



# İdiyopatik Trigeminal Nevraljinin Perkütan Kontrollü Rizotomisi: 59 Hastanın İlk 5 Yıllık Takip Sonuçları

## *Percutaneous Controlled Radiofrequency Trigeminal Rhizotomy for the Treatment of Idiopathic Trigeminal Neuralgia: The First 5-Year Follow-up Results to 59 Patients*

Mustafa BALEVİ

Konya Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Konya, Türkiye

Yazışma Adresi: Mustafa BALEVİ / E-posta: mbalevi@gmail.com

### ÖZ

**AMAÇ:** İdiyopatik trigeminal nevralsi nedeniyle perkütan kontrollü radyofrekans rizotomi (RF-TR) uygulanan 59 hastanın 1-5 yıllık takip sonuçlarını değerlendirmek.

**YÖNTEM ve GEREÇ:** İdiyopatik trigeminal nevralsisi olan 59 hastaya 66 perkütan radyofrekans rizotomi işlemi 2007-2014 yılları arasında uygulandı. Hasta ile doktorun kontrollü ve devamlı iletişimi kontrollü lezyon yapmak için önemli olduğundan dolayı benzodiazepinler ve narkotik analjezikler anestezi için kullanıldı.

**BULGULAR:** Ortalama takip zamanı 60 ay idi. Akut ağrı rahatlaması %95 hastada elde edildi. 5 yılın sonunda tam ağrı rahatlaması tek işlem uygulanan hastaların %60'ında elde edildi. Ölüm görülmedi. İlk işlemden sonra ilk 6 aydan önce ağrı nüksü 6 hastada (%10,2) görüldü. Azalan kornea refleksi 1 hastada (%1,7), Massester kası güçsüzlüğü 2 hastada (%3,4) ve disestezi 1 hastada (%1,7) görüldü.

**SONUÇ:** Perkütan kontrollü RF-TR işlemi yüksek etkinliği ile birlikte düşük riskli minimal girişimsel bir işlemdir. Eğer ağrı nüks ederse işlem emniyetli bir şekilde tekrarlanabilir.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Ağrı, Perkütan işlemler, Radyofrekans termokoagülasyon, Rizotomi, Trigeminal sinir, Trigeminal nevralsi

### ABSTRACT

**AIM:** The objective of this study was to evaluate the effectiveness of percutaneous, controlled radiofrequency trigeminal rhizotomy (RF-TR). The outcome of 59 patients with idiopathic trigeminal neuralgia after RF-TR was analyzed after a follow-up period of 1 to 5 years.

**MATERIAL and METHODS:** A total of 59 patients with idiopathic unilateral trigeminal neuralgia underwent 66 percutaneous radiofrequency rhizotomy procedures between 2007 and 2014. Benzodiazepines and narcotic analgesics were used for anesthesia because patient cooperation during the procedures was essential so that the physician could create selective, controlled lesions.

**RESULTS:** The average follow-up time was 60 months. Acute pain relief was accomplished in 95% of patients. Complete pain relief was achieved at 5 years in 60% of the patients who underwent a single procedure. No mortalities occurred. After the first procedure was performed, early pain recurrence (<6 month) was observed in 6 patients (%10.2). Complications included diminished korneal reflex in one patients (%1.7), Massester weakness in 2 (%3.4), dysesthesia in 1 (%1.7).

**CONCLUSION:** Percutaneous, controlled RF-TR represents a minimally invasive, low-risk technique with a high rate of efficacy. The procedure may safely be repeated if pain recurs.

**KEYWORDS:** Pain, Percutaneous procedures, Radiofrequency thermocoagulation, Rhizotomy, Trigeminal nerve, Trigeminal neuralgia

### GİRİŞ

İdiyopatik trigeminal nevralsi (İTN) kranial nevralsilerin en sık görülen formudur. Trigeminal sinirin dağıldığı alanda şimşek çakar - elektrik çarpar - bıçak saplanır gibi, kısa süreli, ani başlayan, paroksizmal ağrı ataklarıyla karakterize bir hastalıktır. Hastalık Nicholas Andre tarafından Tic Douloureux adıyla tanımlanmıştır (1). İTN'nin insidansı 4-5/100000'dir (15, 34, 61). İTN'nin nedeni tam olarak anlaşılamamıştır

ancak mikro vasküler dekompresyon (MCD) ameliyatlarında trigeminal sinirin vasküler yapılar tarafından kompresyona uğradığı görülmektedir (12, 16, 20, 21, 26).

Trigeminal nevralsinin tedavisinde perkütan kontrollü rizotomi (24, 25), gliserol rizolizis (3, 4, 58), perkütan balon kompresyon (36, 61), mikrovasküler dekompresyon (22, 41, 45) ve gama knife radiocerrahi uygulanabilir (14, 28, 29, 42, 44).

## HASTALAR ve YÖNTEM

2007-2014 yılları arasında İTN olan 59 hastaya RF-TR işlemi uygulandı. Hastaların 28'i erkek (%47) ve 31'i kadın (%53) idi. Yaş ortalaması 58,37 idi. Hastaların 31'inde (%52,5) solda ve 28'inde (%47,5) sağda idi. Ağrının lokalizasyonuna göre dağılımı 1 hastada V1(%1,7) de, 26 hastada V2 (%44) de, 23 hastada V3' de (%39) ve 9 hastada V2-V3 (%15,3) idi.

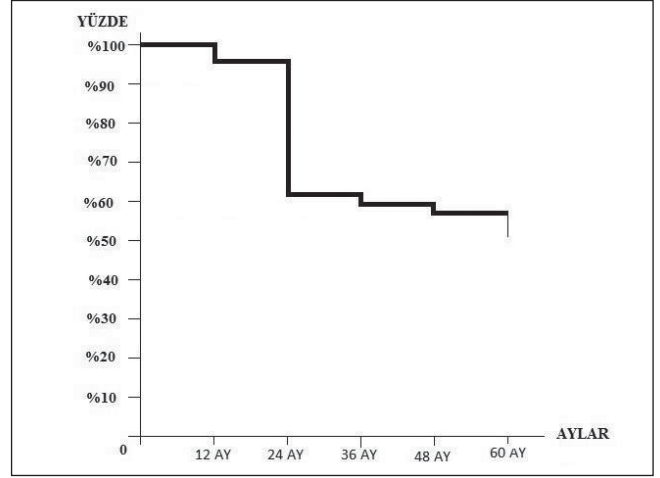
Yüzünde elektrik şokunu andıran paroksizmal ağrısı olup patolojik bulguları olmayan ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT) normal kabul edilen hastalara bu tedavi uygulandı. Elektrokardiyogram (EKG) ve akciğer filmleri rutin olarak çekildi. Preoperatif olarak anestezi kliniği tarafından değerlendirildi. Hastaların ortak özellikleri günlük 800mg karbamazepin tedavisine cevap vermemesi ve MCD tedavisini düşünmemeleriydi. Ağrıya tam cevap alınamaması, erken nüks etmesi (ilk 1 hafta) veya tekrar ortaya çıkması durumunda işlem tekrar edildi. Tam ağrı iyileşmesi operasyondan sonra bütün ağrıları geçen hasta grubu için kabul edildi. Kısmi ağrı iyileşmesi olan grup ise operasyon öncesine göre ağrıları azalan ve karbamazepin ile şikayetleri düzelen hastalardı. Tek RF tedavisi uygulamasından sonra ağrıları geçen hastaların profili Kaplan-Meier metodu ile hesaplandı (Şekil 1).

## AMELİYAT TEKNİĞİ

Hastanın kan basıncı, kan oksijen saturasyonu ve kardiyak fonksiyonları aralıksız olarak kontrol altına alındı. Foramen ovaleye giriş için Hartel tekniği kullanıldı (19, 53). İğne labial komissürün 1,5-2 cm lateralinden uygulandı. Pupilden geçen düzlem ile meatus akustikus eksternusun yaklaşık 2 cm paralelinden geçen düzlemlerin kesiştiği noktaya iğnenin ucu yönlendirildi (Şekil 2). Menenjit komplikasyonunun oluşmaması için iğne ilerletilirken ağız mukozasının perforasyonu dikkat edildi. İğnenin foramen ovale çevresindeki yerini görmek için submentovertikal pozisyonda direkt grafi tetkiki yapıldı. İğne foramen ovaleden ilerletildi. Hastaların %90'ında iğnenin beyin omurilik sıvısı (BOS) geldiği gözlemlendi. Sonra yan grafi ile iğnenin ucu petroklival açının seviyesine ve ön arka grafide petroz kemiğin sırt seviyesine ayarlandı (Şekil 3, 4).

RF-TR hasta sedatize iken yapıldı. Analjezi nöroanestezist tarafından uygulandı. Alfentanil ve midazolam kombinasyonu analjezi ve sedasyonun istenilen seviyesi oluşuncaya kadar intravenöz olarak verildi. Özellikle stimülasyon ve lezyon sırasında hastanın az ağrı duyması hedeflendi. Foramen ovale'nin geçilmesi sırasında bradikardi oluşursa atropin kullanıldı. Kronik hipertansiyonu olanlarda nifedipine sublingual olarak kullanıldı. Kardiyak iskemi ve akut hipertansiyona eğilimli hastalara nitroglicerini dermal preparatlar kullanıldı.

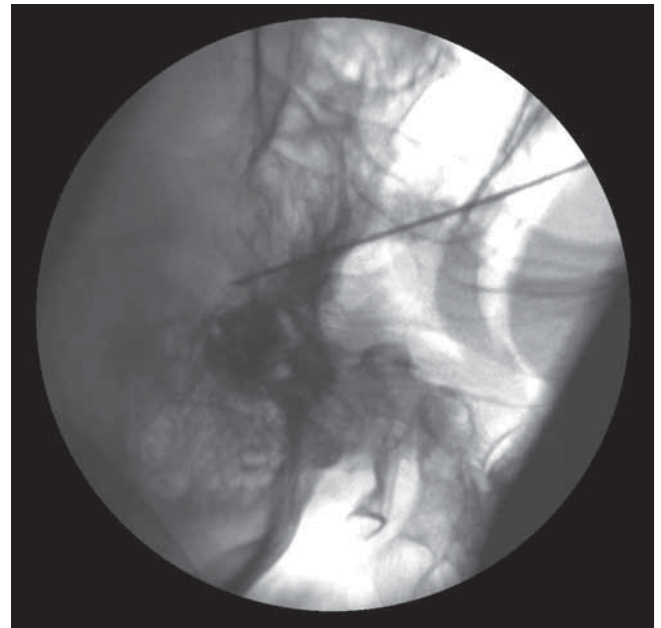
RF-TR iğneleri (TIC kit ve Tew kit; Radyonics, Inc, Burlington, MA) kullanıldı. İşlemin başlangıcında iğnenin foramen ovale ile olan pozisyonunu görmek için submentovertikal pozisyonda radyografi alındı. İğne foramen ovaleyi geçince yan ve ön arka direkt kafa grafisi alındı (Şekil 3, 4). Gasser ganglionunun pre ganglionik (retrogasser) lifleri petroklival açısı seviyesinde



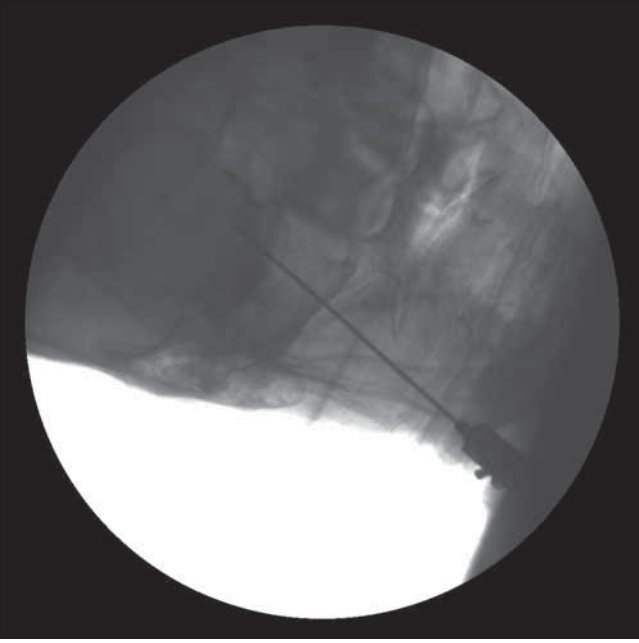
Şekil 1: İlk 60 aylık tam ağrı iyileşmesinin sonuçları.



Şekil 2: Sağ labial komissür lateralinden Foramen Ovale'ye giriş noktası ve elektrot görülmektedir.



Şekil 3: Lateral floroskopik incelemede petroklival açıda elektrot görülmektedir.



**Şekil 4:** Ön arka direkt grafite elektrodun ucu foramen ovalette görülmektedir.

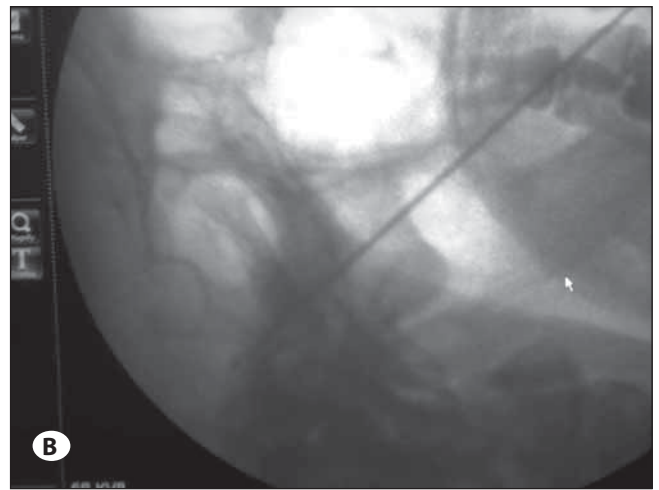
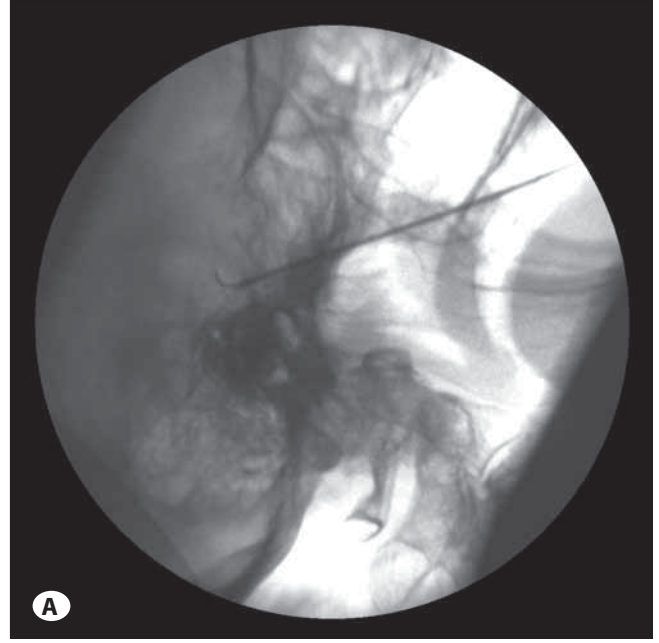
olduğu için iğnenin bu noktanın ilerisine geçmemesine dikkat edildi. Radyonics® cihazının TIC veya TEW elektrodları kullanıldı. Düz elektrodlar üçüncü dal nevralsi için, eğri elektrodlar ise birinci ve ikinci dal nevralsi için kullanıldı (Şekil 5A,B). Trigeminal sinirin termokoagülasyon yapılacak olan dalının tespit edilmesi için stimülasyon yapıldı. Bunun için 0,2 ile 1V (50 Hz, 0,2 ms) ile preganglionik lifler stimüle edildi. Elektrodun yönü ve derinliği stimülasyon ile istenilen dala ulaşıncaya kadar ayarlandı. İlgili dal tespit edildikten sonra 55 ile 70°C 60 saniye süre ile 2 kez termokoagülasyon yapıldı. Üçüncü koagülasyonu ise 90 sn süre ile uygulandı (Şekil 6). Birinci dal ve ikinci dal nevralsi için koagülasyon yapılırken kornea refleksi daima kontrol edildi. Reflekste azalma tespit edilirse işleme son verildi. Üçüncü dal için ise Masseter fonksiyonları kontrol edildi. Başlangıç lezyonu 55°C'de başlanır. 70°C'yi aşılmaz. Birinci dal nevralsi için 55°C'de, ikinci dal için 60°C ve üçüncü dal için ise 70°C'de lezyon uygulandı. İlgili dalda hipopaljezi oluşunca ve operasyon öncesi ağrıları düzeline işleme son verildi.

#### BULGULAR

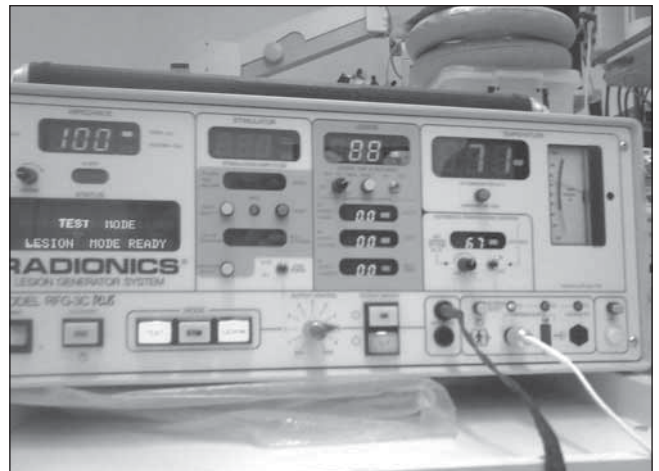
66 Perkütan kontrollü RF-TR işlemi 59 hastaya uygulandı. 53 hasta (%80) tek bir işlem ile, 5 (%18,5) hasta iki işlem ile ve 1 hasta (%1,5) ise 3 RF-TR işlemi ile tedavi edildi.

Akut ağrı rahatlaması % 95 hastada görüldü. Erken ağrı nüksü (6 aydan erken) %8 olguda görüldü. %20 olguda ise ağrı nüksü 2 yıl sonra ve %1 olgu 3 yıl sonra ağrı nüksü görüldü. 5 yılın sonunda 40 olgu kontrol edildi. Tek RF-TR uygulaması ile % 60 tam ağrı kontrolü sağlandı. Ağrı kontrol hızı %95 idi.

Tek perkütan kontrollü RF-TR işleminden sonra 41 hastada (%69,5) selektif ağrı kontrolü yani; trigeminal sinirin dağılım alanlarında tam ağrı kontrolü sağlandı.18 (%30,5) hastada ise



**Şekil 5:** Eğri elektrot petroklival açıda görülmektedir.



**Şekil 6:** Radionics® cihazıyla termo koagülasyon uygulandığı görülmektedir.

seçici olmayan ağrı kontrolü sağlandı. 5 hastaya uygulanan ikinci RF-TR işleminden sonra 3 hastada (%60) seçici, 2 hastada (%40) seçici olmayan ağrı kontrolü sağlandı. Ortalama olarak %70 hastada seçici ve %30 hastada seçici olmayan ağrı kontrolü sağlandı.

### **Yan Etkiler ve Komplikasyonlar**

RF-TR uygulamalarından sonra 3 olguda Masseter kas güçsüzlüğü (%3,4) gözlemlendi. Anestezi doloroza, kalıcı kornea refleksi kaybı, geçici kranial sinir kuvvetsizlikleri, BOS fistülü ve aseptik menenjit gibi komplikasyonlar gözlemlenmedi.

### **TARTIŞMA**

Nöroşirürji pratiğinde sıkça ilgilendiğimiz konuların başında gelen trigeminal nevralsi, trigeminal sinirin dağıldığı alanda şimşek çakar tarzda, elektrik çarpar gibi, bıçak saplanır gibi, kısa süreli, ani başlayan, paroksizmal ağrı ataklarıyla karakterize bir hastalıktır (61). Hastalığın klinik gidişinde ağrı dışında herhangi bir kranial sinir veya nörolojik sistem bozukluğu söz konusu değildir. Bu haliyle idiyopatik trigeminal nevralsi olarak da adlandırılabilir (İTP). Trigeminal nevralsinin en belirgin klinik belirtisi trigeminal sinir dallarından birinde veya birkaçında çok nadir olarak da iki taraflı olan şimşek çakar tarzda ağrı ataklarıdır (61). Ağrı daima ani olarak meydana gelir fakat daima herhangi bir uyarıyla da ortaya çıkabilir (9). Medikal tedavinin ağrıyı kontrol edemediği durumlarda RF-TR, MCD (mikrovasküler dekompresyon), gliserol rizolizis, perkütan balon kompresyon ve eksternal bim radyo cerrahi tedavileri önerilmektedir. Her yazar da kendi tekniğinin üstünlüğünden bahsetmektedir (11, 31, 37, 52).

İTN'nin nedeni vasküler kompresyon olduğu zaman en uygun tedavi MCD'dir (2, 35, 58). Sadece birinci dal tutulumu olan sağlıklı hastalarda ve her üç dalında etkilendiği hastalarda ilk tedavi olarak MCD tercih edilebilir (51). Operasyondan sonra kalıcı his kusuru istemeyen hastalarda ilk seçenek olarak uygulanabilir (51). MCD'nin yaşlı hastalarda güvenli bir şekilde uygulanabileceğini belirtilmektedir (43). Başarı hızı büyük serilerde %(81-94,7) arasında değişmektedir (32, 35, 46, 47). MCD operasyonlarının ortalama mortalitesi 0,7-0,3 olarak bildirilmektedir (23). Ortalama nüks zamanı 1,9 yıldır ve olguların %47-75 i ilk yıl içinde nüks etmektedir ve her yıl için nüks ihtimali %2 dir (5, 6, 47). 5 yıllık takip süresinde nüks hızı % 18,3 olarak bildirilen olgu serileri mevcuttur (54). Bu sonuçlar Perkütan Kontrollü RF-TR işlemi uygulanan bizim olgu serimiz ile karşılaştırdığımızda akut ağrı rahatlaması ve ağrı kontrol hızı yaklaşık olarak aynıdır. En sık nüks ihtimali ilk 2 yıl içinde olmaktadır (%20). 5 yıl sonra tam ağrı kontrolü %60 olarak görüldü. İlk 2 yılda ağrının nüks hızının yüksek olup daha sonra azalmasının nedenlerinden biri bu süre içinde termokoagülasyon esnasında kısmen etkilenen gasser ganglionundaki sinir hücrelerinin ve preganglionik sinir kökçülerinin bir kısmının tekrar eski işlev konumlarına dönebilme potansiyeli olabilir. Çünkü bu süreden sonra nüks ihtimali azalmaktadır. Büyük olgu serilerinde serebellar enfarkt, iştme kaybı ve BOS fistülü en sık görülen komplikasyon olarak belirtilmiş ve insidansı %1 olarak belirtilmiştir (35). MCD'den sonra 7. ve 8. Kranial sinir

paralizleri %4 sıklıkla görülmektedir (56). Bizim olgu serimizde %3,4 oranında Masseter kas kuvvetsizliği ve %1,7 oranında dizestezi haricinde başka komplikasyonlar görülmedi. MCD uygulanan olguların %15'inde hastalarda önemli bir vasküler bası görülememekte veya yeterli dekompresyon yapılamamaktadır (51, 59). MRG de vasküler bası olguların %75'inde görülmektedir (48) ve bu olgularda MCD'nin başarısı %90'a kadar çıkmaktadır (47). Bizim olgularda hepsinde MRG de vasküler bası yoktu.

Kontrollü RF-TR işlemi tek veya iki dal etkilenmesi olan hastalara uyguladık. Ayrıca oftalmik dal tutuluş olguları bizim seride çok az idi. MCD uygulanan hasta gruplarının içinde oftalmik dal tutuluşu ve her üç dalın etkilendiği trigeminal nevralsi olguları çoğunluktadır ve bu hastaların operasyonunda da %15 olguda vasküler bası görülemediği için başarı oranı %5 kadar düşük görülmektedir. Genel olarak kontrollü TR-RF işlemi ile MCD yaklaşık olarak eşit sonuçlara sahiptir diyebiliriz.

Gliserol rizotomi trigeminal sisternaya gliserol enjeksiyonu ile gerçekleştirilmektedir (48). Esas itibarıyla destrüktif bir uygulamadır. Glierol sudan hafif olduğundan oftalmik dal nevralsilerinde önerilir ve kornea refleksi kaybı az görülür (39, 48, 49, 55). Ağrı nüksü olgu serilerine göre %23-54 dür (9, 55). Ağrının tam düzelmesi %92 olguda görülebilmektedir (9). Bu sonuçları olgu serimiz ile karşılaştırdığımızda ve kontrollü RF-TR işleminin biraz daha iyi olduğu görülmektedir.

Perkütan trigeminal mikro balon kompresyonu tedavisi trigeminal nevralsinin tedavisinde etkili bir yöntemdir (7, 8, 30, 38, 56, 62). Özellikle oftalmik nevralsilerde ve ağrının çoklu dağılım gösterdiği olgularda önerilmektedir (8). Başlangıç başarı hızı % 80-88 (10, 30). 5 Yıllık rekürrens hızı ise %15-20'dir (10,38).

Bizim uyguladığımız kontrollü RF-TR işleminin sonuçları bu sonuçlardan kısmen iyidir. Buna karşılık bizim oftalmik nevralsi olgu sayımızın düşük olması ve balon kompresyon uygulanan olguların çoklu dağılım gösteren olgular olması bu sonuca sebep olmuş olabilir.

Gamma-Knife tedavisi trigeminal sinirin ponstan çıktıktan sonraki bölümüne lezyon yapmak esasına dayanmaktadır (14, 28, 29, 42, 44, 53). Hiç müdahale görmemiş hastalarda uygulanması gerekli değildir ve sadece tekrarlayan trigeminal nevralsi olgularında tercih edilebilecek bir yöntemdir (13, 60). Buna karşılık ilk tedavi seçeneği olarak uygulayan hekimlerde mevcuttur (27, 40). Müdahaleden sonra ağrının düzelleme oranı %87 olarak bildirilmektedir (27). 5 yıl sonraki kontrollerde ağrının olmaması %46'dır (27). %10,5 hastada fasial parestezi ve uyuşukluk şikayeti bildirilmiştir (27, 33). Trigeminal sinir disfonksiyonu %49 sıklıkla görülmektedir ve bunların 1/3'ü de düzelmektedir (33). Bizim tedavi sonucumuz bu verilerden daha iyidir. Ancak Gama-Knife tedavisi uygulanan hastaların önemli bir kısmının diğer cerrahi tedavi yöntemlerini daha önceden görmüş ve şikayetleri tekrarlamış hasta grubu olmaları ve işlemin lezyon yapıcı bir işlev olması tedavi sonuçlarını olumsuz etkileyen faktörlerdir.

Ağrı nüks hızımız diğer büyük kontrollü RF-TR uygulanan serilere göre biraz yüksektir (25). Bunun muhtemel sebebi, ağırlı dizestezi ve anestezi dolorozaya neden olmamak için 70°C ve altında lezyon yapmamızdır.

Olgu serimiz çok büyük olmadığı için operasyon sırasında iyi iletişim kurulamayan hastalarda aşırı ısı uygulanması sonucu görülen anaestezia doloroza, kornea refleksinde kalıcı azalma, diplopi ve keratit komplikasyonu görmedik. Büyük olgu serilerinde anestezi doloroza %0,6-2, kornea refleksi kaybı %1-7, keratit %0-2 sıklıkla görülmektedir (17, 25, 50, 52), Masseter kas kuvvetsizliği %4,1-8 sıklıkta görülmektedir (25, 50). Masseter kas kuvvetsizliği bizim serimizde %3,4 olarak görüldü, dizestezi %1,7 olarak görüldü.

### SONUÇ

İTN'nin tedavisinde standart olan tek bir yöntem yoktur. Bu işlemin seçiminde en önemli unsur hastanın yaşı, nevraljinin tipi ve dağılımıdır. İkinci ve üçüncü dal İTP için RF-TR işlemi uygundur. Destruksiyon yapan diğer yöntemlere göre seçici olması bu tedavinin önemli bir avantajıdır.

### KAYNAKLAR

1. Andre N: Traite sur les maladies de l'uretre, Paris Delagutte,1756
2. Apfelbaum RI: Neurovascular decompression: The procedure of choice? Clin Neurosurg 46:473-498,2000
3. Arias MJ: Treatment of essential trigeminal neuralgia by percutaneous gangliolysis with glycerin. Rev Clin Esp 176(4):173-176,1985
4. Arias MJ: Percutaneous retrogasserian glycerol rhizotomy for trigeminal neuralgia. A prospective study of 100 cases. J Neurosurg 65(1):32-36,1986
5. Bederson JB, Wilson CB: Evaluation of microvascular decompression and partial sensory rhizotomy in 252 cases of trigeminal neuralgia. J Neurosurg Sep 71(3):359-367, 1989
6. Brown JA: Percutaneous treatment of trigeminal neuralgia: Advances and problems. Clin Neurosurg 46:455-472, 2000
7. Brown JA: Perc: Percutaneous balloon compression for trigeminal neuralgia. Clin Neurosurg 56:73-78,2009
8. Burchiel KJ, Sslavin KV: On the natural history of trigeminal neuralgia. Neurosurgery 46:152-155,2000
9. Cappabianca P, Spaziant R, Graziussi G, Tagliatalata G, Peca C, De Divitiis E: Percutaneous retrogasserian glycerol rhizolysis for treatment of trigeminal neuralgia. Technique and results in 191 patients. J Neurosurg Sci 39(1):37-45,1995
10. Chen JF, Tu PH, Lee ST: Repeated percutaneous balloon compression for recurrent trigeminal neuralgia: A long-term study. World Neurosurg 77(2):352-356,2012
11. Cheng JS, Lim DA, Chang EF, Barbaro NM: A review of percutaneous treatments for trigeminal neuralgia. Neurosurgery 10 Suppl 1:25-33; discussion 33, 2014
12. Dandy WE: Concerning the cause of trigeminal neuralgia. Am J Surg 24:447-455, 1934
13. 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(2):351-358

14. Elaimy AL, Hanson PW, Lamoreaux WT, Mackay AR, Demakas JJ, Fairbanks RK, Cooke BS, Thumma SR, Lee CM: Clinical outcomes of gamma knife radiosurgery in the treatment of patients with trigeminal neuralgia. Int J Otolaryngol 2012;2012:91918
15. Frank F, Fabrizi AP: Percutaneous surgical treatment of trigeminal neuralgia. Acta Neurochir (Wien) 97:128-130, 1989
16. Gardner WJ: Trigeminal neuralgia. Clin Neurosurg 15:1-56, 1968
17. Gumao S, Magaldi M, Arantes A: Trigeminal radiofrequency rhizotomy for the treatment of trigeminal neuralgia: Results and technical modification. Arq Neuropsiquiatr 61(2B):434-440,2003
18. Håkanson S: Trigeminal neuralgia treated by the injection of glycerol into the trigeminal cistern. Neurosurgery 9(6):638-646,1981
19. Hartel F: Die Behandlung der Trigeminal-neuralgie mit intrakraniellen Alkoholeinspritzungen. Deutsche Ztschr Chir 126:429-552,1914
20. Jannetta PJ: Arterial compression of the trigeminal nerve at the pons in patients with trigeminal neuralgia. J Neurosurg 26:159-162, 1967
21. Jannetta PJ: Vascular compression is the cause of trigeminal neuralgia. APS J 2:217-227, 1993
22. Jo KW, Kong DS, Hong KS, Lee JA, Park K: Long-term prognostic factors for microvascular decompression for trigeminal neuralgia. J Clin Neurosci 20(3):440-445, 2013
23. Kalkanis SN, Eskandar EN, Carter BS, Barker FG: Microvascular decompression surgery in the United States, 1996 to 2000: Mortality rates, morbidity rates, and the effects of hospital and surgeon volumes. Neurosurgery 52(6):1251-1261; discussion 1261-1262, 2003
24. Kanpolat Y, Avman N, Gökalp HZ, Arasil E, Selçuki M, Mertol T: Effectiveness of radiofrequency thermocoagulation in recurrent trigeminal neuralgia after previous retrogasserian rhizotomy. Appl Neurophysiol 48(1-6):258-256,1985
25. Kanpolat Y, Savas A, Bekar A, Berk C: Percutaneous controlled radiofrequency trigeminal rhizotomy for the treatment of idiopathic trigeminal neuralgia: 25-year experience with 1,600 patients. Neurosurgery 48(3):524-532; discussion 532-534,2001
26. Kaye AH: Trigeminal neuralgia: Vascular compression theory. Clin Neurosurg 46:499-506, 2000
27. Kondziolka D, Zorro O, Lobato-Polo J, Kano H, Flannery TJ, Flickinger JC, Lunsford LD: Gamma Knife stereotactic radiosurgery for idiopathic trigeminal neuralgia. J Neurosurg 112(4):758-765,2010
28. Lazzara BM, Ortiz O, Bordia R, Witten MR, Haas JA, Katz AJ, Brown JA: Cyberknife radiosurgery in treating trigeminal neuralgia. J Neurointerv Surg 5(1):81-85,2013
29. Li P, Wang W, Liu Y, Zhong Q, Mao B: Clinical outcomes of 114 patients who underwent  $\gamma$ -knife radiosurgery for medically refractory idiopathic trigeminal neuralgia. J Clin Neurosci 19(1):71-74,2012
30. Lichter T, Mullan JF: A 10-year follow-up review of percutaneous microcompression of the trigeminal ganglion. J Neurosurg 72(1):49-54,1990
31. Lovely TJ, Jannetta PJ: Microvascular decompression for trigeminal neuralgia. Surgical technique and long-term results. Neurosurg Clin N Am 8(1):11-29,1997

32. Ma Z, Li M, Cao Y, Chen X: Keyhole microsurgery for trigeminal neuralgia, hemifacial spasm and glossopharyngeal neuralgia. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 267(3):449-454,2010
33. Matsuda S, Nagano O, Serizawa T, Higuchi Y, Ono J: Trigeminal nerve dysfunction after Gamma Knife surgery for trigeminal neuralgia: A detailed analysis. *J Neurosurg* 113 Suppl:184-190,2010
34. Maxwell RE: Clinical diagnosis of trigeminal neuralgia and differential diagnosis of facial pain. Rovit RL, Murali R, Jannetta PJ (ed), *Trigeminal Neuralgia*. Baltimore, Williams & Wilkins,1990:53-77
35. McLaughlin MR, Jannetta PJ, Clyde BL, Subach BR, Comey CH, Resnick DK: Microvascular decompression of cranial nerves: Lessons learned after 4400 operations. *J Neurosurg* 90(1):1-8,1999
36. Mizuno M, Saito K, Takayasu M, Yoshida J: Percutaneous microcompression of the trigeminal ganglion for elderly patients with trigeminal neuralgia and patients with atypical trigeminal neuralgia. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 40(7):347-350,2000
37. Montano N, Papacci F, Cioni B, Di Bonaventura R, Meglio M: The role of percutaneous balloon compression in the treatment of trigeminal neuralgia recurring after other surgical procedures. *Acta Neurol Belg* 114(1):59-64,2014
38. Mullan S, Lichtor T: Percutaneous microcompression of the trigeminal ganglion for trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 59(6):1007-1012,1983
39. North RB, Kidd DH, Piantadosi S, Carson BS: Percutaneous retrogasserian glycerol rhizotomy. Predictors of success and failure in treatment of trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 72(6):851-856,1990
40. Park KJ, Kondziolka D, Kano H, Berkowitz O, Ahmed SF, Liu X, Niranjan A, Flickinger JC, Lunsford LD: Outcomes of Gamma Knife surgery for trigeminal neuralgia secondary to vertebrobasilar ectasia. *J Neurosurg* 116(1):73-81,2012
41. Reddy VK, Parker SL, Patrawala SA, Lockney DT, Su PF, Mericle RA: Microvascular decompression for classic trigeminal neuralgia: determination of minimum clinically important difference in pain improvement for patient reported outcomes. *Neurosurgery* 72(5):749-754,2013
42. 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
43. Sekula RF Jr, Frederickson AM, Jannetta PJ, Quigley MR, Aziz KM, Arnone GD: Microvascular decompression for elderly patients with trigeminal neuralgia: A prospective study and systematic review with meta-analysis. *J Neurosurg* 114(1):172-179,2011
44. Selçuk Peker, Türker Kılıç, Meriç Şengöz, M. Necmettin Pamir: Gamma knife radiosurgery in the treatment of trigeminal neuralgia. *Turkish Neurosurgery* 14:15-21,2004
45. Shimanskiı VN, Karnaukhov VV, Sergienko TA, Poshataev VK, Semenov MS: Endoscopic assistance in microvascular decompression of cranial nerves. *Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko* 76(2):3-10,2012
46. Sindou M, Leston J, Howeyd T, Decullier E, Chapuis F: Microvascular decompression for primary Trigeminal Neuralgia (typical or atypical). Long-term effectiveness on pain; prospective study with survival analysis in a consecutive series of 362 patients. *Acta Neurochir (Wien)* 148(12):1235-1245; discussion 1245,2006
47. Sindou M, Leston J, Decullier E, Chapuis F: Microvascular decompression for primary trigeminal neuralgia: Long-term effectiveness and prognostic factors in a series of 362 consecutive patients with clear-cut neurovascular conflicts who underwent pure decompression. *J Neurosurg* 107(6):1144-1153,2007
48. Sindou M, Leston JM, Le Guerinel C, Keravel Y: Treatment of trigeminal neuralgia with microvascular decompression. (in French). *Neurochirurgie* 55(2):185-196,2009
49. Sweet WH, Poletti CE, Macon JB: Treatment of trigeminal neuralgia and other facial pains by retrogasserian injection of glycerol. *Neurosurgery* 9(6):647-653,1981
50. Sweet WH: Treatment of trigeminal neuralgia by percutaneous rhizotomy. Youmans JR (ed), *Neurological Surgery: A Comprehensive Reference Guide to the Diagnosis and Management of Neurosurgical Problems*, cilt: 6, üçüncü baskı. Philadelphia: W.B.Saunders Co,1990:3888-3392
51. Taha JM, Tew JM Jr: Comparison of surgical treatments for trigeminal neuralgia: Reevaluation of radiofrequency rhizotomy. *Neurosurgery* 38(5):865-871,1996
52. Takanashi M, Fukuoka S, Ozaki Y, Satou K, Oikawa M, Nakamura H: Gamma knife radiosurgery for trigeminal neuralgia: Analysis of a multi institutional study. *No Shinkei Geka* 41(12):1065-1074,2013
53. Tatlı M, Sindou M. Anatomoradiological landmarks for accuracy of radiofrequency thermorhizotomy in the treatment of trigeminal neuralgia. *Neurosurgery* 63(1 Suppl 1):ONS129-37; discussion ONS137-8,2008
54. Tatlı M, Satici O, Kanpolat Y, Sindou M: Various surgical modalities for trigeminal neuralgia: Literature study of respective long-term outcomes. *Acta Neurochir (Wien)* 150(3):243-255,2008
55. Taha JM, Tew JM Jr: Comparison of surgical treatments for trigeminal neuralgia: Reevaluation of radiofrequency rhizotomy. *Neurosurgery* 38(5):865-871,1996
56. Tekkök IH, Brown JA: The neurosurgical management of trigeminal neuralgia. *Neurosurg* 6:89-107,1996
57. Trojnik T, Šmigoc T: Percutaneous trigeminal ganglion balloon compression rhizotomy: Experience in 27 patients. Repeated percutaneous balloon compression for recurrent trigeminal neuralgia: A long-term study. *Scientific World Journal* 2012:328936,2012
58. Tucer B, Ekici MA, Demirel S, Başarslan SK, Koç RK, Güçlü B: Microvascular decompression for primary trigeminal neuralgia: Short-term follow-up results and prognostic factors. *J Korean Neurosurg Soc* 52(1):42-47,2012
59. Udipi BP, Chouhan RS, Dash HH, Bithal PK, Prabhakar H: Comparative evaluation of percutaneous retrogasserian glycerol rhizolysis and radiofrequency thermocoagulation techniques in the management of trigeminal neuralgia. *Neurosurgery* 70(2):407-412, discussion 412-413,2012
60. Xiaochuan H, Xiaoyun S, Junsheng L, Ning G, Wenshi G, Zhenxing Z: Percutaneous microballoon compression for trigeminal neuralgia using Dyna-CT. *Interv Neuroradiol* 19(3):359-364,2013
61. Kanpolat Y, Karataş A: Ağrı sendromları. Temel Nöroşirürji, Cilt 2, birinci baskı. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği, 2005:1535-1536
62. Zanusso M, Col F: Percutaneous microcompression for trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 73(5):804-805,1990