



# Nörostimülatör Programlama

## Neurostimulator Programming

Bilge KOÇER<sup>1</sup>, Hayri KERTMEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroloji Kliniği, Hareket Bozuklukları Merkezi, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, Hareket Bozuklukları Merkezi, Ankara, Türkiye

**Yazışma adresi:** Hayri KERTMEN ✉ hayri\_kertmen@yahoo.com

### ÖZ

İleri evre Parkinson hastalığı'nın (PH) semptomatik tedavisinde Derin Beyin Stimülasyonu (DBS) son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. PH'nda Subtalamik çekirdek (STN), Globus Pallidus Interna (GPI) ve talamusun Ventral İntermediate (VIM) çekirdek gibi 3 farklı hedef DBS için kullanılmaktadır. DBS programlamada öncelikle nörostimülasyon konusunda temel teknik bilgi ve deneyim sahibi olunmalıdır. Ayrıca etkinlik ve yan etkileri anlayabilmek için hedef çekirdek ve çevre yapılar hakkında fonksiyonel anatomi bilgisi gereklidir. Programlamada pek çok seçenek mevcuttur, sistematik bir yaklaşım izlenmelidir. DBS başarısında uygun hasta, hedef seçilmesi ve elektrodun doğru yerleştirilmesi kadar postoperatif süreçte DBS'in doğru programlaması, ilaç tedavisi ve yan etkilerin dikkatlice yönetimi de önemlidir. Bu makalede başta STN olmak üzere PH'nda yaygın kullanılan anatomik hedeflerde DBS programlama ile ilgili teknik bilgi, temel programlama prensipleri, olası yan etkilere yaklaşım ve postoperatif hasta yönetimi sunulmuştur.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Parkinson hastalığı, Derin beyin stimülasyonu, Programlama

### ABSTRACT

Deep Brain Stimulation (DBS) has been widely used in the symptomatic treatment of advanced Parkinson's disease (PD) in recent years. Three different targets are used for DBS and consist of the Subthalamic nucleus (STN), Globus Pallidus Interna (GPI), and the Ventral Intermediate (VIM) nucleus of the thalamus in PD. Prior to DBS programming, basic technical knowledge and experience in neurostimulation should be obtained. In addition, functional anatomy knowledge about the target nuclei and surrounding structures is required to understand the efficacy and side effects. As there are many options in programming, a systematic approach should be followed. Correct programming of the DBS and careful management of medical therapy and side effects are as important as choosing the appropriate candidate and target and correct electrode placement in the success of DBS. In this article, technical information about DBS programming, basic programming principles, approach to possible side effects, and postoperative management of the patient with the anatomical targets commonly used for DBS in PD, particularly in STN, are presented.

**KEYWORDS:** Parkinson's disease, Deep brain stimulation, Programming

### ■ GİRİŞ

**D**erin Beyin Stimülasyonu (DBS), ileri evre Parkinson Hastalığı'nın (PH) motor ve non-motor semptomlarını ve motor dalgalanmaları iyileştirmek için geliştirilmiş

bir tedavi seçeneğidir. Son yıllarda tüm dünyada ve ülkemizde yaygın olarak uygulanmaktadır. PH'nda DBS için subtalamik nükleus (STN), globus pallidus interna (GPI) ve ventral intermediate talamik çekirdek (VIM) gibi birden fazla hedef çekirdek bulunmaktadır. Bunlardan VIM talamik çekirdek PH

semptomlarından sadece tremoru azaltmada etkilidir (1). STN ve GPI PH'nın diğer semptomlarını, motor dalgalanmaları, diskinezileri azaltması açısından DBS için daha yaygın kullanılan hedeflerdir. STN DBS'de dopaminerjik ilaçlar azaltılabilirken, GPI DBS'de nöropsikiyatrik yan etkiler daha az görülür. Dolayısı ile hedef seçiminde hastanın klinik bulguları ve ihtiyaçları da göz önüne alınarak hedef seçilmelidir.

Postoperatif süreçte motor, non-motor semptomların ve klinik dalgalanmaların kontrol altına alınabilmesi bir yandan stimülasyon parametrelerinin ayarlanması diğer taraftan ilaç tedavisinin düzenlenmesini ayrıca da DBS'a bağlı yan etkilerin optimize edilmesini gerektirmektedir. Öncelikle DBS ile yanıt alınması beklenen hedef semptomlar belirlenmelidir. DBS parametrelerinin ayarlanması teknik bilgi ve deneyim gerektirir. Ek olarak DBS ile ilgili yan etkileri anlayabilmek ve bunları kontrol altında alabilmek açısından fonksiyonel anatomi hakkında da bilgi sahibi olunmalıdır. Ayrıca DBS programlanırken azalan ilaç ihtiyacı nedeniyle medikal tedavide yeni düzenlemelerin yapılması gerekebilir. Bundan dolayı anti-parkinson tedavi ve ilaçlar konusunda deneyim sahibi olunması da önemlidir. Tüm bunlar PH'nda postoperatif süreçte DBS programlamayı karmaşık duruma getirmektedir.

Bu derlemede PH tedavisinde yaygın olarak seçilen STN, GPI ve VIM hedeflerinde DBS programlama ve hasta yönetimi gözden geçirilecektir.

## ■ DBS ETKİ MEKANİZMASI

DBS etki mekanizması tam olarak anlaşılacakla birlikte yüksek frekanslı stimülasyon uygulandığında seçilen hedef çekirdeklere 'lezyon benzeri etki' gösterir. Klinik etki elektrot üzerinde uyarılan aktif kontakt lokalizasyonuna ve stimülasyon parametrelerine (elektrot polaritesi, amplitüd, dalga boyu ve frekans) bağlıdır.

DBS ile kalın miyelinli aksonlar hücre gövdesi ve küçük aksonlara göre erken uyarılır. Ayrıca katota yakın paralel olan lifler, anota yakın ve transvers olanlara göre daha erken aktive edilebilirler (11).

DBS programlarken teorik olarak çok sayıda parametre kombinasyonları kullanma seçeneği bulunmaktadır. Son yıllarda DBS teknolojisindeki gelişmelerle birlikte daha fazla kontakt noktası bulunan ve farklı parametrelerle farklı elektrotlardan uyarım yapabilen, akım yönlendiren sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojik gelişmeler bir yandan yan etkileri azaltarak etkinliğin artmasını sağlamakla beraber programlamada daha fazla seçenek olmasına neden olmuştur. Her bir parametre kombinasyonunun tek tek değerlendirilmesi oldukça karışık ve zaman alıcıdır. Bununla beraber başlangıçta basit parametreler kullanılarak, takipte gerekli olduğunda sistematik bir yaklaşım ile DBS parametreleri programlanabilir. İlk DBS programlama seansında elektrot üzerindeki her bir kontaktın tek tek değerlendirilerek etkinlik ve yan etki eşiklerinin belirlenmesi ve kaydedilmesi çok önemlidir. Bu seansta elde edilen veriler daha sonra yapılacak programlamalarda zaman kaybı olmaması açısından yol gösterici olacaktır. Ayrıca geç ortaya çıkan yan etkiler açısından da kayıt tutulması faydalı olabilir. Böylece aynı ayarın birden fazla uygulanarak zaman kaybedil-

mesinin önüne geçilebilir. Tüm bunlar göz önüne alındığında DBS programlama, klinik değerlendirme, teknik bilgi ve deneyimin gerekli olduğu sabır gerektiren zaman alıcı bir süreçtir.

## ■ STİMÜLASYON PARAMETRELERİ

### Elektrot Polaritesi

Yaygın olarak kuadripolar elektrotlar kullanılmaktadır, son yıllarda daha fazla kontakt noktası bulunan elektrotlar da kullanılmaya başlanmıştır. Monopolar, bipolar stimülasyon uygulanabilir.

Monopolar stimülasyon; elektrodun katot yani (-) olarak seçildiği, nörostimülatörün anot yani (+) olduğu programlamadır. Stimülasyon başlatıldığında elektrodun yerleştirildiği çekirdek içerisinde katot çevresinde dairesel bir aktivasyon alanı oluşur.

Bipolar stimülasyon ise katot ve anodun aynı elektrot üzerinde seçildiği programlama şeklidir. Daha dar bir alanda stimülasyon yapabilmeyi sağlar. Aktivasyon alanının çapı amplitüd arttıkça genişler, yani stimülasyon amplitüdü ile aktivasyon alanının çapı doğru orantılıdır. Monopolar stimülasyonda amplitüd arttıkça stimülasyon etkisinin uyarılan çekirdek dışındaki anatomik yapıları etkilemesine bağlı yan etki ortaya çıkabilir. Bu durumda yan etkiyi azaltmak için daha dar alanda etki sağlayan bipolar stimülasyon kullanılabilir. Bununla beraber monopolar stimülasyon, bipolara göre benzer etkinliği daha düşük şiddette uyarım ile ortaya çıkarır ve daha az enerji tüketimi sağlar. Monopolar uyarımda enerji tüketiminin daha az olması programlama yaparken batarya ömrü açısından akılda tutulmalıdır. Bundan dolayı başlangıçta sıklıkla monopolar stimülasyon tercih edilir, bazen etkinliği artırmak açısından birbirine bitişik birden fazla etkin elektrot katot olarak kullanılarak çoklu monopolar stimülasyon da uygulanabilir.

Yeni DBS elektrotlarında çeşitli katotlar farklı şiddette amplitüdüler kullanılarak da programlanabilmektedir. Bu şekilde aktive edilen doku hacmi şekilsel olarak da 'armut benzeri' gibi değiştirilebilir. 'interleaving' adı verilen programlamada bu uyarım non-simultane bir şekilde olmaktadır.

### Amplitüd

Programlamada en çok kullanılan parametrelere dendir. Amplitüd artırdıkça elektrot çevresinde uyarılan alan genişler. Programlamada genellikle 1-4 Volt aralığında kullanılır.

### Dalga Boyu

Amplitüd gibi sık kullanılan ve stimülasyon etkinliğini belirleyen parametrelere dendir. Nöral yapıların uyarılabilirliği amplitüd ve dalga boyu ilişkisi açısından bakıldığında ters hiperbolik eğriye benzer. Kronaksi çalışmalarından elde edilen veriler bazı hedeflerde DBS'in kalın miyelinli aksonları aktive edebildiğini göstermektedir (9). Programlamaya başlarken öncelikle 60msn düşük dalga boyu kullanmak doğru bir yaklaşımdır. Dalga boyunu artırmak klinik etkinliği değiştirmez. Dalga boyu artırıldığında daha düşük amplitüdde akım verilerek ayar yapılabilir bu da daha dar bir tedavi aralığında, daha az yan etki ile daha fazla etkinlik elde edilebilmesini sağlar. Dalga boyu artırılmasının enerji tüketimini artırabileceği ve pil ömrünü azaltabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. DBS programlamada amplitüd

artışı ile yeterli semptomatik etkinlik sağlanamadığında ikinci adımda dalga boyu artırılabilir (örnek: 90msn'ye çıkarılabilir). Ayrıca PH için farklı hedef çekirdeklerde farklı dalga boyları ile de programlama yapılabilir. Genellikle STN'de 60msn; VIM talamik çekirdekte 60msn; daha geniş bir çekirdek olması nedeniyle GPi'da 60-120msn dalga boyu ile programlanma yapılması önerilmektedir.

### Frekans

PH'nın kardinal bulguları genellikle 130-185Hz ile düzelir, ancak farklı nörostimülatörlerde 250Hz'e kadar programlanabilir. Başlangıç programlama için çoğunlukla 120-130Hz frekans tercih edilir. Özellikle tremorlu hastalar için daha yüksek frekans ile programlama yapılabilir (örnek: 160-180Hz). Frekans artırılmasının aktive olan doku hacminde değişiklik yaratmamasından dolayı uyarım komşu doku alanlarına yayılmaz ve yan etki ortaya çıkmadan etkinlik artışı sağlanabilir.

### Batarya Tüketimi

Batarya ömrü programlanan stimülasyon parametrelerine göre değişir. GPi gibi büyük hedef çekirdekler için daha yüksek parametreler kullanılmaktadır, bu da pil tüketimini artırır. Her kontrolde batarya durumu gözden geçirilmelidir. Özellikle dopaminerjik ilaç dozlarının belirgin olarak azaltıldığı hastalarda bataryanın ani tükenmesine bağlı hayatı tehdit edici parkinsonizm-hiperpireksi sendromu ortaya çıkabilir. Bu durum nörolojik bir acildir, bataryanın hızlıca replasmanı gerekir (3).

### Empedans

Sistem bütünlüğünün değerlendirilmesi amacıyla mutlaka her kontrolde değerlendirilmelidir. Çok yüksek ve çok düşük empedans değerlerinde ek tetkik yapılmalıdır.

## ■ PROGRAMLAMA ÖNCESİ HAZIRLIK

Pil programlama öncesinde hastanın öykü, muayene bulguları, kullandığı ilaçlar, perioperatif süreç bilgileri (varsa mikroelektrot kayıt, makrostimülasyon verileri), bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme bulguları gözden geçirilmelidir. DBS'in etki etmesi beklenen PH semptomlarının değerlendirilebilmesi açısından ilk programlama öncesinde hastanın ilaçsız 'off' döneminde olması gerekir.

## ■ BAŞLANGIÇ PROGRAMLAMA

Elektrot yerleştirilmesi sırasında 'mikrolezyon' etkisine bağlı semptomlarda geçici olarak düzelme olabilir. Mikrolezyon etkisi birkaç gün-birkaç hafta gibi bir sürede düzelir ve ilk programlama bu süre geçtikten sonra planlanabilir. Bununla birlikte elektrot yerleştirildikten hemen sonra da programlama yapılabilir, gerekli olduğunda stimülasyon parametreleri yeniden ayarlanabilir. İlk programlama zamanı için DBS merkezinin kendi deneyimi ve hastanın klinik durumu göz önüne alınarak karar verilmelidir.

İlk programlanma seansı çok önemlidir. Her kontakt için tek tek klinik etkinlik eşikleri belirlenmeli, yan etkiler değerlendirilmeli ve kaydedilmelidir. Bu değerlendirme sonrasında terapötik pencerenin en geniş olduğu, en düşük stimülasyon ile en fazla

etkinlik gözlenen ve yan etki oluşturmeyen kontakt üzerinden monopolar stimülasyon ile DBS açılır. DBS'de başlangıç stimülasyon etkinliği pek çok semptom için farklı zamanlarda ortaya çıkar. Stimülasyona bağlı diskinezi gibi gecikmiş yan etkiler açısından ilk stimülasyon şiddetinin çok olmaması ve uyarım şiddetinin yavaş artırılması gerekir, hastanın sık ve yakın takibi yapılmalıdır.

## ■ SUBTALAMİK ÇEKİRDEK STİMÜLASYONU

### Programlamada Hedef Semptomu Belirleme ve DBS Etkisi Başlangıç Zamanı

PH'nın tremor, bradikinezi, rijidite gibi kardinal bulguları bulguları stimülasyon ile düzelmesi beklenen hedef semptomlardır. Bunun yanı sıra levodopaya yanıt veren yürüme ve konuşma bozukluğu da DBS sonrası düzeller. Diskineziler, STN DBS sonrası ilaç dozlarının azaltılması ile birlikte azalır. Stimülasyon başlatıldıktan sonra rijiditeye saniyeler-dakikalar, istirahat tremoruna dakikalar, bradikineziye dakikalar, saatler hatta günler içerisinde yanıt alınır.

Rijidite, objektif değerlendirilebilen stabil bir semptom olması nedeniyle programlamada oldukça yol göstericidir. Ayrıca istirahat tremoru ve bradikinezi de stimülasyon etkinliğini değerlendirmede oldukça faydalıdır. Ancak stresle ve yorgunlukla bu semptomların şiddetinde değişiklikler olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Rijidite en güvenilir, az değişen bir semptomdur. Stimülasyona bir dakika içerisinde yanıt alınır, ancak rijiditedeki düzelme STN DBS'e spesifik değildir. Pallidotalamik projeksiyon uyarımı ile rijiditede düzelme olabilir. Bununla beraber DBS ile bradikinezide düzelme olması veya diskinezi ortaya çıkması STN'in sensorimotor alanının uyarıldığına işaret eder ve spesifik bulgu olması açısından programlamada yol göstericidir.

### STN DBS için Stimülasyon Parametreleri

Başlangıçta 130Hz frekans, 60msn dalga boyu, monopolar, 1.0V amplitüd ile DBS açılır. Amplitüd 0.2-0.5V aralıklarla artırılarak hasta etkinlik ve yan etkiler açısından gözlenir. Amplitüd hastanın 'off' durumundaki parkinsonizm semptomları kontrol altına alınmaya kadar artırılır. Tek monopolar kontakt ile semptomlar yeterli düzelmediğinde çoklu monopolar stimülasyon (bitişik ikili yani double monopolar stimülasyon) yapılabilir. Stimülasyon komşu bitişik anatomik yapıları etkileyerek yan etki ortaya çıkarıyorsa en iyi yanıtın alındığı kontakt katot olarak seçilecek şekilde bipolar stimülasyon tercih edilebilir. Tremor semptomunu kontrol etmede yüksek frekans stimülasyon faydalı olabilir. Diğer seçeneklerin faydalı olmadığı durumlarda dalga boyu artırılması ek katkı sağlayabilir.

Her programlama sonrasında erken ve geç dönemde etkinlik ve yan etkiler açısından değerlendirilmesi önemlidir. Ayrıca 'off' döneminde programlama yapılan hastaların 'ilaç-on' döneminin de görülmesi gerekir. DBS programlandıktan sonra ilaçlar kademeli olarak yavaşça azaltılır. Bununla beraber antiparkinson tedavi alan hastalarda ilaç diskinezileri devam edebilir. Diskineziler direkt STN DBS'e bağlı olarak da ortaya çıkabilir. Diskinezinin ilaç yan etkisi olarak mı yoksa stimülasyona bağlı mı ortaya çıktığını ayırt edebilmek açısından

hastaların ilaçlı, ilaçsız, DBS açık, DBS kapalı dönemlerde değerlendirilmesi faydalı olur.

DBS parametreleri optimize edilip ayarlandıktan sonra etkinlik iyi, yan etki yoksa genellikle ayarlarda fazla değişiklik yapılmasına gerek kalmaz. DBS parametreleri genellikle 3-6 ay içerisinde ayarlanır, bazen 1 yıla kadar sürebilir (7).

#### İlaç Tedavisinin Düzenlenmesi

STN DBS parametreleri ayarlandığında genellikle ilaçların da azaltılması gerekli olur. İlaç tedavisinin azaltılması ile levodopa diskinezileri azalır. İlaçların ani azaltılması hem motor hem de non-motor çekilme sendromlarına neden olabilir (4,10). Hastalar DBS sonrası erken dönemde özellikle duygudurum semptomları (apati, depresyon, mani) ve parkinsonizm açısından takip edilmelidir. STN DBS'in hem kendisinin etkisi hem de levodopanin psikotropik etkisine bağlı olarak da öfori ve mani ortaya çıkabilir (2). İlaçların hızlı azaltılması dopamin agonist çekilme sendromuna yola açabilir (10). Dolayısı ile hastanın motor ve non-motor belirtileri birlikte değerlendirilerek dopaminerjik ilaçların titre edilmesi gerekmektedir (5).

#### STN Stimülasyonunun Ortaya Çıkardığı Yan Etkiler ve Alışma 'Habitüasyon'

Yan etkilerin tipi, ortaya çıkma eşiği aslında elektrot lokalizasyonunu daha iyi değerlendirebilmeyi ve en uygun kontakta noktayı seçebilmeye yardımcı olur. Bazı stimülasyon yan etkileri ortaya çıktıktan sonra hızla kaybolurken bazıları kalıcı olabilir. Parestezi, disotonmik semptomlar (midriasis, terleme gibi), konjüge oküler deviasyon ve diskinezilere zamanla tolerans gelişirken; piramidal kontraksiyonlar, ipsilateral monoküler deviasyon, dizartri ve göz açma apraksisi gibi yan etkilere tolerans gelişmez.

#### Akut Yan Etkiler

##### Direk STN uyarımına bağlı yan etkiler

Stimülasyon şiddetinin azaltılması, bipolar uyarıma geçilmesi veya başka kontakta uyarımı önerilir.

1. Diskineziler
2. Hipotoni
3. Konjüge oküler deviasyon
4. Duygudurum ve davranış değişiklikleri
5. Konfüzyon ve psikoz

##### Stimülasyonun komşu anatomik yapılara yayılmasına bağlı yan etkiler

Monopolar uyarımdan bipolar uyarıma geçmek, aktif kontakta değiştirmek ve parametre değişiklikleri ile kısmen düzeltilebilir.

1. Piramidal kontraksiyonlar, göz açma apraksisi, distoni, karpopedal spasm (Kortikospinal lifler)
2. Konuşma bozuklukları (Kortikospinal ve kortikobulber lifler)
3. Monoküler deviasyon (Okulomotor lifler ve okulomotor sinir) Elektrot medial yerleşimde olabilir, dorsal kontakta seçilmesi önerilir.

4. İpsilateral yüzde terleme ve ipsilateral midriasis (Stimülasyonun medial ve posterior yayılımı, sempatik lifler)
5. Denge bozuklukları ve dizartri (Serebellotalamik lifler) Dorsal kontakta seçilmesi önerilir.
6. Kontrilateral parestezi (Medial lennisküs) Elektrot posterior yerleşimde olabilir.
7. Rijiditede artış (Substantia nigra uyarımı) Dorsal kontakta kullanılması önerilir.
8. Davranış değişiklikleri (Substantia nigra uyarımı) Dorsal kontakta kullanılması önerilir.

#### Kronik Yan Etkiler

1. Yürüme ve denge bozuklukları, yürümenin donması; düşük frekans uyarım faydalı olabilir.
2. Konuşma bozuklukları ve dizartri; yüksek stimülasyon parametreleri (voltaj ve frekans) ve konuşma bozukluğu arasında ilişki saptanmış, daha düşük stimülasyon parametreleri kullanılabilir (6).
3. Kilo artışı; ilk yılda daha sık, postoperatif süreçte diyet ve bilgilendirme önerilmelidir (9).
4. Apati; ilaçların azaltılmasına bağlı olarak ortaya çıkabilir, ilaçlar yavaşça azaltılmalıdır.
5. Depresyon; STN DBS'in sık yan etkisi. Levodopa ve STN DBS psikotropik etkilerine bağlı olabilir (2). Postoperatif yakın takip edilmeli, intihar riski açısından hastalar uyarılmalıdır.

#### GPI DBS

STN gibi 'off' döneminde programlama yapılmalıdır. GPI DBS, bradikinezi, rijidite ve diskinezi gibi PH semptomları üzerine etkilidir. Programlanma sırasında bradikinezi ve rijiditedeki üzerindeki etkinlik belirleyicidir. GPI DBS'in ayrıca akut antidiskinetik etkisi de bulunmaktadır.

Programlamaya monopolar stimülasyon ile başlanmalıdır. GPI büyük bir çekirdek olduğu için gecikmiş yan etkiler nadir görülür, bu nedenle STN'de olduğu gibi yavaş titrasyon çoğunlukla gerekmez. İlaç tedavisinde genellikle azaltılma yapılmaz veya az yapılır.

Stimülasyonun yayılarak yan etki ortaya çıkarması nadirdir. Bu nedenle akut nöropsikiyatrik yan etkiler STN'e göre daha az sıklıktadır. Ventral kontakta stimülasyonunun daha fazla antidiskinetik etkisi vardır, ancak bradikineziyi artırabilir.

#### VIM DBS

PH'nda sadece tremor üzerinde etkilidir, diğer PH semptomları üzerinde etkinliği yoktur. Tremor harici bulguların dopaminerjik ilaçlarla kontrol altına alınabildiği, ilaçlarla yeterince düzelme-yen tremor baskın PH hastalarında uygulanabilir. VIM DBS ile tremorda dakikalar içerisinde etkinlik gözlenir, bazen yüksek frekanslı parametrelerle ayarlama yapılması gerekebilir. Stimülasyon etkisinin duyuşal nöronlara yayılmasına bağlı parestezi, yan etki olarak ortaya çıkabilir. Dakikalar içerisinde paresteziye hızlı tolerans gelişebilir. Bazen de kalıcı olma eğilimindedir ve



kontakt lokalizasyonun değiştirilmesini gerektirir. Bu durum daha çok elektrot lokalizasyonunun posteriorda olduğunu düşündürür. Stimülasyonun kortikospinal ve kortikobulber liflere yayılmasına bağlı olarak dizatri ve kontrilateral tetanik kontraksiyonlar görülebilir, elektrodun lateral yerleşimde olduğuna işaret eder.

## ■ SONUÇ

DBS, PH'nın semptomatik tedavisinde oldukça etkin bir tedavidir. DBS etkinliği için uygun hasta, hedef seçimi ve elektrodun uygun yerleştirilmesi oldukça önemlidir. Ayrıca tedavi başarısında postoperatif süreçte DBS programlama, ilaç düzenleme ve stimülasyon yan etkilerini kontrol altına tutabilme de belirleyici olmaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında DBS başarısı aslında beyin cerrahi ve nöroloji başta olmak üzere multidisipliner merkez ve deneyimli ekibin uyum içerisinde kolektif çalışmasına bağlıdır.

## ■ KAYNAKLAR

1. 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
2. Funkiewiez A, Ardouin C, Krack P, Fraix V, Blercom NV, Xie J, Moro E, Benabid AL, Pollak P: Acute psychotropic effects of bilateral subthalamic nucleus stimulation and levodopa in Parkinson's disease. *Mov Disord* 18:524-530, 2003
3. Kadowaki T, Hashimoto K, Suzuki K, Watanabe Y, Hirata K: Case report: Recurrent parkinsonism-hyperpyrexia syndrome following discontinuation of subthalamic deep brain stimulation. *Mov Disord* 26:1561-1562, 2011
4. Krack P, Fraix V, Mendes A, Benabid AL, Pollak P: Postoperative management of subthalamic nucleus stimulation for Parkinson's disease. *Mov Disord* 17 Suppl 3:S188-197, 2002
5. Lhommée E, Klinger H, Thobois S, Schmitt E, Ardouin C, Bichon A, Kistner A, Fraix V, Xie J, Kombo MA, Chabardès S, Seigneuret E, Benabid AL, Mertens P, Polo G, Carnicella S, Quesada JL, Bosson JL, Broussolle E, Pollak P, Krack P: Subthalamic stimulation in Parkinson's disease: Restoring the balance of motivated behaviours. *Brain* 135:1463-1477, 2012
6. Moreau C, Pennel-Ployart O, Pinto S, Plachez A, Annic A, Viallet F, Destée A, Defebvre L: Modulation of dysarthropneumophonia by low-frequency STN DBS in advanced Parkinson's disease. *Mov Disord* 26:659-663, 2011
7. Okun MS, Fernandez HH, Wu SS, Kirsch-Darrow L, Bowers D, Bova F, Suelter M, Jacobson CE, Wang X, Gordon Jr CW, Zeilman P, Romrell J, Martin P, Ward H, Rodriguez RL, Foote KD: Cognition and mood in Parkinson's disease in subthalamic nucleus versus globus pallidus interna deep brain stimulation: The COMPARE trial. *Ann Neurol* 65:586-595, 2009
8. Rieu I, Derost P, Ulla M, Marques A, Debilly B, De Chazeron I, Chéreau I, Lemaire JJ, Boirie Y, Llorca PM, Durif F: Body weight gain and deep brain stimulation. *J Neurol Sci* 310:267-270, 2011
9. Rizzone M, Lanotte M, Bergamasco B, Tavella A, Torre E, Faccani G, Melcarne A, Lopiano L: Deep brain stimulation of the subthalamic nucleus in Parkinson's disease: Effects of variation in stimulation parameters. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 71:215-219, 2001
10. Thobois S, Ardouin C, Lhommée E, Klinger H, Lagrange C, Xie J, Fraix V, Coelho Braga MC, Hassani R, Kistner A, Juphard A, Seigneuret E, Chabardès S, Mertens P, Polo G, Reilhac A, Costes N, LeBars D, Savasta M, Tremblay L, Quesada JL, Bosson JL, Benabid AL, Broussolle E, Pollak P, Krack P: Non-motor dopamine withdrawal syndrome after surgery for Parkinson's disease: Predictors and underlying mesolimbic denervation. *Brain* 133:1111-1127, 2010
11. Volkmann J, Herzog J, Kopper F, Deuschl G: Introduction to the programming of deep brain stimulators. *Mov Disord* 17 Suppl 3:S181-187, 2002