

Servikal Miyelopatide Laminektomi ve Füzyon

Laminectomy and Fusion in Cervical Myelopathy

ÖZ

Servikal myelopati, dar kanal nedeniyle spinal nöral dokular ve çevre vasküler yapıların etkilenmesi sonucu gelişen servikal omurilik lezyonudur. Bu hastalarda genellikle boyun ve üst ekstremité ağrısı görülür; ancak, sebep olan patolojilerin çeşitliliği nedeniyle, hasta başvuru nedenleri farklılık gösterebilir. Hastanın kliniği önemli bir yol gösterici olmakla birlikte, direkt grafi, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme gibi yöntemler ve elektrofizyolojik incelemeler, hastalığın ilerleyişi ve seçilecek tedavi açısından belirleyici olmaktadır. Hafif vakalarda medikal ve fizik tedavi ilk tercih edilen yöntemler arasındadır; ancak mekanik basının ciddi olduğu hastalarda nöral elemanların basıncını azaltmak, lordozu düzeltmek ve omurgayı stabilize etmek için en etkin tedavi cerrahidir. Laminoplasti ile posterior dekompresyon, servikal spondilolitik miyelopati tedavisinde yaygın olarak kabul görmüş ve yeterli sonuçlar sağlamıştır; ancak, lokal kifoz, segmental instabilite ve önceden ameliyat edilmiş servikal omurga gibi durumlar için posterior dekompresyon ve stabilizasyonun kombine prosedürü, son yıllarda daha çok tercih sebebi olmuştur. Posterior servikal enstrümantasyonlar içinde pedikül vidası fiksasyonu, servikal spondilolitik miyelopatili hastalarda stabilizasyonu sağlama ve sagittal ve/veya koronal düzlemlerdeki deformitelerin düzeltilmesinde tercih edilen bir yöntemdir. Bununla birlikte, bu yöntemde vertebral arter ve sinir kökü yaralanması gibi komplikasyonlar tamamen ortadan kaldırılamamaktadır. Lateral mass uygulamaları ise ilk kez 1982 yılında uygulanmaya başlanmış ve çeşitli isimler tarafından modifiye edilmiştir. Önceleri sadece travmatik servikal instabilitenin tedavisinde kullanılan yöntem, günümüzde dejeneratif, enflamatuvar, tümör varlığı ve instabilitenin önlenmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Uygulanacak cerrahi yöntemin, hastanın patolojisi ve kliniğine göre özel olarak belirlenmesi, yaşanacak komplikasyonların minimize edilmesi ve instabilitenin giderilmesi konusunda belirleyici olduğu artık kabul görmektedir.

Anahtar Sözcükler: Myelopati, Laminektomi, Stabilizasyon

ABSTRACT

The spinal canal stenosis affects the spinal neuronal tissues and accompanying vascular structures, causing cervical myelopathy. These individuals frequently have cervical and upper extremity pain, but the causes vary according to the range of diseases. The patient's clinic is crucial, but X-ray, computed tomography, magnetic resonance imaging, and electrophysiological exams determine disease progression and treatment. In moderate cases, medical and physical therapy are the primary treatments, but surgery is the best way to alleviate neural pressure, rectify lordosis, and stabilize the spine in severe mechanical compression. Posterior decompression with laminoplasty has been used to treat cervical spondylotic myelopathy with good results, but for conditions like local kyphosis, segmental instability, and previously operated cervical spine, posterior decompression and stabilization have become more popular. Pedicle screw fixation is the recommended posterior cervical instrumentation for stabilizing and correcting sagittal and coronal abnormalities in cervical spondylotic myelopathy patients. This method does not eliminate vertebral artery and spinal nerve root injury. Lateral mass surgery was launched in 1982 and has had several names. Once used only for traumatic cervical instability, it is now used for degenerative, inflammatory, tumor, and instability prevention. Today, the surgical approach is chosen based on the patient's pathology and clinic, reducing problems and instability.

Keywords: Myelopathy, Laminectomy, Stabilisation

Servikal miyelopati, servikal omuriliğin basıya maruz kaldığında oluşan semptom ve bulguların neden olduğu bir durumdur. Yaşlı nüfusta sık görülür ve erken tanı ve tedavi önemlidir. Bu durum, üst ekstremitte zayıflığı, el beceri kaybı, yürüme bozukluğu, bağırsak ve mesane problemleri gibi klinik belirtilere yol açabilir. Cerrahi tedavide amaç, spinal kanalın genişletilmesi ve kordun dekompresyonudur. Aynı zamanda anormal segmental hareketin önlenmesi ve ağrının azaltılması hedeflenir. Dejeneratif spondiloz; fleksiyon sırasında anteriordaki osteofit, disk ve posterior longitudinal ligamanın, ekstansiyonda ise faset eklem artrozu ve ligamentum flavumun içeri gömülmesi sonucu omurilikte hasarlanmaya yol açar. Anterior ve posterior kompresyon, gerilme, iskemi ve mikro travma gibi etkilerle omurilikte nöron ve myelin kaybı ile beraber kavitasyon ve incelmeye yol açarlar. Tekrarlayan mikrotravmalar omurilikte kronik myelopatiye yol açarken akut hiperekstansiyon- fleksiyon travmaları akut omurilik zedelenmesine yol açar.

SERVİKAL MYELOPATİDE CERRAHİ ENDİKASYONLAR VE YAKLAŞIM

Cerrahi tedavide amaç, ağrıyı azaltmak, omurilik ve kökler üzerindeki basıncı kaldırarak spinal kanal çapını artırmak, nörolojik kötüleşmeyi durdurarak Japon Orthopedic Association (JOA) skorunu yükseltmek, instabiliteyi engellemek ve deformiteleri durdurmak veya iyileştirmektir. Bu tedavi, hastaların yaşam kalitesini artırma potansiyeline sahiptir.

Cerrahi tedaviye karar verirken değerlendirmemiz gerekenler; servikal omurganın lordotik ya da kifotik oluşu, deformitenin sertliği, kliniğe neden olan patolojinin natürü (konjenital, akkiz, dejeneratif), subluksasyon varlığı, hastanın genel durumu ve aksiyel boyun ağrısı varlığıdır.

Cerrahi tedavi seçiminde hastanın anatomisi, nörolojik durumu, medikal duyarlılığı değerlendirilerek yapılacak girişimin riskleri ve cerrahin tecrübeli olduğu yöntemler belirlenerek kişiselleştirilmiş bir tedavi prosedürü uygulamak gerekir. Progresyon gösteren, nörolojik defisiti olan, myelopati bulguları 6 ay ve üzerinde devam eden, spinal kanal kompresyonu % 40 ve üzerinde olan ya da nöral yapılara kalan kanal alanı 40 mm² den daha az olan ciddi kompresyonu bulunan, günlük aktivitelerinde kısıtlamaya neden olan hastalar için cerrahi seçeneği değerlendirilmelidir (12,17).

Klasik yaklaşım, basının olduğu taraftan müdahale etmektir. Oluş mekanizmasından da anlaşılacağı gibi bası dejeneratif süreçte her yönden olmaktadır ve bu nedenle cerrahi anteriordan, posteriordan veya 360 derece yapılabilir. Anterior yaklaşımda, anterior servikal diskektomi ve füzyon veya anterior servikal korpektomi ve füzyon; posterior yaklaşımda ise laminektomi veya laminoplasti ile füzyon uygulanabilir. Çok seviyeli basılarda servikal laminektomi ve ek olarak füzyon uygulamaları eskiden beri kullanılan ve beyin cerrahlarının alışkın olduğu cerrahi seçeneklerdendir. Cerrahi yaklaşımın seçiminde sagittal hizalanma kritik bir rol oynar. Kifotik eğilimlerin olduğu durumlarda, genellikle posterior prosedürler önerilmez. Spinal stenozun yerleşimi de önemli bir faktördür. Eğer daralma, faset eklemlerinin artropatisi

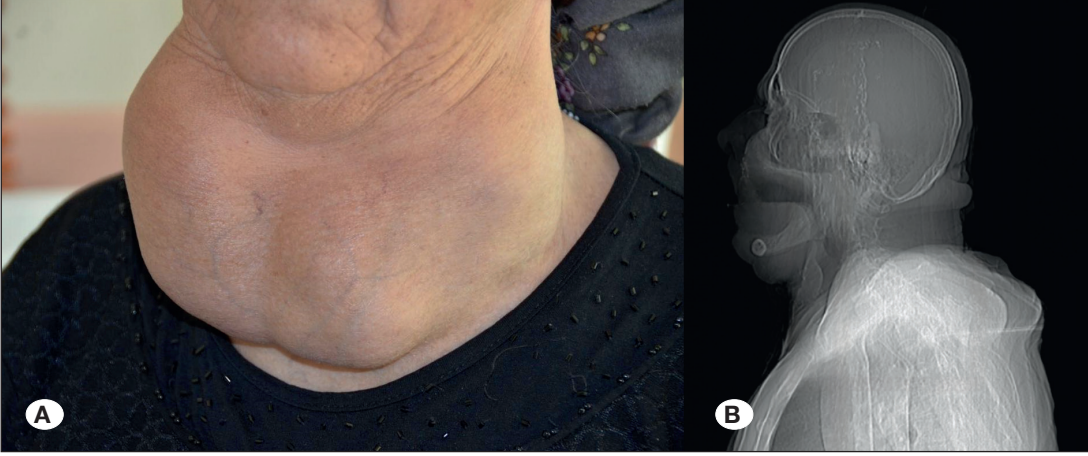
veya hipertrofisi, ya da ligamentum flavumun kalınlaşması gibi patolojilere bağlıysa, posterior yaklaşım uygundur; ancak, disk hernisi veya vertebral osteofitler nedeniyle spinal kanalda bası varsa, anterior yaklaşım daha uygun olabilir. Ek olarak, cerrahi planlamada, statik lateral servikal röntgenlerde 3,5 mm üzerinde subluksasyon, ardışık segmentlerde 11° üzerinde açılanma ve dinamik röntgenlerde 4 mm üzerinde subluksasyon tespit edildiğinde, servikal füzyonun cerrahiye dâhil edilmesi tavsiye edilir (6).

Posterior cerrahi yöntemlerin avantajları arasında, bu tekniklerin yaygın kullanımı ve cerrahların daha yatkın olması sayılabilir. Çok seviyeli laminektomilerin daha sık tercih edilme sebebi diğer yöntemlere kıyasla teknik olarak daha basit, daha az zaman alıcı ve daha az komplikasyon riski taşımalarıdır. Bununla birlikte, posterior yaklaşımın en büyük kısıtlaması, nöral yapıların dolaylı yoldan dekompresyonunu sağlamasıdır. Anterior patolojilerde, cerrahi başarının nöral elemanların dorsal hareketine bağlı olduğu bilinir. Düz veya kifotik spinal hizalanmalarında, anterior patolojilerin tedavisi için yapılan posterior cerrahi, ek nörolojik sorunlara yol açabilir. Posterior müdahaleler, paraspinal kaslara zarar vererek postoperatif boyun ağrılarına sebep olabilir (8).

Servikal laminektomi için kontrendikasyonları özetlemek gerekirse; doğumsal dar kanal zemininde gelişen basılar, ileri karotis darlığı ve inme öyküsü olan hastalar, büyük guatr gibi anterior yaklaşımı zorlaştıran patolojiler, lordozu korumuş 3 veya daha fazla seviyeli basılar, yaşlı, osteoporotik, diyabet hastası, ağır sigara içicisi gibi ek hastalığı olanlar, çene – sternum açısı az veya kısa boyunlu hastalar sayılabilir (Şekil 1). Kifoz varlığı da bu tip cerrahileri zorlaştırsa da tecrübeli cerrahlar için ilerleyen dönemlerde sorun teşkil etmekten çıkar.

SERVİKAL LAMİNEKTOMİ

Prone pozisyonda genel anestezi altında, çivili başlık ya da ay başlık ile baş nötr veya hafif fleksiyonda mümkünse nöromonitör kontrolünde sabitlenir. Orta hattan ayrılmadan yapılan disseksiyon kanama riskini azaltır. C3-C6 bifid spinöz çıkıntılara gelindiğinde yerleştirilen otomatik ekartör yardımı ile adalelerin yapışma yeri koterle kesilip dissektör yardımı ile subperiostal disseksiyon yapılır. Bu arada otomatik ekartör kademeli açılır. Oksipital ve semispinalis kaslarının C2 ve C7 deki yapışma yerleri ameliyat sonrası ağrıyı ve kifozu engellemek için korunmalıdır. Lateral kitlenin en dış kısmına kadar sıyırma işlemi yapılmalıdır. Bu hem vidalama işlemi, hem de yeterli laminektomi için gerekli anatomik noktaların ortaya konulması için gereklidir. Vidalamanın laminektomiden önce yapılması, kordun gereksiz cerrahi travmalardan korunması açısından etkilidir. Laminotomi kerrisonla yapılabileceği gibi, ultrasonik kesici, laminotom veya drille de yapılabilir. En blok çıkarma genellikle zaman kazandırır ve füzyon için blok kemik elde edilmiş olur. Lamina kaldırılırken ve flavum sıyrılırken dural yapışıklıklara dikkat edilmelidir. Bu işlem sırasında nöromonitörden uyarılar titizlikle incelenmelidir. Lateral resesler alınmalı, foraminotomiler yapılmalıdır. Basının fazla olduğu yerde hastada kol hareketleri ve nöromonitörde



Şekil 1: Tiroid bezi hacmini artıran patolojiler (A) ve çene – sternum açısı az veya kısa boyunlu (B) hastalarda anterior servikal girişim oldukça zordur.

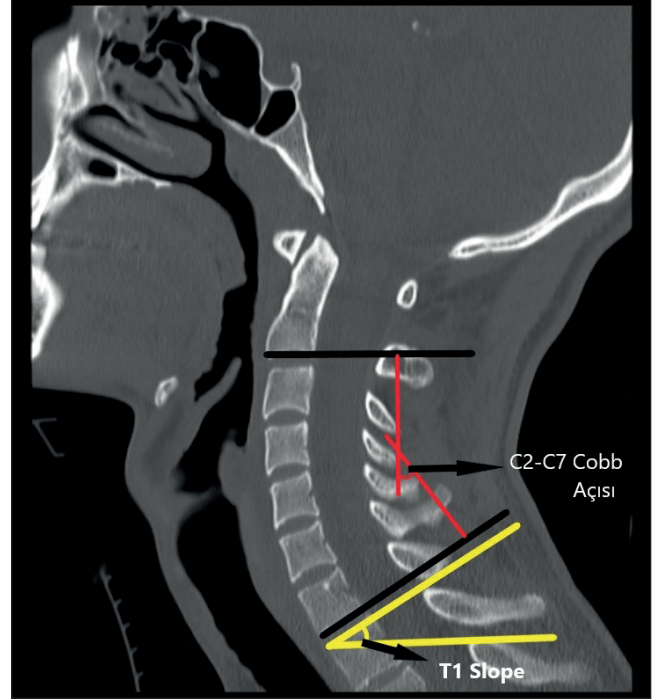
uyarılar gelebilir. Bu bize yeterli ve titiz dekompresyon yapmamız gerektiğini hatırlatmalıdır. Özellikle lordozun yeniden sağlanacağı olgularda üstteki vertebranın posteriora kaymasından dolayı oluşabilecek iatrojenik foraminal darlığın yol açacağı sinir basısı önlenmiş olur. Oldukça dikkatli kanama kontrolü yapılarak ameliyat sonrası epidural kanama riski azaltılmalıdır. Hernandez'e göre Servikal laminektomi sırasında epidural kanama riski %2.3 olarak belirtilmiştir (10). Dren kullanmak ağrı, sızıntı ve epidural fibrozisi önleme açısından faydalıdır.

Laminektomi, servikal mobilitiyi azaltırken hastanın yaşam kalitesini etkilememeli, diğer mesafelerde patolojilere neden olmamalıdır. Lordozu 20 dereceden fazla olanlarda daha fazla olmakla birlikte operasyon sonrası ağrıda belirgin bir azalma beklenir. Artmış T1 slope açısında da iyileşme beklenir ancak burada primer belirleyici lordozdur. Li ve ark'a göre artmış C2-C7 Cobb açısı iyi prognoz göstergesidir (11) (Şekil 2).

SERVİKAL LORDOZ

Servikal lordoz fizyolojik denge ve yük taşıma için önemlidir. Servikal lordozun kaybolduğu vakalarda yapılan çok seviyeli laminektomi ile Benzel' in tanımladığı C2-C7 arası gri zon omurlilik içine kayacağından, yapılan cerrahi yetersiz iyileşmeye hatta kötüleşmeye yol açar (4). Anteriordaki basıdan kordun geriye hareketi ve kordu basıdan korumak için en azından 10 derecelik bir lordoz gerekir. Hamanishi ve Tanaka, omurliliğin yeterli dorsal migrasyonu için minimum 10 derecelik bir lordozu gerekli görmüştür (9).

Osteotomilerle birlikte yapılan laminektomi ve füzyon kombinasyonu, kifotik eğilimin lordotik bir yapıya dönüşümüne imkân tanıyarak miyelopati tedavisine katkıda bulunur. Bu işlem, hem ventral hem de dorsal açıdan yeterli dekompresyonun sağlanmasını da mümkün kılar (2,5). Bu cerrahi tekniklerin yararları arasında, çok seviyeli ve geniş çaplı dekompresyon ile birlikte stabilizasyonun gerçekleştirilmesi ve posteriora yapılan stabilizasyon ile ligamandaki ossifi-



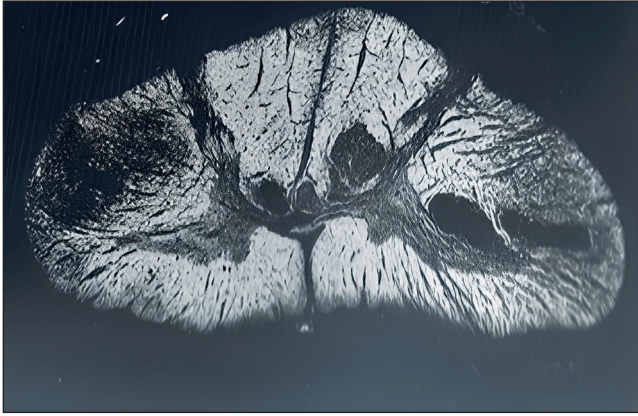
Şekil 2: T1 slope açısı ve C2-C7 Cobb açısı şematik gösterimi.

kasyon ilerlemesinin engellenmesi yer alır. Geçmişte füzyon uygulanmadan laminektomi tekniği daha popülerken kifotik açılanmadaki artışın daha belirgin olduğu görülmüş ve günümüzde terk edilmiştir. Sadece laminektomi sonrası kifoz görülme oranı %21 gibi yüksek bir oran olarak bildirilmiştir. 18 yaş altında yapılanlarda bu oran %53'e ulaşmaktadır. Daha genç hastalarda inkomplet ossifikasyon ve arka gerilim bantlarının alınmış olmasına bağlı artmış kompresif kuvvetlerden dolayı kifoz oranı yüksektir. Bu oranların nispeten yüksek oluşu; ameliyattan önceki mevcut sagittal denge, alınan arka gerilim bantları ve lamina miktarına da bağlıdır (13).

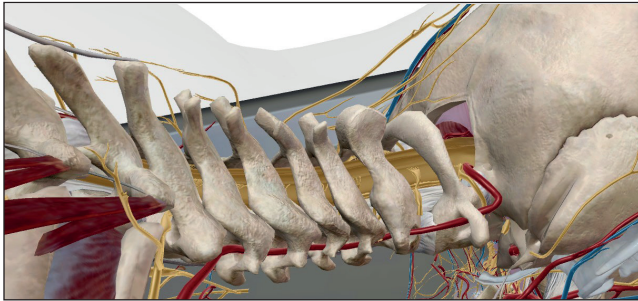
Bununla birlikte, dezavantajlar olarak, bitişik segmentlerin dejenerasyonu ve implantla ilişkili komplikasyonlar göze çarpmaktadır. Servikal spinal kanalda A-P istikametindeki darlıklar toplam spinal kanalın %20'sinden fazla olduğunda özellikle gri madde de oluşan perfüzyon sorunları ciddi klinik sonuçlara sebep olmaktadır (15) (Şekil 3).

LATERAL MASS VİDALAMA

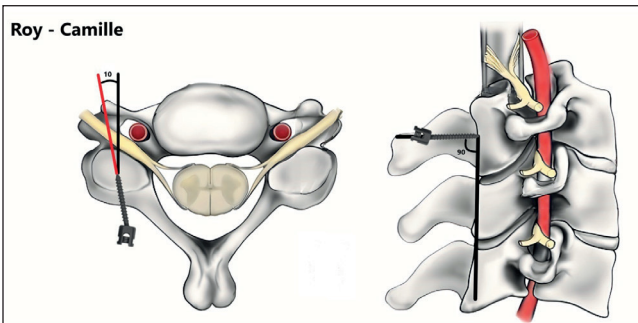
Vertebral arter ve sinir kökü ile lateral massın anatomik ilişkisine uygun vida yerleştirebilmek için deneyimli olmak gerekir. Vertebral arter; lamina - lateral mass bileşkesinin önünde uzanır. Sinir kökü ise süperior fasetin derininde anteriolateralden geçer (Şekil 4). Roy-Camille'in ilk olarak 1970 yılında



Şekil 3: Ön-arka kompresyon oranı %20 olduğunda tüm gri maddede enfarktüs oluşumu.



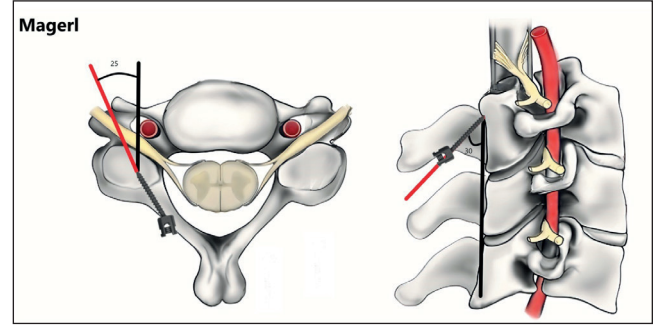
Şekil 4: Servikal vertebra anatomisi.



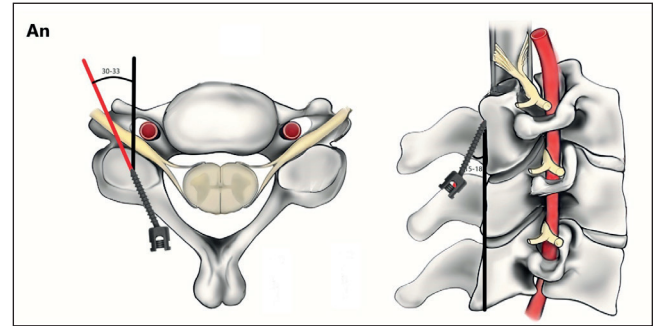
Şekil 5: Roy-Camille tekniği.

tanımladığı tekniğinde lateral mass orta noktası giriş noktasıdır. Kraniokaudal açılanma olmaksızın sadece laterale 10 derecelik bir yönlendirme ile uygulanır. Genellikle daha kısa vidalar kullanılır (Şekil 5). Jeanneret ve Magerl tekniğininde giriş noktası olarak orta noktanın 1-2 mm medial ve süperioru seçilir. Vida 15-25 derece lateral ve 30 derece yukarı yönlendirilir. Bu yöntemde bikortikal ve daha uzun vidalar seçilir (Şekil 6). An ve arkadaşlarının tekniğinde 1 mm medialden girilip vida 15 derece yukarı, 30 derece laterale yönlendirilir (Şekil 7). Anderson ve arkadaşları, Magerl tekniğini modifiye ederek lateral mass merkezinden 1 mm mediali orijin olarak belirleyip, 30-40 derece yukarı, 10-20 derece laterale gönderilir (Şekil 8) (2).

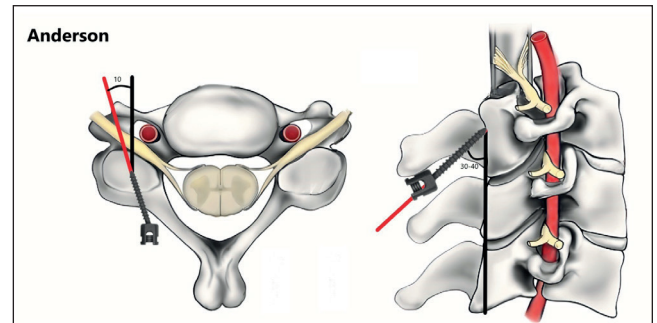
Montesano ve ark. Magerl tekniğinin, Roy-Camille'e göre vida sıyırma açısından %40 daha güçlü olduğunu söylemişlerdir (14). Lateral mass vidaları unikortikal veya bikortikal



Şekil 6: Magerl tekniği.



Şekil 7: An Tekniği.



Şekil 8: Anderson tekniği.

olabilir. Bikortikal vidalamanın daha yüksek biyomekanik dayanıklılık gösterdiği hipotezi tam olarak doğrulanamamıştır, ayrıca bikortikal vidalar daha yüksek komplikasyon oranına sahiptir. Sinir kökü yaralanması bikortikal vida tercihlerinde oldukça artmaktadır. Seybold ve ark. modifiye Magerl tekniği ile bikortikal vidada %17.4 kök zedelenmesi %5.8 vertebral arter zedelenmesi olduğunu bildirmişlerdir (16). Unikortikal vidalamada bu tür yaralanmalar nispeten daha az görülmektedir.

Xu ve ark. yaptıkları bir çalışmada Magerl, Anderson ve An tekniklerini kıyaslamışlar ve sırasıyla %95, %90, %60 kök zedelenmesi olduğunu bildirmişlerdir (18). Magerl tekniğinde sıklıkla arka kök, An tekniğinde ise daha çok ön kök hasarlanmaları görülmektedir. Kök zedelenmesi sadece tekniğe değil lateral mass morfolojisi ile de ilgilidir. Barrey ve ark.; C3-4 de Magerl, C5-C6 da the Roy-Camille tekniğinde yanlış vida pozisyonu görülme oranlarının yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu lateral kütle kalınlık yükseklik oranı ile de ilgilidir (3).

Nörolojik komplikasyonlar radix ve kord yaralanması olarak ikiye ayrılır. Literatürde belirtilen omurilik zedelenme oranı yaklaşık %0-3 arasındadır. Radix zedelenme oranı ise %15'e kadar çıkabilir. Cerrahi teknik, enstrüman yerleştirme sırasında olan travmalar, kanamanın yarattığı perfüzyon problemi, agresif distraksiyon gibi durumlar buna sebep olur. C5 ve/veya C6 paralizisi cerrahi sonrası saatler içinde gerçekleşebilir ve aylarca sürebilir.

Hastanın cerrahiden gördüğü fayda; miyelopatinin süresi, şiddeti ve hastanın yaşına bağlıdır. Semptomların kısa süre önce başlaması ve lordozun korunması en önemli belirleyicilerdir. Ameliyat öncesi kifoz, 70 yaş üstü, semptomların uzun süreli olması ve şiddetli miyelopati ise negatif belirleyicilerdir.

SERVİKAL PEDİKÜLER VIDALAMA

Servikal pedikül vidaları, omurga cerrahisinde üç kolon stabilizasyonunu mükemmel bir şekilde sağlayan bir tekniktir. Bu vidalar, lomber ve torasik omurlarda daha sık kullanılsa da, servikal bölgenin kompleks yapısı ve ilişkili riskler nedeniyle diğer posterior sabitleme yöntemlerine göre daha az yaygındır. Pedikül vidalarının biyomekanik üstünlükleri, kullanımlarını artırmaktadır. Özellikle laminektomi yapılan vakalarda anatomik göstergeler daha kolay belirlendiğinden başarı oranı daha yüksektir. Servikal pedikül vidalarının uygulanacağı hastalarda, operasyon öncesinde vertebral arterin ve pedikülün değerlendirilmesi için bilgisayarlı tomografi, anjiyografi veya manyetik rezonans anjiyografi gibi görüntüleme yöntemleri önerilmektedir. C2 pedikülü terminolojisi bazen karışıklığa yol açabilir; anatomik C2 pedikülü, dens aksis'in tabanından lateral masa doğru uzanan ve omurun koronal düzlemde dışına çıkan kemik yapısıdır. Cerrahi pedikül, transvers foramenin posteromedialinde bulunan ve medialde üst eklem faseti tarafından sınırlanan yapıdır. C3-C6 pedikülleri ise omurun posterolateral köşesinden başlayan kısa, tübüler yapılar olarak tanımlanır ve genişlikleri ortalama 5-6 mm, yükseklikleri ise ortalama 6-7 mm civarındadır (7). Öğrenme eğrisi radyolojik değerlendirme, anatomik maket ve kadavra çalışmaları ile tamamlanmalıdır. Vida sıyırma oranı; osteoporoz, romatoid artrit, steroid kullanımı, enfeksiyon yoksa daha düşüktür.

Çok değişik vida giriş yerleri tanımlanmıştır. Abumi'nin 1994'de tanımladığı "freehand" tekniği sıklıkla kullanılmaktadır (1). Navigasyon ve robot kullanımı hata oranını giderek azaltmaktadır. Ancak yeterince standart hâle gelememiştir. C6- C7 vertebralarında pedikül genişliği fazladır. C3-C4 vertebralarında ise küçüktür ve bu sebeple malpozisyon bu seviyelerde fazlaca görülmektedir. C3-C7 pedikülü için en



Şekil 9: Servikal transpediküler stabilizasyon tekniği **A)** ilk başvuru, **B)** 2 ay sonraki progresyon **C)** enstrümantasyon sonrası post-op 2. ay görüntüleri.

uygun giriş noktası lateral kütlelerin hafif lateralinden üstteki vertebranın alt fasetinin 1-2 mm aşağısıdır. Bu noktadan huni şeklinde elmas uçlu drill ile açılan delikten yapılır. Kansellöz kemik proba geçilir medial duvar kalın olarak hissedilir. Üst fasetin orta noktasının 2 mm laterali de yaklaşık aynı noktaya gelmektedir. Sagittal ekseninde C3 de 10 derece, C7 de nötral veya 2 derece açıdır. Mediale açılanma ise 20-45 derece arasındadır. Antero - posterior ve lateral skopi ile sagittal açılanma disk endplatelerine paralel yapılır. Medial açılanma için zaten laminektomi yapıldığı için hookla pedikül hissedilerek uygulanabilir (Şekil 9). Medial duvardan ziyade lateral duvar zedelenmesi ve vertebral arter yaralanması daha sık bildirilmiştir. Üst ve alt duvar zedelenmesinde ise kök yaralanma oranı fazladır. Vertebral arter yaralanma oranı %0 - 2,4 sinir kökü yaralanma oranı %0 - 8,3 olarak bildirilmiştir. Vertebral arter tüm transvers forameni doldurmaz. Bu yüzden genelde vida bir miktar hatalı yerleştirilse de genelde arteri oblitere etmeksizin yer değiştirmesine neden olur.

KAYNAKLAR

- Abumi K: Cervical spondylotic myelopathy: Posterior decompression and pedicle screw fixation. *Eur Spine J* 24:186-196, 2015
- Anderson PA, Matz PG, Groff MW, Heary RF, Holly LT, Kaiser MG, Mummaneni PV, Ryken TC, Choudhri TF, Vresilovic EJ, Resnick DK; Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons: Laminectomy and fusion for the treatment of cervical degenerative myelopathy. *J Neurosurg Spine* 11(2):150-156, 2009
- Barrey C, Mertens P, Jund J, Cotton F, Perrin G: Quantitative anatomic evaluation of cervical lateral mass fixation with a comparison of the Roy-Camille and the Magerl screw techniques. *Spine* 30(6):E140-E7, 2005
- Benzel EC, Lancon J, Kesterson L, Hadden T: Cervical laminectomy and dentate ligament section for cervical spondylotic myelopathy. *J Spinal Disord* 4(3):286-295, 1991
- Chang V, Lu DC, Hoffman H, Buchanan C, Holly LT: Clinical results of cervical laminectomy and fusion for the treatment of cervical spondylotic myelopathy in 58 consecutive patients. *Surg Neurol Int* 5(Suppl 3):S133, 2014
- Epstein N, Epstein J: Treatment of cervical myelopathy: Part A. Laminectomy. *The cervical spine TCSR Society Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins*, 2005:1043-1056
- Erken HY, Yılmaz O, Şahin E: Omurga Cerrahisinde Yeni Yaklaşımlar ve Minimal İnvaziv Omurga Cerrahisi. *Akademisyen Kitabevi*, 2021
- Guzman J, Baird E, Fields A, McAnany S, Qureshi S, Hecht A, Cho S: C5 nerve root palsy following decompression of the cervical spine: A systematic evaluation of the literature. *Bone Joint J* 96(7):950-955, 2014
- Hamanishi C, Tanaka S: Bilateral multilevel laminectomy with or without posterolateral fusion for cervical spondylotic myelopathy: Relationship to type of onset and time until operation. *J Neurosurg* 85(3):447-451, 1996
- Hernandez NS, Wang AY, George K, Singh G, Yang MJ, Krzyzanski JT, Riesenburger RI: Post-operative quadriplegia following posterior cervical laminectomy and fusion: A case-series of incidence, risk factors, and management. *Clin Neurol Neurosurg* 213:107124, 2022
- Li X, Shen J, Liang J, Zhou X, Yang Y, Wang D, Wang S, Wang L, Wang H, Du Q: Effect of core-based exercise in people with scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 35(5):669-680, 2021
- Matz PG, Anderson PA, Holly LT, Groff MW, Heary RF, Kaiser MG, Mummaneni PV, Ryken TC, Choudhri TF, Vresilovic EJ, Resnick DK; Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons: The natural history of cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg Spine* 11(2):104-111, 2009
- Mayer M, Meier O, Auffarth A, Koller H: Cervical laminectomy and instrumented lateral mass fusion: Techniques, pearls and pitfalls. *Eur Spine J* 24:168-185, 2015
- Montesano PX, Magerl F, Jacobs RR, Jackson RP, Rauschnig W: Translaminar facet joint screws. *Orthopedics* 11(10):1393-1397, 1988
- Penning L, Wilmink J, Van Woerden H, Knol E: CT myelographic findings in degenerative disorders of the cervical spine: clinical significance. *Am J Neuroradiol* 7(1):119-127, 1986
- Seybold EA, Baker JA, Criscitiello AA, Ordway NR, Park CK, Connolly PJ: Characteristics of unicortical and bicortical lateral mass screws in the cervical spine. *Spine* 24(22):2397, 1999
- Tanaka J, Seki N, Tokimura F, Doi K, Inoue S: Operative results of canal-expansive laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy in elderly patients. *Spine* 24(22):2308, 1999
- Xu R, Haman SP, Ebraheim NA, Yeasting RA: The anatomic relation of lateral mass screws to the spinal nerves: A comparison of the Magerl, Anderson, and An techniques. *Spine* 24(19):2057, 1999