



Derleme

Trigeminal Nevraljide Mikrovasküler Dekompresyon

Microvascular Decompression in Trigeminal Neuralgia

Serhat PUSAT¹, Efdal AKKAYA², Yahya Cem ERBAŞ³, Ersin ERDOĞAN³¹Sultan Abdulhamid Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Üsküdar, İstanbul, Türkiye²Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Kliniği, Yenimahalle, Ankara, Türkiye³Nörospinal Merkez, Neorama İş Merkezi, Yenimahalle, Ankara, Türkiye

Yazışma adresi: Serhat PUSAT ✉ pusatserhat@yahoo.com

ÖZ

Fasial ağrı sendromları içerisinde trigeminal nevralsi en sık karşılaşılan sendromdur. Mikrovasküler dekompresyon trigeminal nevralside oldukça etkili bir yöntemdir. Trigeminal nevralside cerrahi dışı bulgular Gasser ganglionunun alınması, meckel cave içine alkol enjeksiyonu, Gasser ganglionunun perkutan yolla koagülasyonu, balon kateter gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerle ağrı kontrolü belirli süre ile mümkün olduğundan kalıcı ağrı kontrolü için mikrovasküler dekompresyon en iyi yöntemdir. Trigeminal sinire en sık Süperior serebellar arter basısı mevcut olup daha az oranda ven ve arter ile ven kombine basısı da oluşabilmektedir. Uygun yöntemlerle yapılan mikrovasküler dekompresyon cerrahisi uzun dönemde %90 lara varan ağrı kontrolü sağlayan güvenli bir yöntemdir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Nevralji, Trigeminal, Mikrovasküler dekompresyon

ABSTRACT

Trigeminal neuralgia is most frequent facial pain syndrome. Microvascular decompression is a quite effective procedure for the treatment of trigeminal neuralgia. In the non-surgical treatment of trigeminal neuralgia, excision of the gasserian ganglion, alcohol injection into the Meckel's cave, percutaneous coagulation of the gasserian ganglion, and destruction of the gasserian ganglion by balloon catheter application are the procedures used. Pain control can be possible for a while with these procedures but microvascular decompression is the best method for permanent pain control. Superior cerebellar artery compression of the trigeminal nerve is most frequently seen, but less frequently the reason can be vein compression or both vein and artery combined compression. Microvascular decompression can provide 90% pain control in the long term if the appropriate surgical technique is used.

KEYWORDS: Neuralgia, Trigeminal, Microvascular decompression**KISALTMALAR:** **TN:** Trigeminal nevralsi, **SCA:** Süperior serebellar arter, **NIN:** Nervus intermedius nevralsi, **MRG:** Manyetik rezonans görüntüleme, **BOS:** Beyin omurilik sıvısı, **BT:** Bilgisayarlı tomografi, **PMMA:** Polimetilmetakrilat.

■ GİRİŞ

Fasial ağrı sendromları içerisinde en sık görülenidir. Ağrı karakteristik olarak şimşek çakar tarzda birkaç saniye ile birkaç dakika arasında süren periyodik ve ritmik ağrıdır (18). Ağrı bir günde yüzlerde kez olabileceği gibi ayda birkaç

kez de olabilir. 1773 yılında John Fothergill ağrı yüzü etkiler, aniden başlar, çok şiddetlidir şeklinde ilk tanımlamayı yapmıştır (21). 1930 yılına kadar trigeminal nevralsi (TN) için tedavi sinirin periferik kısmına alkol enjeksiyonu ya da orta fossa yaklaşımı ile sinirin ablasyonu şeklinde olmuştur. 1930 yılında Dandy

serebellopontin köşede güvenli cerrahi yapmış ve hastasında trigeminal sinir etrafında çok fazla yoğunlukta arter olduğunu belirtmiştir (2). PJ Jannette 1960 yılında ilk başarılı mikrovasküler dekompresyon ameliyatını uygulamıştır (2,21). TN yıllık insidansı 100.000 de 4 olarak bildirilmiştir ve kadınlarda erkeklerden 2 kat daha sık görülmektedir (5,9,18). Etiyoloji de olguların büyük çoğunluğunda Trigeminal sinire Süperior Serebellar Arter (SCA) root entry zone basısı oluşturmaktadır. Daha nadiren de venöz, arteriovenöz malformasyonlar, pontoserebellar köşe tümörleri, multipl skleroz plak formasyonları nadiren diğer damarların patolojileri sebep olabilmektedir. En sık tutulum maksiller dal (V2), en az tutulumda mandibüler (V3) daldadır görülmektedir. Bizim serimizde kadınların yaş ortalaması 48,6 (23-81), erkeklerin yaş ortalaması 50,8 (26-85) idi. Ağrı hastaların %57 sinde sağ, %43 ünde sol tarafta idi. Peroperatif bulgular değerlendirildiğinde hastaların %58 oranında arter, %22 oranında ven, %11 oranında arter ve venin bası oluşturduğu serimizde değerlendirdik. Ayrıca %8 oranında hasta grubunda bası yapan arter ve ven görülmedi. Serimizde de literatürle uyumlu olarak en sık SCA basısını tespit ettik. Diş patolojileri, temporomandibular eklem patolojileri, küme baş ağrısı, intrakranial yer kaplayan lezyonlar ve Multipl Skleroz da ayırıcı tanıda düşünülmesi gereken lezyonlardır. Yine çok nadir görülmekle beraber Nervus intermedius nevralsisi ile de karışabilir. Nervus intermedius nevralsisi (NİN) sıklıkla kulağın iç tarafında oluşan şiddetli ağrı ile karakterizedir ve ağrı bazen aynı tarafta göz etrafına kadar yayılabilir. Nervus intermedius anterior inferior serebellar arterin hemen üstünde yer almaktadır ve bu arterin basısı sonucu ağrı oluşabilir (12,17).

TN de cerrahi dışı tedavi yöntemleri Gasser ganglionunun alınması, Meckel Cave içine alkol uygulaması, Gasser ganglionunun perkutan yolla koagülasyonu, perkutan radyofrekans ile trigeminal rizotomi, balon kateter kullanılarak rizotomi gibi yöntemler kullanılabilir (13,18). Bu yöntemlerde ağrının kontrol altına alınması belli süreli olmaktadır. Bu nedenle mikrovasküler dekompresyon TN li hastalarda giderek daha sık uygulanmaktadır. Bu makaleyi yazarken Senyör Otör Ersin Erdoğan tarafından 2008-2018 yılları arasında opere edilen 113 hastanın verilerinden yararlanılmıştır.

TN hastalarında mikrovasküler dekompresyon ameliyatı yapılırken aşağıda başlıkları ile belirttiğimiz aşamalar uygulanmaktadır.

Preoperatif Hazırlık

Preoperatif dönemde öncelikle tıbbi özgeçmişini sorgulanmalı, vasküler bir patolojinin olup olmadığı ortaya konulmalıdır. Hastaların detaylı muayenesi, hastalığının süresi, atakların sıklığı, TN için daha önce herhangi bir tedavi alıp almadığı sorgulanmalıdır. Tüm hastalar ICHD-2 kriterlerine göre değerlendirilmiş ve TN tanısı alan hastalar cerrahi tedaviye alınmıştır. Tanı kesinleştirildikten sonra damar basısının ortaya konulması için ince kesit Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) kullanılmaktadır. Günümüzde MR sisternografi yöntemi de kullanılmaktadır. Subaraknoid boşluklar içerisinde bulunan anatomik yapıların gösterilmesinde konvansiyonel MR sekanslarından daha üstündür. MR sisternografide yüksek sinyal intensitesine sahip beyin omurilik sıvısı (BOS) içerisindeki nöral yapılar, damarlar ve duramater düşük sinyal intensitesinde izlenir (5,10,11) (Şekil 1).

Preoperatif değerlendirmede direkt grafi de oldukça önemlidir. Direkt grafide mastoid eminens, digastrik oluk ve inion ortaya konulmalıdır. Çizilen iniometal hat kabaca transvers sinüsün iz düşümünü verecektir (2) (Şekil 2).

Çekilen bilgisayarlı tomografi (BT) mastoid hücrelerin yayılımını ve genişliğini göstererek cerrahi koridorun ortaya konulmasını sağlayacaktır.

Pozisyon

Hastaları 2 türlü pozisyonda cerrahi yapmak mümkündür. İlki lateral decubitus pozisyonu olup pontoserebellar bölgeye ulaşmak için beyin cerrahisinde kullanılan en sık koridordur. Lateral decubitus pozisyonu alındıktan sonra baş çivili başlıkta yaklaşık 10-20 derece kadar lezyon tarafının karşısına çevrilir ve 2 parmak kadar fleksiyon yaptırılarak sabitlenir. Böylece verteksin yere paralel olması sağlanmış olur. Omuzlar cerrahi sahayı kapatmaması için bir miktar bacaklara doğru çekilmelidir. Bu esnada nöromonitorizasyon sistemi de sabitlenerek preop kayıtlar alınabilir (4,21) (Şekil 3A, B).

İkinci cerrahi pozisyon ise hastaların supin pozisyonda yatırılıp çivili başlığın pozisyonel açı kadar karşı tarafa çevrilmesidir. Pozisyonel açı her iki petroz kemik ile internal auditor kanal arasına çizilen doğru ile klivus dorsumundan çizilen doğru arasında kalan açının hesaplanması ile bulunan değerdir (11,18). Bu açının ölçümü aşağıda gösterilmiştir (Şekil 4A, B).

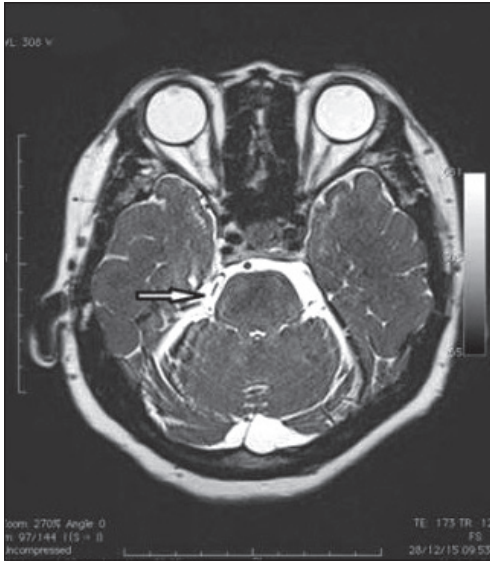
Bu yöntemde daha önce tanımlanandan farklı olarak aynı taraflı omuz kaldırılmamaktadır. Servikal patolojisi olan hastalarda bu yöntem daha uygun olmaktadır. Ayrıca baş çok fazla rotasyona uğratılmadığı için postoperatif baş ağrısı insidansını da minimuma indirmektedir.

Cerrahi pozisyonun uygun yapılması venöz dönüşün tam olmasını sağlayarak cerrahi esnasında ekartör kullanımını ortadan kaldıracaktır.

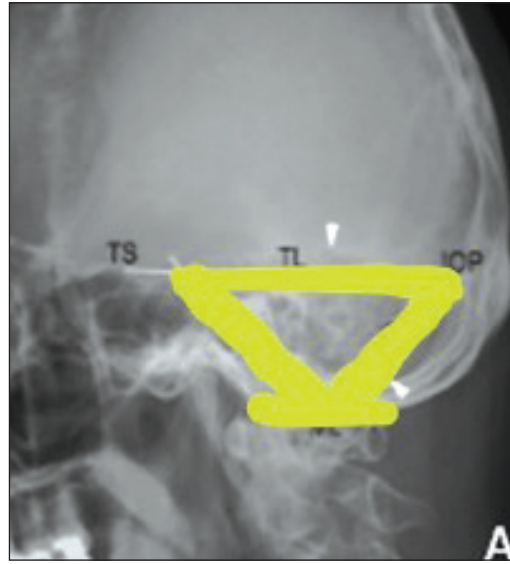
İnsizyon

Ortalama 3-4 cmlik vertikal insizyon cerrahi alan için yeterlidir. İnsizyonun saç çizgisinin 0,5-1cm medialinden yapılması uygundur. Auriculanın süperiorunu en fazla 1 cm geçmiş olması gerekir. Kısa boyunlu veya aşırı şişman olan hastalarda insizyon bir miktar daha uzun olabilmektedir (Şekil 5).

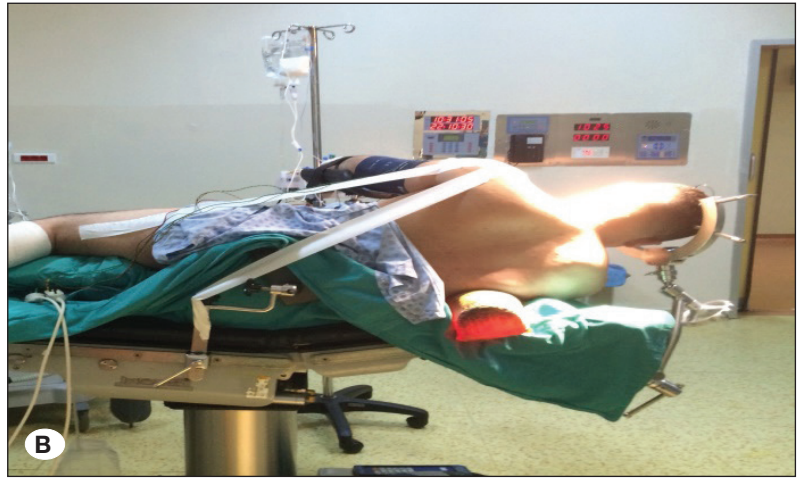
İnsizyonun ¼ lük kısmı transvers ve sigmoid sinüs bileşkesinin aşağısında ¼ lük kısmı ise bileşkenin yukarısında olmalıdır. İnsizyonun alt sınırı genelde sternocleidomastoid kasının yapışma yerinin hemen yukarısında sonlanır (8,21). Yumuşak dokular periost elevatörü ve koter yardımıyla ekarte edilip transvers oksipital arter korunamayacaksa dokudan ayrılıp sonra bağlanarak yakılabilir. Bazı yayınlarda preoperatif ultrasound kullanılarak oksipital arter ve oksipital sinirin lokalizasyonu tespit edilerek insizyon mediale ya da laterale modifiye edilmekte ve oksipital arter ve sinir korunarak postoperatif hiposteziğin önlenmesi belirtilmektedir (2). Digastrik kasın tutunduğu digastrik fossa mutlaka görülmelidir. Fasial sinirin geçtiği stilomastoid foramen bu kabartının ön ucunda yer alır. Kaslar sıyrıldıktan sonra periost lateralden mediale doğru sıyrılır. Bu yöntem ekartörün tutunma direnci daha da artacaktır (9,17). Kemik tamamen ortaya konulduktan



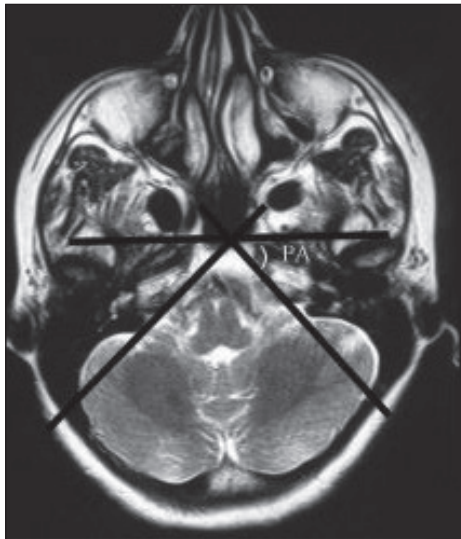
Şekil 1: Sistern içerisinde anormal seyir gösteren vasküler yapı Beyaz ok.



Şekil 2: Direkt grafide anatomik belirteçlerin saptanması.



Şekil 3: Lateral decubitis pozisyonu A) Ön, B) yan görünüm.



Şekil 4: Pozisyonel açının hesaplanması.

sonra asterion noktasının tespit edilmesi oldukça önemlidir. Parietomastoid, oksipitomastoid ve lambdoid sütürlerin birleşim yeri olan asterion kabaca transvers ve sigmoid sinüs bileşkesinin izdüşümüdür (5,7,14). Kişiden kişiye bir miktar farklılık da gösterebilmektedir. Bu nedenle bir diğer önemli anatomik belirteç mastoid emisser venlerdir. Mastoid emisser ven transvers sinüsün retrolateralinde ilerler ve proksimal sigmoid sinüse katılır. Bu nedenle ilk burr hole mastoid emisser venin inferomedialine açılabilir (17).

Kemik Flebin Kaldırılması

TN için yapılan cerrahilerde en önemli sorulardan birisi de kraniotomi mi yoksa kraniektomi mi yapılacağıdır. Biz tüm serimizde olgulara 6 mm drill ile kraniektomi uyguladık ve aşağıda tekniğini açıklayacağımız şekilde kranioplasti ile defekti kapattık. Ayrıca senyör otör serilerinde genellikle kraniektomiye başlarken açılan ilk burr hole'den dural bir insizyon yaparak BOS boşaltımını sağlamıştır (Şekil 6).



Şekil 5: Cerrahi insizyon.



Şekil 6: Kraniotomi esnasında BOS boşaltılması

Kraniotomi hiçbir olguda uygulanmadı. Çünkü küçük bir alanda uygulanan bir cerrahi olması ve transvers ve sigmoid sinüslere zarar verme ihtimali nedeni ile kraniotomi yapılmamıştır. Ayrıca kraniotomi yapılarak uygulanan cerrahilerde transvers ve sigmoid sinüs izdüşümleri görülmemişse anatomi karıştırılabilir ve 7-8 kranial sinir kompleksi trigeminal sinir gibi değerlendirilebilir. Bu nedenle kraniotomi uygulanmasını uygun görüyoruz. Kraniotomi esnasında mastoid hücreler açılırsa erkenden kemik mumu ile doldurulması gerekmektedir.

Ekartasyon

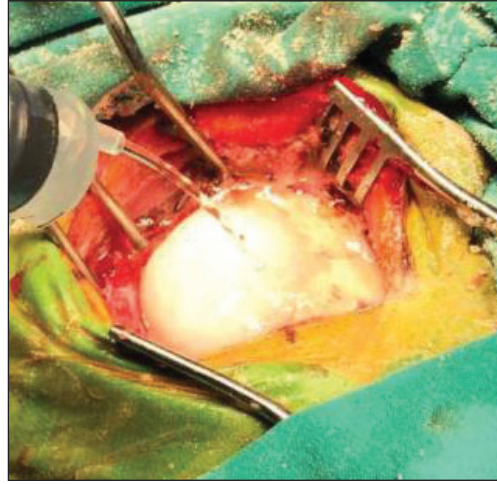
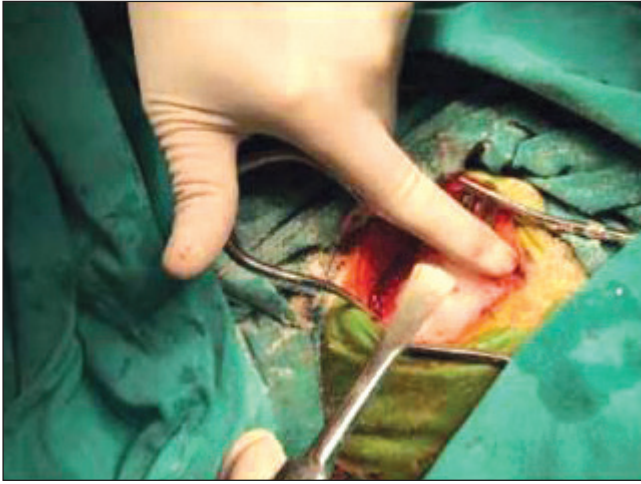
Kraniotomiye başlarken burr hole'den yapılan küçük bir insizyonla duramaterin açılarak BOS boşaltılması cerrahi koridorun oluşturulması için önemlidir. Duramaterin T şeklinde açılarak dural flebin bir parçası transvers sinüse doğru diğer parçası da sigmoid sinüse doğru olacak şekilde açılmalıdır. Transvers ve sigmoid sinüs bileşkesi petrozal korteks ve tentoriumun bileşkesidir ve cerrahi oryantasyon için iyi bir alandır. Duramater açıldıktan sonra yavaş hareket edilerek BOS boşaltılmasının beklenmesi oldukça önemlidir. Dura açılır açılmaz ekartasyon yapılırsa korteks hasarı ve venöz yaralanma kaçınılmazdır (20). Ekartasyon yapılırken tentorium serebellum bileşkesinde Meckel cave ve Trigeminal sinire ulaşmak için ilk engel superior petrozal ven kompleksidir. Diğer isimleri olarak petrozal ven, anterior serebellar ven, Dandy veni de denilen süperior petrozal ven oldukça önemli bir anatomik belirteçdir. Petrozal ve serebellopontin sistemler diseke edilip yeterli BOS salınımı yapılırsa bu ven kompleksini mobilize etmek mümkündür (3,7,16,19). Cerrahi koridorun açılması için Superior petrozal ven kompleksinin bir ya da iki dalının sakrifiye edilmesinin problem olmayacağı bilinmektedir. Cerebellopontine fissür veni gibi büyük venler

yakıldığında serebellar infarkt olabileceği bildirilmiştir (15,16). Bizim serimizde opere edilen tüm olgularda süperior petrozal ven kompleksi sakrifiye edildi. Klinik izlemde (ortalama 18 ay) hiçbir hastada serebellar enfarkt görülmüdü.

Araknoid diseksiyon ile Meckel oluşuna ulaşıldığında etkili cerrahi için ambient sistern açılmalıdır. Bu esnada tentoriyal incisuradan ilerlenirken trocklear sinir de buradan seyrettiği için 4. Kranial sinire hasar vermemeye özen göstermek gerekir. Aksi takdirde hasta postoperatif dönemde diplopi şikayeti ile başvuracaktır. Trigeminal sinir posterior fossada 4 araknoid membran tarafından çevrilmiştir. Lateral ve caudale uzanan membrana trigeminal membran, sinirin cranialine uzanan membran Süperior serebellar membran, medialde bulunan membran, anterior pontin membran ve lateralde liliquest membranın lateral lifleri tarafından çevrelenmiştir (14,19). Bu membranlar açılarak trigeminal sinir ortaya konulur. Subaraknoidal diseksiyonlar tamamlandıktan sonra yeterli BOS salınımı olacağı için serebellum kolaylıkla çökecek ilk olarak 7-8. Kranial sinir (vestibulokoklear) kompleksi karşımıza çıkacaktır. 7-8. sinir kompleksi süperiorda ve trigeminal sinirin caudalindedir. Trigeminal sinir ise daha derinde ve daha süperiordadır.

Sinir Dekompresyonu

Dekompresyon yapılırken dikkat edilecek nokta patolojinin genelde sinirin dorsal root entry zonda olduğudur ve minimum bir damarın bası yaptığıdır. Trigeminal sinire arter, ven ya da arter-ven birlikte bası oluşturabilmektedir. Biz serimizde %58 oranında arter basısı, %22 oranında ven basısı, %12 oranında arter ve ven kombine basısı tespit ettik. %8 olgumuzda damar basısı saptanmadı sadece subaraknoidal yapışıklıklar açıldı. Arter basısı en sık SCA tarafından oluşmaktadır. Bir olgumuzda



Şekil 7:
Kranioplasti kitinin uygulanması.

Anterior Inferior Serebellar Arter, bir olguda da baziller arter tespit edildi. Damar diseksiyonu yapılırken keskin diseksiyon yapılmalı, damar çok fazla retrakte edilmemelidir. Genelde SCA sinirin rostroventralinden basmaktadır. Bası yapan damar serbestleştirildikten sonra çok fazla büyük olmamak koşulu ile damar sinir arasına teflon yerleştirilmektedir (1).

Teflon yerleştirilirken en büyük problemlerden birisi inspiriyum-ekspiryum sırasında oluşan BOS pulsasyonudur. BOS pulsasyonu ışığın kırılmasına neden olacak ve görüntü kalitesi düşecektir. Anestezi ile koordineli olarak teflon tam yerleştirileceği esnada inspiriyum uzatılırsa intratorasik hacim artacak venöz dönüş artacak ve BOS sahadan uzaklaştırılabilecektir. Bu işlem ile bir miktar bradikardi de oluşmakta ve damar pulsasyonu da azalmaktadır. Teflon yerleştirildikten sonra bir miktar doku yapıstırıcısı ile sabitleme yapılabilmektedir. Biz serimizde hiçbir olguda doku yapıstırıcısı kullanmadık .

Kapanış

Valsalva manevrası ile ya da tansiyon preoperatif seviyelere yükseltilerek kanama kontrolü yapıldıktan sonra loj bol salin solüsyonu ile yıkanır ve duramater su geçirmez olarak suture edilir. Küçük defektler cilt altından alınan fasia ile kapatılabilir.

Kemik defektin kapatılması için tüm olgularımızda Polimetilmetakrilat (PMMA) kullandık. PMMA kranioplasti kiti olarak kullanıldığında genel olarak defekt alanına uygun olarak şekillendirilip katı bir hal alması sağlanır ve miniplak vida ile sabitlenir. Bizim uygulamamızda PMMA yarı katı bir hale ulaştıktan sonra defekt alanının üzerine yerleştirilerek şekil verilmekte ve salin solüsyonu ile irriga edilerek katılaşması beklenmektedir. Bu yöntemle PMMA katılaştıktan sonra kemiğe sıkı bir şekilde tutunur ve mini plak vida ile sabitlenmeye gerek kalmaz (Şekil 7) (6,18).

TN de mikrovasküler cerrahide oluşabilecek komplikasyonlar BOS kaçağı, flep dispozisyonu, yara yeri enfeksiyonu, fasiyal paraliz/parestazi, işitme kaybı, nöbet, deliryum, geçici iskemik atak/inme ve ölüm görülebilmektedir. Bizim serimizde 3 hastada BOS kaçağı (%2,6) ve 1 hastada da kranioplastik flep dispozisyonu (%0,8) görülmüştür.

Mikrovasküler dekompresyon mikroskop altında yapılacağı gibi endoskop yardımcı cerrahi ya da pür endoskopik olarak da günümüzde yaygın olarak yapılmaktadır.

SONUÇ

Trigeminal nevralsi için mikrovasküler dekompresyon günümüzde sık olarak kullanılmaktadır. Cerrahi komplikasyon olarak serebellar doku hasarı, işitme kaybı %1 in altındadır. Uzun dönem ağrı kontrolü %90 oranındadır. Yukarıda sıraladığımız 7 aşama ile cerrahi yapılırsa komplikasyonların oldukça az olduğunu belirtmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Bishnoi I, Singh D, Bishnoi S, Mewada T, Sachdeva D, Mittal A, Odugona SH: Ring graft technique for microvascular decompression. *Neurol India* 66(6):1687-1691, 2018
2. Chen F, Wen J, Li P, Ying Y, Wang W, Yi Y, Cao Y, Xie W, Zhang G, Wang X, Ruan X: Crutchlike insizyon along the mastoid groove and above the occipital artery protects the lesser occipital nerve occipital artery in microvascular decompression surgery. *World Neurosurg* 120: 755-761, 2018
3. Choudhari KA: Superior petrosal vein in trigeminal neuralgia. *Br J Neurosurg* 21(3): 288-292, 2007
4. Demir T, Erdem M, Bıçakçı Ş: A very rare type of Neuralgia: Nervus intermedius neuralgia. *Neuro-psychiatry* 54:282-283, 2017
5. Devor M, Amir R, Rappaport ZH: Pathophysiology of trigeminal neuralgia: The ignition hypothesis. *Clin J Pain* 18:4-13, 2002
6. Erbaş YC, Pusat S, Ataç GK, Erdoğan E: In-situ cranioplasty after microvascular decompression: A technical note. *Türk Neurosurg* 27(3):479-481, 2017
7. Erdoğan E, Civelek E, Önal MB, Solmaz İ, Kural C, Yakupoğlu H: A new method of patient's head positioning in suboccipital retrosigmoid approach. *Neurol India* 57: 777-779, 2009
8. Fang B, Chen G, Wang L, Zhu X, Hu Q, Zhanj J: Skull anatomic landmarks for retrosigmoid craniotomy in a chinese cohort: A 3D-Computed tomography study in vivo. *Türk Neurosurg* 26(4):564-567, 2016

9. Gardner WJ, Miklos MV: Response of trigeminal neurologia to decompression of sensory root; discussion of cause of trigeminal neuralgia. *J Am Med Assoc* 170:1773-1776, 1959
10. Hatipoğlu HG, Durakoğlugil T, Ciliz D, Yüksel E: Comparison of FSE T2W and 3D FIESTA sequences in the evaluation of posterior fossa cranial nerves with MR cisternography. *Diagn Interv Radiol* 13:56-60,2007
11. Inoue T, Shima A, Hirai H, Suziki F, Matsuda M: Nervus intermedius neuralgia treated with microvascular decompression: A case report and review of the Literature. *NMC Case Report Journal* 4:75-78,2017
12. Jannetta PJ, Rand RW: Microanatomy of the trigeminal nerve. *Anatomical Record* 54(2):362-366,1966
13. Jha AN: Trigeminal neuralgia: Therapeutic options. *Neurol India* 63:837-840,2015
14. Kurucz P, Ganslandt O, Buchfelder M, Barony L: Arachnoid membranes around the cisternal segment of the Trigeminal nerve: A cadaveric anatomic study and intraoperative observations during minimally invazive microvasculae decompression surgery. *World Neurosurg* 19:157-163, 2019
15. Li Y, Mao F, Cheng F, Peng C, Guo D, Wong B: A meta-analysis of endoscopic microvascular decompression versus microscopic microvasculae decompression for the treatment for cranial nerve syndrome caused by vascular compression. *World Neurosurg* 19(2):332-338, 2019
16. Matsushima T, Fukui M, Suzuki S, Rhoton Al Jr: The microsurgical anatomy of the infratentorial lateral supracerebellar approach to the trigeminal nerve for tic douloureux. *Neurosurgery* 24:890-895, 1989
17. McLaughlin MR, Jannetta PJ, Clyde BL, Subach BR, Comey CH, Resnick DK: Microvascular decompression of cranial nerves: Lessons learned after 4400 operations. *J Neurosurg* 90:1-8, 1999
18. Pusat S, Erbaş YC, Geyik M, Erdoğan E: Trigeminal nevralljide mikrovasküler dekompresyon: Tek merkezin deneyimi. *Türk Nöroşir Derg* 26(2):120-124, 2016
19. Samii M, Matthies C: Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic nöromas): Surgical management and results with an emphasis on complications and how to avoid them. *Neurosurgery* 40:11-21, discussions 21-23, 1997
20. Spetzler RF, Sanai N: The quiet revolution: Retractorless surgery for complex vascular and skull base lesion. *J Neurosurg* 116(2):291-300, 2012
21. Teo C, Sughrue EM: Principles and Practice of Keyhole Brain Surgery, Stuttgart: Thieme, 2015