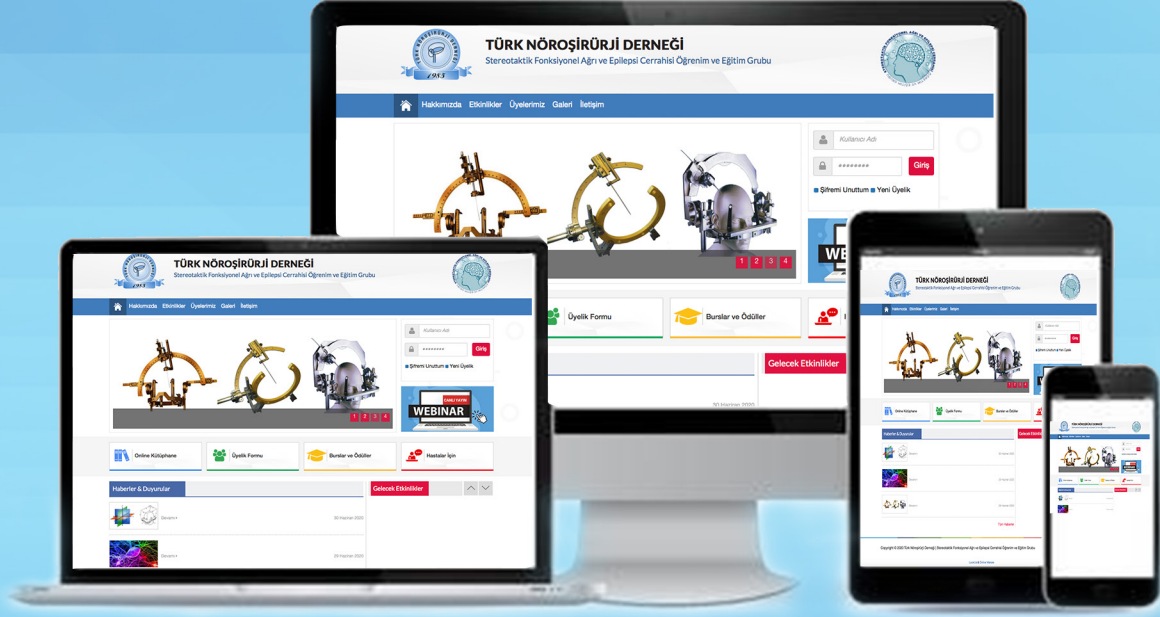
**Şekil 5:** Coğrafi bölgelere göre ekipmanların dağılımı.

## TEŞEKKÜR

TNDer yönetim kurulu ve sekreterlerine, çalışmanın çatısını oluşturan anketimize katılım sağlayan tüm meslektaşlarımıza teşekkür ederiz.

# Web Sayfamız

# Yayında!



<http://stereotaktik.turknorosirurji.org.tr/>



**TÜRK NÖROŞİRÜRJİ DERNEĞİ**  
Stereotaktik Fonksiyonel Ağrı ve Epilepsi Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu