



DERLEME / REVIEW

## Trigeminal nevraljide radyofrekans tedavisi

### Radiofrequency treatment in trigeminal neuralgia

Ayça Köse<sup>1</sup>, Zehra Göksu Ulusoy<sup>1</sup>, Derviş Mansuri Yılmaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana, Turkey

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı Adana, Turkey

*Çukurova Öğrenci Tıp Dergisi 2022;2(2):31-35*

#### Abstract

Trigeminal neuralgia (TN) is a disease characterized by paroxysmal or constant pain, which occurs when part or all of the 5th nerve (Trigeminal nerve), which provides sensation in the head and face, is affected unilaterally in our body. TN is the most common disease among cranial neuralgias. The diagnosis of TN, which negatively affects the quality of life and can cause depression from time to time, can be difficult because its symptoms are often confused with other diseases. The diagnosis of the disease is made only on the basis of symptoms. 5 out of every 100,000 people in the world are diagnosed with trigeminal neuralgia. When we compare this number to Turkey, 4000 people out of 80 million people in our country are diagnosed with trigeminal neuralgia every year. Radiofrequency therapy, on the other hand, is a method that aims to eliminate pain by blocking the nerves that carry the sense of pain. Although drug therapy is the first choice in treatment, radiofrequency thermocoagulation is one of the most effective and low-risk methods in the treatment of trigeminal neuralgia, which can be preferred in cases where drug therapy is not sufficient or in patients who are not suitable for open surgery.

**Keywords:** Trigeminal neuralgia, radiofrequency therapy, radiofrequency thermocoagulation

#### Öz

Trigeminal nevralsi (TN), vücudumuzda kafa ve yüzdeki duyu hissini sağlayan 5. sinirin (Trigeminal sinir) bir kısmının veya tamamının, tek taraflı etkilenmesiyle ortaya çıkan, paroksizmal veya sürekli ağrıyla karakterize bir hastalıktır. TN, kranial nevralsiler içerisinde en sık karşılaştığımız hastalıktır. Yaşam kalitesini olumsuz etkileyen ve zaman zaman depresyona yol açabilen TN'nin semptomları sıklıkla farklı hastalıklarla karıştırıldığından dolayı tanısı zorlaşabilmektedir. Hastalığın tanısı yalnızca semptomlara bağlı olarak konulmaktadır. Dünyada her 100.000 kişinin 5'i trigeminal nevralsi tanısı almaktadır. Bu sayıyı Türkiye'ye oranladığımızda, ülkemizde her sene 80 milyon kişilik nüfustan 4000 kişiye trigeminal nevralsi tanısı konulmaktadır. Radyofrekans tedavisi ise ağrı duyusunu taşıyan sinirleri bloke ederek ağrıyı ortadan kaldırmayı hedefleyen bir yöntemdir. Tedavide her ne kadar ilk tercih ilaç tedavisi olsa da radyofrekans termokoagülasyon ilaç tedavisinin yeterli gelmediği durumlarda veya açık cerrahi girişim için uygun olmayan hastalarda tercih edilebilen trigeminal nevralsi tedavisindeki en etkin ve riski düşük yöntemlerden birisidir.

**Anahtar kelimeler:** Trigeminal nevralsi, radyofrekans tedavisi, radyofrekans termokoagülasyon

## GİRİŞ

Trigeminal nevralsi (TN), ciddi ağrılarla seyredilen ve hastaların yaşam kalitesini oldukça düşürebilen nöropatolojik bir hastalıktır. Nevralsiler aslında bir hastalığı değil, sinir yolaklarındaki bir yaralanmanın veya bozukluğun belirtisidir. Maksillofasiyal ağrılar; meninksler, kornea, diş pulpası, oral/nazal mukoz

ve temporomandibular eklem gibi birçok bölgeden kaynaklanabilir<sup>1</sup>. Bu şiddetli ağrıların hastalarda huzursuzluk, yorgunluk, iştahsızlık gibi semptomlar oluşturması hem hastalar için hem klinisyenler için pek çok probleme neden olur. Yüz sinirlerinin karmaşık yapısı ve semptomların başka hastalık semptomlarıyla benzerliği sebebiyle ayırıcı tanı oldukça önemlidir. Bu sebeptendir ki TN ve tedavisi geçmişten günümüze pek çok çalışmaya konu

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Ayça Köse, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana, Turkey E-mail: eaycakose@gmail.com

Geliş tarihi/Received: 18.10.2022 Kabul tarihi/Accepted: 14.11.2022

olmuştur. Tedavisinde ilk tercih medikal olsa da mikrovasküler dekompresyon (MVD), radyofrekans termokoagülasyon (RFTK), balon kompresyon, retrogasserian gliserol enjeksiyonu, gamma knife gibi cerrahi seçenekler de mevcuttur. MVD'de kulak arkasından yapılan bir girişimle arterin Trigeminal sinire basısını engellemek amacıyla damar ve sinir arasında küçük bir tampon konması işlemidir. RFTK yanaktan girilen bir iğne ile trigeminal ganglion içinde radyofrekans enerjisiyle kontrollü harabiyet yaratılması prosedürüdür. Gamma knife ise kesintisiz bir işlemdir ve gamma ışınlarının hedef dokuya tek seferde verilmesi esasına dayanır<sup>1</sup>. Tüm bu yöntemlerin birbirine üstün ve birbirinden zayıf olduğu durumlar vardır. Dolayısıyla tedavi hastaya göre planlanır. Bu makalede trigeminal nevrojji, klinik bulguları, epidemiyolojisi, patofizyolojisi ve TN tedavisi için günümüzde yaygın olarak kullanılan radyofrekans tedavisi hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

## TRİGEMİNAL NEVRALJİ

Nevralji, sinir yolaklarında meydana gelen ağrı anlamında kullanılmaktadır. Çoğunlukla bir hastalığı belirtmez, yaralanma ya da sinirlerdeki/sinir yolaklarındaki bozuklukları ifade etmektedir. Trigeminal nevrojji (TN) ise trigeminal sinir yolaklarının dağıldığı bölgelere yakın ve aniden başlayıp sonlanan bir hastalıktır<sup>1</sup>. Ağrı, büyük çoğunlukla yüzün tek tarafını etkiler. Birkaç saniyeden birkaç dakikaya kadar sürebilen ağrı atakları ile karakterizedir. Trigeminal sinir on iki kafa çiftinden beşincisidir. Yüz bölgesinde hissiyatı algılamamızı sağlar. Çiğneme ve ısırma gibi hareketlerimizden de Trigeminal sinir sorumludur. Trigeminal sinirin oftalmik, maksiller ve mandibular olmak üzere üç tane dalı vardır. TN'de bu üç daldan biri ya da birden fazlası etkilenmektedir. Hasarlanma en sık ikinci ve üçüncü dallarda meydana gelir. Birinci dalın tutulması, yani göz bölgesinin tutulumu çok daha nadir seyretmektedir. Ağrı elektrik çarpmasına benzer, delici olarak tanımlanan bir karakterdedir. TN; çiğneme, konuşma, diş fırçalama, tıraş olma gibi davranışlarla tetiklenebilirken hafifçe bir rüzgâr esmesi gibi zayıf uyaranlarla da ortaya çıkabilmektedir. Bu tetikleycilerden dolayı hastalarda yemek yiyememe ve dişlerini fırçalayamama gibi davranışlar gözlemlenebilmektedir. Bu da hastaların

kilo kaybına ve ağız hijyenini sağlayamamasına neden olmaktadır. Hastalarda çoğunlukla kulak, dudaklar, göz, alın, kafa derisi, burun, dişler ve çene bölgelerinde; birinde veya birkaçında şiddetli ağrı ortaya çıkmaktadır<sup>2</sup>. Hastalığın tanısı klinik öykü ile konmaktadır, bu yüzden iyi bir öykü almak özellikle TN teşhisi için çok önem arz etmektedir. Bununla birlikte TN semptomları çeşitli hastalıkların semptomlarıyla benzerlik gösterdiği için ayırıcı tanıyı doğru bir şekilde yapmak kıymetlidir. Diş ağrısı, tümörler, nörovasküler ağrılar, kulak burun boğazı ilgilendiren hastalıklar, miyofasiyal ağrı sendromları veya bazı psikiyatrik hastalıklar TN ile çokça karıştırılabilmektedir<sup>1</sup>. Bunların ayırımını iyi yapabilmek için diğer bahsi geçen, çokça karıştırılan hastalıkları ekarte etmemiz gerekmektedir. Bu hastalıkları ekarte etmek içinse çeşitli görüntüleme yöntemleri ve özel testler kullanılmaktadır<sup>2</sup>. TN'nin tip 1 (tipik, klasik, idiyopatik) ve tip 2 (atipik, semptomatik) olmak üzere iki alt tipi bulunmaktadır. Tip 1'in kesin bir nedeni henüz bulunamamıştır. Tip 2 ise multipl skleroz, çeşitli tümörler, enfarktüsler gibi kafa içi hastalıklara sekonder olarak görülür. Bir başka sınıflandırmada ise ağrı tek başına ve paroksizmal tip 1 TN olarak belirtilir; paroksizmal ağrı sürekli ağrı ile karakterizeyse de tip 2 TN olarak isimlendirir<sup>1</sup>. Tip 1 ve tip 2 TN öykü ve tıbbi bulgularla ayırt edilemezler. Bu sebeple TN'nin iki tipini ayırt etmek için manyetik rezonans görüntüleme (MRI) tekniğinden yararlanılır<sup>3</sup>. Ayrıca tip 1 ve tip 2'nin ayırıcılığı IHS tanı kriterlerinden de yararlanılmaktadır. IHS'nin çeşitli tanı kriterleri bulunmaktadır.

TN, hastaların günlük yaşamının kalite standartlarını da oldukça etkilemektedir. İştahsızlık, uyku problemleri, anksiyete gibi psikiyatrik rahatsızlıklar, konuşamama gibi fizyolojik etkilerinin bulunmasının yanı sıra iş gücü kaybına da sebebiyet vermektedir. Yapılan bir araştırmada uygun tedavilerle takip edilen TN hastalarında, 10'luk ağrı skalasında 6.85 ölçeğinde ağrı hissinin duyulduğu belirtildi. Bu sonuca göre TN'ye maruz kalan bireylerin ciddi şekilde hastalık yüküyle karşı karşıya olduklarını söyleyebilmekteyiz<sup>4</sup>.

TN tedavisinde genellikle ilk tercih ilaç kullanımındır. İlk kullanılacak ilaç çoğunlukla karbamazepindir. Eğer hasta karbamazepinden yeterli etkiyi görmemişse yanına ek ilaç takviyeleri uygulanır. İlaçla tedavi başarısızlıkla sonuçlandığında ise cerrahi tedavi yöntemlerine başvurulur<sup>5</sup>.

**Tablo 1. Trigeminal nevralsi tipleri**

Tip 1	Tip 2
A. Bir saniyeden iki dakikaya kadar süren, trigeminal sinirin bir veya daha fazla bölümünü etkileyen ve B ve C kriterlerini karşılayan paroksizmal ağrı atakları	A. Paroksizmler arasında ağrının sürekliliği olsun veya olmasın, bir saniyeden iki dakikaya kadar süren, trigeminal sinirin bir veya daha fazla bölümünü etkileyen ve B ve C kriterlerini karşılayan paroksizmal ağrı atakları
B. Ağrı, aşağıdaki özelliklerden en az birine sahiptir: 1. Yoğun, keskin, yüzeysel veya bıçaklama 2. Tetikleyici bölgelerden veya tetikleyici faktörlerden kaynaklanan	B. Ağrı, aşağıdaki özelliklerden en az birine sahiptir: 1. Yoğun, keskin, yüzeysel veya bıçaklama 2. Tetikleyici bölgelerden veya tetikleyici faktörlerden kaynaklanan
C. Ataklar bireysel hastada kalıplaşmıştır	C. Ataklar bireysel hastada kalıplaşmıştır
D. Klinik olarak belirgin nörolojik defisit yok	D. Özel araştırmalar ve/veya posterior fossa incelemesi ile vasküler kompresyon dışında nedensel bir lezyon gösterilmiştir.
E. Başka bir bozukluğa atfedilmemiş	

## Epidemiyolojisi

Dünya genelinde TN'nin prevalansı 100.000'de 29.5-76.8 arasında seyretmektedir. TN insidansı beraberinde eşlik eden hastalıklara göre de değişim göstermektedir. Örneğin migrene sahip bireylerde TN insidansı da daha fazla seyretmektedir. Multipl sklerozlu (MS) bireylerde de normal nüfusa göre 15 ila 20 kat daha fazla gelişmektedir<sup>6</sup>. MS, TN için en fazla karşımıza çıkan risk faktörüdür, TN'li hastaların %2-4'ünde MS hastalığı gösterilmiştir<sup>1</sup>. Kadınlarda TN gelişme riski erkeklerle göre iki kat daha fazladır. Yaş olarak oranladığımızda ise genellikle kırk yaşın altındaki bireylerde nadiren ortaya çıkmaktadır, yani yaşlandıkça TN görülme ihtimali artış göstermektedir<sup>5</sup>. Buradan şöyle bir çıkarım yapılabilmektedir: yaşlı kadın olmak, MS hastası olmak ve aile öyküsü TN için en önemli risk faktörleridir<sup>1</sup>.

## Patofizyolojisi

Yapılan son çalışmalar TN'nin ortaya çıkmasındaki büyük etkenlerden birinin de sinirin çevresindeki damarların trigeminal sinire basısı olduğunu ortaya koymuştur<sup>5</sup>. Arter veya venlerden kaynaklanan bu bası trigeminal siniri sıkıştırarak sinirin demiyelinize olmasına yol açmaktadır. Kompresyona en sık sebep olan damar superior serebellar arterdir. Demiyelinizasyon sonucunda sinir ateşlenmeye başlar<sup>7</sup>. 'Ateşlenme Hipotezi' adı verilen bir mekanizma tanımlanmıştır ve bu mekanizma TN ağrısının neden paroksizmal karakterde olduğunu açıklar nitelikte bir hipotezdir. Demiyelinizasyona ve aksonal zedelenmeye maruz kalan sinir kökleri, nörotransmitterleri ve potasyumu hücreler arası boşluğa salgılamaya başlar. Bunun sonucunda normal uyarılmalar dışında kendi kendine uyarılma yani

ateşlenme durumu gerçekleşir. Demiyelinizasyonun aksonları çıplak bırakması ve bu aksonlar arasında hafif dokunma ile ağrı gibi duyuların direkt olarak iletilmesi nedeniyle herhangi bir hafif uyarı sonrası şiddetli bir ateşlenme mekanizması meydana gelir. İletimin refrakter döneminde ise aksonlar hiperpolarize duruma geçtikleri için yaklaşık bir dakika boyunca yeniden uyarılamazlar ve bunun sonucunda da ağrı aniden kesilir<sup>5</sup>.

TN patofizyolojisinde yer alan bir başka mekanizma ise voltaj kapılı sodyum kanallarının (Nav) düzensizliğidir. Nav 1.3 adı verilen molekül ekspresyonunda artış sonucunda nöronlar elektriksel stimülasyona hızlı cevap verirler ve kanal aktivasyonları daha potent seyredir. Bu durum sonucunda trigeminal sinirde uyarılara karşı hassasiyet artar ve dış uyarılara çok daha açık hale gelir. Aynı zamanda sinir kökünde Nav 1.7 olarak bilinen bir başka molekülün ise down-regülasyonu söz konusudur. Nav 1.7 molekülüm inaktivasyonun çabuk gerçekleşmesinden ve iyileşme halinin çabuk başlamasından sorumludur. Bu molekülün az ekspresyonu ve Nav 1.3' aşırı üretimi sonucunda da uyarılara hassasiyet gelişir ve trigeminal sinirin normal fonksiyonlarında bozulmalar meydana gelir<sup>8</sup>. Bir diğer çalışmada ise voltaj kapılı potasyum kanalı Kv7.2'nin irregüler salınımının TN patofizyolojisinde yeri olduğu gösterilmiştir. Bu kanallar M-akımları denen muskarinik akımların oluşumunda görev alırlar. M-akımları membranı daha stabil bir hale getirirler ve sinirlerin uyarılabilirliğini kontrol ederler. TN'de M-akımlarının profili düzensizleştiğinden dolayı ateşleme olayı tam olarak kontrol edilemez<sup>7</sup>.

Schwann hücrelerinin (SC) de TN mekanizmasına katkı sağlayabileceği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Trigeminal sinirin zedelenmesinin

ardından SC'ler aktive olurlar ve demiyelinizasyonun bir parçası haline gelirler. Salgıladıkları moleküller sayesinde makrofağları da olaya dahil ederler ve böylece demiyelinizasyon hız kesmeden devam eder. Demiyelinizasyon ise en sonunda TN'ye sebep olur. Bunun yanında SC'ler karşidan gelen ağrı uyarılarını alıp çeşitli nörotransmitterler salgılayarak ağrı iletiminde yer alırlar<sup>9</sup>.

## RADYOFREKANS TEDAVİSİ

TN hastalarında, genellikle yüz bölgesinde, dokunulunca ağrının başlamasına sebep olan bazı noktalar vardır. Bu sebeple hastalar yüzlerine dokundurtmazlar aynı zamanda dokunmazlar, dolayısıyla yemek yeme, diş fırçalama gibi günlük işlerinde aksamalar olur. TN, yaşam boyu süren bir hastalık olduğu için tedavinin buna göre planlanması gerekir. TN tedavisindeki girişimsel yöntemler medikal tedaviye cevap vermeyen hastalara uygulanır ve bu yöntemlerin özünde Trigeminal sinirin duyusunun baskılanması yatar. Radyofrekans termokoagülasyon (RFTK) da bunu trigeminal sinirin yakılması şeklinde yapar.

İlk defa 1909 yılında Harris tarafından, sonra 1924'te Hartel tarafından Foramen Ovale yolu ile Gasser ganglionuna yaklaşımda bulunulmuştur. 1931'de Kirschner, diatermi ile elektrokoagülasyon uygulamış, 1965'te ise Sweet kontrollü radyofrekans Gasser ganglionu RFTK'yi uygulamaya başlamıştır. RFTK çevre dokulara zarar vermeden büyük çaplı A delta-beta ve C liflerinde lezyon oluşturarak etki yapar<sup>14</sup>.

Zaman içerisinde morbidite ve mortaliteyi azaltmak üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaları yapan cerrahlar çalışmalarında RFTK'yi aşama aşama yaparak her aşamada elektrodu kontrol etmişlerdir. Uygulama sırasında radyografileri de kullanarak hastalardan uyarıya sekonder ağrıları nerede hissettiklerini öğrenmişlerdir. 1974'te Sweet ve arkadaşlarının yaptığı 353 olgu içeren araştırmada elektrodun ucuna sıcaklık ölçen bir cihaz yerleştirilerek ve hastalarla koopere olunarak uygulamalar yapılmıştır. Böylece ileri derecede miyelinize A beta liflerinin ısıya dayanıklı oldukları ortaya koyulmuştur ve binaenaleyh dokunma duyusu ve korneal his kaybı gibi istenmeyen durumlar en aza indirilerek kontrol altına alınmıştır<sup>15</sup>.

### Etki mekanizması

RFTK, TN tedavisinde sıklıkla tercih edilen bir uygulamadır. Çünkü perkütan, kontrollü RFTK

minimum invaziv girişimle yapılır, düşük risklidir ve yüksek oranda iyi sonuçlar verir. Tekrar ağrı şikayetiyle başvuran hastalara güvenli bir şekilde yenilenebilir. Uygulama öncesinde hastalar masaya sırt üstü yatırılır ve monitörize edilirler. Genellikle genel anestezi yerine üst ekstremiteye damar yolu açmak suretiyle nöroleptik anestezi tercih edilir. Hastalarda sedasyonu ve analjezik etkiyi sağlamak için tercih edilen kombinasyon genellikle Alfentanil ve Midazolam kombinasyonudur. Kontrendikasyonu olmayan her hastaya uygulama yapılmadan hemen önce intravenöz Atropin 1 mg dozda verilir. Atropin verilmesinin amacı bradikardiyi önlemektir.

Cerrahi alanın sterilizasyonu sağlandıktan sonra dudağın birleşme yerinin 2-3 cm kadar lateralinden özel bir iğneyle giriş yapılır. Hedef, ağız mukozasını delmeden Preigoid Fossa'ya, oradan Foramen Ovale'ye ve Foramen Ovale'yi geçtikten sonra retrogasserian liflere ulaşmaktır. Bu uygulama esnasında görüntüleme yöntemlerinden de destek alınır. Trigeminal Ganglion genellikle klivus ile petröz apeks bileşkesine yakındır. Bu anatomik durum lateral pozisyonda çekilen röntgen grafi ile doğrulanır ve bradikardiye dikkat edilerek Foramen Ovale'ye girilir. İğnenin pozisyonu kontrol edildikten sonra elektrodlar yerleştirilir. 0.2-0.8 voltluk (100 Hz) uyarılar verilerek yüzün aynı tarafında trigeminal dermatomal alanlara yayılan elektriklenme şeklindeki cevaplarla elektrofizyolojik kontrol yapılır. Çene hareketleri, motor liflerin uyarıldığını gösterir.

Trigeminal sinirin 1. ve 2. Dalları tutulmuşsa ucu eğimli elektrod, 3. Dalı tutulduysa düz elektrod kullanılır. Gerekli kontroller yapıldıktan sonra 55-70 °C sıcaklığında 60 saniye boyunca bir harabiyet oluşturulur. Uygulama sırasında kornea refleksi sürekli kontrol edilir. İstenen hipotaljezi oluştuktan sonra hastalara, ağrıları tetikleyebilecek hareketler yaptırılır. İşlem sonrası kontrol amaçlı hastalar genellikle bir gece hospitalize edilirler<sup>16</sup>.

### Endikasyon ve kontrendikasyonları

RFTK sadece TN tedavisinde değil, pek çok alanda kullanılabilen bir yöntemdir. Spondiloz ve sakroiliyak eklem ağrısından kaynaklanan kronik ağrıda, boyun, sırt ve diz ağrılarında, kanser hastalarında ağrıyı dindirmek ve tümör ablasyon tedavilerinde, periferik sinir ağrısında, kalp ritim problemlerinde kullanılabilir gibi estetik amaçlı da kullanılabilir.

Uygulama yapılacak hastaların vücudunda enfeksiyon ve sebebi bilinmeyen ateş ve uygulama yapılacak

bölgede açık yara veya enfeksiyon düşündürecek bulguların olmaması önemlidir. Kan sulandırıcı ilaçlar uygulamadan bir hafta – on gün önce kesilmelidir. Hamilelere, kalp pili olanlara, uygulama bölgesinde metal bir implant olanlara uygulama yapılamaz<sup>16</sup>.

### Komplikasyonları

Yapılan araştırmalara göre en büyük risk korneal refleksi kaybıdır ve %5-6 gibi değişken oranlarla seyredir. Hastalar göz hastalıkları konsültasyonu takip edilmelidir. Korneal refleksi kaybının arkasından %3-4 oranıyla Masseter kasının disfonksiyonu gelir. Ağrılı dizestezi, geçici kranial sinir felci, karotid arter ponsiyonu ve karotid kavernöz fistül oluşumu, aseptik menenjit görülmesi olasıdır ancak oldukça düşük ihtimallerle seyreden komplikasyonlardır. Pek çok olgu serisinde mortalite oranı sıfırdır<sup>16</sup>.

### SONUÇ

TN, oldukça rahatsızlık verici bir hastalık olmasına rağmen beraberinde de birçok tedavi seçeneği içerir. RFTK de bu tedavi seçenekleri içerisinde bulunan ve günümüzde başarılı bir şekilde uygulanmaya devam eden bir yöntemdir.

### KAYNAKLAR

1. Khan M, Nishi SE, Hassan SN, Islam MA, Gan SH. Trigeminal neuralgia, glossopharyngeal neuralgia, and myofascial pain dysfunction syndrome: an update. *Pain Res Manag.* 2017;2017:7438326.
2. Krafft RM. Trigeminal neuralgia. *Am Fam Physician.* 2008;77:1291-6.
3. Maarbjerg S, Heinskou TB, Wolfram F, Rochat P, Brennum J, Bendtsen L. Diagnostik og behandling af trigeminusneuralgi. *Videnskab.* 2016;178:V02160146.
4. Obermann M. Recent advances in understanding/managing trigeminal neuralgia. *F1000Res.* 2019;8:F1000 Faculty Rev-505.
5. Bennetto L, Patel NK, Fuller G. Trigeminal neuralgia and its management. *BMJ.* 2007;334:201-5.
6. Gerwin R. Chronic facial pain: trigeminal neuralgia, persistent idiopathic facial pain, and myofascial pain syndrome-an evidence-based narrative review and etiological hypothesis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17:7012.
7. Gambeta E, Chichorro JG, Zamponi GW. Trigeminal neuralgia: An overview from pathophysiology to pharmacological treatments. *Mol Pain.* 2020;16:1744806920901890.
8. Chen Q, Yi DI, Perez JNJ, Liu M, Chang SD, Barad MJ et al. The molecular basis and pathophysiology of trigeminal neuralgia. *Int J Mol Sci.* 2022;23:3604.
9. Liao JY, Zhou TH, Chen BK, Liu ZX. Schwann cells and trigeminal neuralgia. *Mol Pain.* 2020;16:1744806920963809.
10. Li Y, Yang L, Ni J, Dou Z. Microvascular decompression and radiofrequency for the treatment of trigeminal neuralgia: a meta-analysis. *J Pain Res.* 2019;12:1937-45.
11. Gunduz HB, Cevik OM, Asilturk M, Gunes M, Uysal ML, Sofuoglu OE et al. Percutaneous radiofrequency thermocoagulation in trigeminal neuralgia: analysis of early and late outcomes of 156 cases and 209 interventions. *J Korean Neurosurg Soc.* 2021;64:827-36.
12. Zakrzewska JM, Linskey ME. Trigeminal neuralgia. *BMJ Clin Evid.* 2014;2014:1207.
13. Zhang C, Mei L, Xia M, Shen J, Huang B, Huang X. CT-guided radiofrequency treatment of trigeminal neuralgia at different temperatures through foramen rotundus. *Am J Transl Res.* 2021;13:3102-10.
14. Tümer Ö, Aksoy K, Korfalı E, Cordan T. Trigeminal nevralsi tedavisinde Gasser ganglionuna kontrollü radyofrekansla termokoagülasyon uygulanması. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi.* 1988;15:135-40.
15. Aykol Ş, Çeltikçi E. Deneyimlerimiz ışığında trigeminal nevralside retrogasserian termokoagülasyon. *Türk Nöroşir Derg.* 2014;24:68-72.
16. Savaş A, Bayatlı E, Eroğlu Ü. Trigeminal nevralsi tedavisinde radyofrekans rizotomi. *Türk Nöroşir Derg.* 2019;29:140-6.