




Anterior Servikal Mikrodiskektomi Sonrası Kemik Greft Destekli Peek Cage Kullanılması: 78 Olgu

Use of Bone Graft Assisted Peek Cage After Anterior Cervical Microdiscectomy: 78 Cases

Güray BULUT 

Medipol Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Öz

GİRİŞ ve AMAÇ: Bu çalışmada, dejeneratif servikal disk hernisi tanısı ile anterior servikal mikrodiskektomi (ASMD) ve sentetik kemik greft (putty) ile desteklenmiş peek cage ile füzyon yapılmış olguları; yaş, cins, semptomlar, fizik muayene bulguları ve cerrahi sonuçları ile birlikte literatür ışığında değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

YÖNTEM ve GEREÇLER: Nisan 2015-Nisan 2017 tarihleri arasında kliniğimizde anterior servikal mikrodiskektomi ve füzyon yapılmış 78 olgu retrospektif olarak incelendi. Tüm olgularda dejeneratif disk hastalığı ve osteofitik değişiklikler vardı. Semptomlar, fizik muayene, servikal radyografiler ve servikal manyetik rezonans görüntüleri ile desteklendi ve cerrahi endikasyon konuldu. Olgular; cins, yaş, semptomlar, fizik muayene, disk mesafeleri, radyolojik bulgular, komplikasyonlar, nöks, hasta memnuniyeti açısından değerlendirildi.

BULGULAR: Anterior servikal mikrodiskektomi ve putty destekli peek cage kullanılarak tedavi edilen 74 (%94.87) olgu operasyondan fayda gördüğünü bildirdi. Hastanede kalış süresi ortalama 1 gündü. Komplikasyon oranı %2.56 idi; nöks ve reoperasyon olmadı. Servikal collar kullanımına gerek olmadı. Enfeksiyon, stabilite ya da füzyon sorunu izlenmedi.

TARTIŞMA ve SONUÇ: Anterior servikal mikrodiskektomi yapılan ve sentetik kemik greftle desteklenmiş peek cage ile füzyon güvenli, kolay uygulanan, etkin bir tedavi yöntemidir.

Anahtar Kelimeler: Anterior servikal mikrodiskektomi, servikal disk hernisi, peek cage, kemik greft

Abstract

INTRODUCTION: In this study, the patients who had fusion with the anterior cervical microdiscectomy and the synthetic bone graft (putty) with the diagnosis of degenerative cervical disc herniation; We evaluated age, sex, symptoms, physical examination findings and surgical results in the light of literature.

METHODS: Between April 2015 and April 2017, 78 cases with anterior cervical microdiscectomy and fusion were evaluated retrospectively. Symptoms were supported by physical examination, cervical radiographs and cervical magnetic resonance images and surgical indications were made. Cases; sex, age, symptoms, physical examination, disc distances, radiological findings, complications, relapse, patient satisfaction were evaluated retrospectively.

RESULTS: 74 patients (94.87%) treated with anterior cervical microdiscectomy and putty-assisted peek cage reported benefit from the operation. The mean hospital stay was 1 day. The complication rate was low (2.56%), there was no recurrence and reoperation. The use of cervical collar was not required. No infection. None of the patients had any stability or fusion problems.

DISCUSSION and CONCLUSION: Fused with a peek cage supported by synthetic bone graft and made of anterior cervical microdiscectomy is a safe, easy-to-use, effective treatment.

Keywords: Anterior cervical microdiscectomy, cervical disc hernia, peek cage, bone graft

GİRİŞ

Servikal disk hernisi, intervertebral nükleus pulpozusun akut ya da kronik süreçte anulus fibrozisi yırtarak sinir köküne veya omuriliğe baskı yapması ile semptom ve bulgu veren bir hastalıktır. Yerleşimine göre intraforaminal, ventrolateral ve orta hat olmak üzere ayrılır (1).

Akut disk hernileri, travma sonucu gelişir ve acil

dekompresif cerrahi gerekebilir. Klinikte daha çok, servikal spondiloz zemininde oluşmuş dejeneratif diskin herniasyonu ya da oluşan bu diskin kalsiyum depolaması sonucu sert diske dönüşmesi görülür. Özellikle, tekrarlanan fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin neden olduğu düşünülmektedir (2-4). Disk herniasyonu yerleşimine göre radikülopati ve/veya myelopati semptom ve bulguları verir. Bazen sol C6 radikülopati miyokard enfarktüsü ile karışabilir.

En sık boyun ağrısı, sonra sırası ile omuz veya kol ağrısı ile hastalar başvururlar. Nörolojik defisitler, daha çok kronik tekrarlayan ağrı atakları sonucu oluşur ve genellikle sıklık sırasına göre monoparezi, refleks değişiklikleri, üst ekstremité duyu kusuru ve atrofi gözlenebilir. Nadiren travmatik olmayan akut disk hernisine bağlı parapleji olguları bildirilmiştir (5,6).

Cerrahi olarak değişik girişim yolları ve teknikleri mevcuttur. Füzyonlu veya füzyonsuz anterior girişimler ve posterior laminatomi, laminektomi, hemilaminektomi ve foraminatomi ile olan girişimler yapılmaktadır. Genellikle diskin yerleşimine ve cerrahın tercihine göre karar verilir. Tüm cerrahi tekniklerin avantaj ve dezavantajları vardır. Hepsinde amaç başarılı bir şekilde diski çıkarmak ve sonrasında omurga stabilitesini korumaktır (7).

Anterior servikal diskektomi (ASMD), sinir kökü ve omurilik basısına neden olan radiküler ve myelopatik servikal hastalığın tedavisinde başarı ile uygulanmakta olan bir cerrahi tekniktir. Bizde kliniğimizde servikal disk hernisi tanısıyla ASMD yaparak putty ile desteklenmiş peek cage ile stabilizasyon yaptığımız olgularımızı literatür ışığında değerlendirmeyi amaçladık.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

Kliniğimizde Nisan 2015-Nisan 2017 tarihleri arasında ASMD sonrası putty ile desteklenmiş peek cage uygulanan 78 olgu retrospektif olarak değerlendirildi.

Dejeneratif disk hastalığı ve osteofitik değişikliklerin olduğu tüm olgular; servikal radyografiler ve servikal manyetik rezonans görüntüleri (SMRI) ile değerlendirilerek cerrahi endikasyon konuldu (Resim 1). Ek olarak 17 olguda elektronöromyografi (ENMG) ile tanıları desteklendi. Yine bazı olgularda gerektiğinde servikal bilgisayarlı tomografi (SBT) ve dinamik servikal radyografi yapıldı.

Tüm olgulara operasyondan 30 dakika önce 1 doz

ve postoperatif 2 doz profilaktik antibiyotik uygulandı. Cilt antiseptik solüsyonlarla 5 dakika fırçalandı. Baş nötral supin pozisyonda sağ servikal girişim yolu ile 1 veya 2 mesafe olgularda horizontal, 3 mesafe ve üzeri olgularda sagittal cilt insizyonu yapıldı. Peroperatif C-kollu flurosکopi ile mesafe tayini yapıldı. Bütün olgular operasyon mikroskobu kullanılarak ve anterior mikrocerrahi teknikle opere edildi. Özellikle radiküler semptomu olan olgularda semptom tarafında ki unsinat eklem traşlandı. Olguların disk mesafelerinin ölçüsüne uygun olarak, içi putty ile desteklenmiş peek cage konuldu.



Resim 1. Preoperatif röntgenogram (A ve D) ve MRI görüntüleri

Postoperatif olgulara servikal collar rutin kullanılmadı. Postoperatif 1. günde bütün olgulara servikal grafileri çekildi (Resim 2). Klinik değerlendirme Odom kriterlerine göre yapıldı (Tablo 1).



Resim 2. Postoperatif röntgenogramlar

Tablo 1. Odom Klinik Değerlendirme Kriterleri

Mükemmel:	Servikal disk hastalığına bağlı yakınması yok, günlük aktivitelerini kısıtlamasız yerine getirebiliyor.
İyi:	Servikal disk hastalığına bağlı arada şikayeti oluyor, günlük aktivitesinde belirgin kısıtlama yapmıyor
Orta:	Subjektif iyileşme var, fiziksel aktivitede belirgin iyileşme mevcut
Kötü:	Hiçbir iyileşme yok, aynı ya da daha kötü.

SONUÇLAR

Olguların 27'si erkek (%34.6) ,51'i kadını (%65.4). Ortalama yaşları 45.5 idi (24-71). Semptomların başlangıcı ile başvuru arasında geçen süre ortalama 10 aydı (5 gün-60 ay). 6 (%7.7) olgunun geçmiş sorgulamasında belirgin bir travma öyküsü vardı. Olguların hepsi boyun ağrısı ve tek taraflı veya bilateral kol ağrısından şikayetçi idi. Fizik muayenede; 40(%51.3) olguda boyun hareketlerinde ağrı vardı, 33(%42.31) olguda çeşitli düzeylerde motor defisit, 38(%48.72) olguda refleks değişiklikleri, 51(%65.38) olguda dermatomal duyu değişiklikleri, 12(%15.38) olguda patolojik refleks, 6(%7.69) olguda ağrı olan tarafta Spurling bulgusu mevcuttu.

Olguların mesafelere göre sınıflanması; C3-4 seviyesi 2(%2.56), C4-5 seviyesi 2(%2.56), C5-6 seviyesi 16(%20.51), C6-7 seviyesi 9(%11,53) olgu şeklindeydi. Ayrıca 33 olgumuzda (%42.31) iki seviyede, 15'inde (%19.23) üç seviyede disk hernisi vardı.

Peroperatif hiçbir olguda komplikasyon gelişmedi. C5-6, C6-7 seviyelerinden opere olan 1(%1.28) olguda 1 ay sonra düzelen ses kısıklığı gelişti. C5-6 mesafesinden opere olan 1(%1.28) olguda preoperatif sol kolda olan güçsüzlüğü düzeldi, ancak aynı tarafta hipoestezi şikayeti oldu.

Postoperatif erken dönemde 74(%94.87) olguda kol ağrısı şikayetleri geçti. 9(%11.54) olguda medikal tedavi ve fizik tedavi sonrası düzelen boyun ağrısı oldu. Hiçbir olgu tekrar opere edilmedi. Hiçbir olgu servikal collar kullanmadı. Hiçbir olguda kullanılan kafeslere ve kemik grefte bağlı stabilite ya da füzyon sorunu olmadı.

Odom kriterlerine göre klinik sonuçlar; %80.77'si mükemmel, %14.1'i iyi, %5.13'ü orta olarak değerlendirilmiştir, kötü sonuç yoktur. Olgular ortalama 6 ay (1-26 ay) takip edilmiştir.

TARTIŞMA

Servikal disk hastalığında hangi cerrahi tekniğin gerekli ya da daha faydalı olduğu yaklaşık 50 yıldır tartışılmaktadır. Bu tartışma 1958'de Cloward ve Smith ve Robinson'un servikal disk hastalığında diskektomi ve füzyonu tariflemesi ile başlamıştır (8,9).

Konservatif yöntemler ile tedavi edilemeyen servikal disk hastalıklarında anterior servikal diskektomi ve füzyon (ASDF), altın standart cerrahi girişimler arasında sayılmaktadır. Anterior diskektomi sonrası, disk aralığına konulan kemik füzyon ya da çeşitli destek protezler (cage, disk protezi gibi) konularak ve/veya plak-vida sistemleri ile omurga gövdesinde olabilecek çökmeleri önlemek ve omurganın stabilizasyonunu korumak hedeflenmektedir (10-12).

Hirsh ise, bütün vakalara füzyonun gerekli olmadığı fikrini ortaya atmış ve seçilmiş birçok vakada sadece diskektominin problemi çözmede yeterli olduğunu vurgulamıştır. Literatürde sadece diskektominin iyi sonuçları olduğuna dair birçok yazı mevcuttur. Füzyonsuz basit diskektominin avantajları olduğu gibi dezavantajları da vardır. Kolay uygulanabilir olması, cerrahi sürenin kısalığı, komplikasyon oranlarının füzyon ve implant kullanılan vakalara göre daha az olması ve ekonomik olması iyi bilinen avantajlarıdır. Postoperatif dönemde segmental kifotik açılma, servikal lordoz kaybı,

servikal aksın bozulması ve sonuç olarak aksiyel boyun ağrısı basit diskektominin dezavantajlarıdır (13-19).

Füzyonsuz tedavi yöntemlerinden biride posterior servikal foraminotomidir. Myelopati bulgusu gözlenmeyen lateral yerleşimli disk hernilerinde ve foraminal stenoz varlığında, posterior servikal foraminotomi yöntemiyle (endoskopik veya açık) de başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Sinir kökünün anatomik olarak çok daha iyi ortaya konulabilmesi, boyun yapılarının (karotis, trakea, özefagus, rekürren laringeal sinir) yaralanması gibi komplikasyonların olmaması, cerrahi sonrası servikal immobilizasyon gerekmemesi, aynı keside çok seviye sinir kökü dekompresyonu yapılabilmesi avantajlarıdır. Ancak sınırlı endikasyon (lateral yerleşimli, soft disk), postoperatif daha fazla boyun ağrısı, kök yaralanması, dura hasarı, BOS fistülü, reoperasyon riski, endoskopi ile yapılıyorsa tecrübe ve yüksek maliyet, ileri yaşta uygulandığında osteofit oluşumu nedeniyle cerrahi başarının düşmesi dezavantajlarıdır. Uygun hasta seçimi çok önemlidir (20-26).

Wirth ve arkadaşları üç cerrahi tekniği, servikal foraminotomi, füzyonlu ve füzyonsuz anterior servikal diskektomiye karşılaştırmışlardır. Her üç cerrahi tekniğin etkinliğinin aynı olduğunu ancak füzyonsuz anterior servikal diskektominin ameliyat ve hastanede kalış süresini azalttığını söylemişlerdir. Ancak bu çalışmada servikal stabilite ile ilgili bir bilgi verilmemiştir (27). Genel olarak kabul görülen, yumuşak ve yeni disk hernilerinin tedavisinin sadece diskektomi ile, osteofitik basıların eşlik ettiği, sert ve eski dejeneratif disk hernilerinin tedavisinin diskektomi ve füzyon ile tedavi edilmesidir. Füzyon, tek başına yapılabileceği gibi plakla da yapılabilir ve plaklamanın füzyon oranlarını artırdığı yönünde yayınlar mevcuttur (28).

Goffin ve ark. tarafından ASDF uygulanan olgularda komşu segment hasarı (KSH) gelişme oranının %60'a yakın olduğunun tanımlanması,

başka bir tartışmaya neden olmuştur (29-32). Literatürde yıllık servikal disk füzyon sonrası komşu segment hastalığı (KSH) görülme sıklığı %2-8 olarak bildirilmiştir (12). Komşu segment dejenerasyonunu azaltabilmek ve opere edilen segmentteki hareketliliği koruyabilmek için servikal disk artroplastisi (SDA) tanımlanmıştır. Ancak, bu teknikte de servikal hareket aralığının azaldığını ve komşu segment dejenerasyonunun arttığını bildiren çalışmalar vardır. Ayrıca, SDA etkilenen her seviye için uygun olmayabilir. Servikal ağrıda artış, retrofaringeal hematoma, vertebra kırığı, protezin migrasyonu, protezin yetersizliği, protezde aşınma, postoperatif kifoza, komşu segment dejenerasyonu, aşırı hassasiyet veya heterotopik ossifikasyon dezavantajlarıdır (30-36). Ayrıca metal implanta karşılık gelişen lenfositik reaksiyonun sebep olduğunun ileri sürüldüğü metallozis gibi komplikasyonların görüldüğüne dair az sayıda yayın da mevcuttur (37). Kifoza gidiş SDA cerrahisine atfedilen önemli bir komplikasyon olup Pickett ve ark. 14 hastalık serilerinde 24 aylık takip süresi sonunda hastaların tümünde 6 dereceye varan kifoza gidiş tespit etmişlerdir (38).

Günümüzde tek veya çok seviyeli SDH'nin tedavisinde güncel yaklaşım çoğunlukla anterior servikal diskektomidir. Bu yaklaşım füzyonlu veya basit diskektomi olarak yapılabilmektedir. Operasyon tekniği genel olarak aynıdır. Anterior servikal diskektomi sonrası araya bir destek doku konulması genellikle cerrahın tercihine bağlıdır. Literatürde de görüldüğü gibi genel olarak sonuçlar benzerdir. Füzyon uygulanmasında intervertebral füzyon materyali olarak titanyum ya da peek kafesler (cage), otogreft kemik materyali, allogreft kemik materyalleri, sentetik kemik materyalleri, plaklar vb. gibi değişik birçok alternatif yöntem mevcuttur. En ucuz ve sağlıklı, daha etkin ve dayanıklı minimum komplikasyona sebep olan füzyon materyalleri oluşturmak amaçlanmaktadır (30-39). Biz olgularımızda peek cage uyguladık. Peek cage; MRI ve BT uyumlu Polyetheretherketone (Peek) malzemeden imal edilmektedir. Superior ve inferior yüzeylere

tutunan dişli yapısı sayesinde implantasyondan sonra sabitlemek için servikal plak gibi ikinci bir implanta gerek duyulmadan kullanılabilir. Çok kısa sürede, kolay uygulanan malzemelerdir (Resim 3). Kafeslere ve kemik greftlere bağlı herhangi bir komplikasyonumuz olmadı. Sonuçlarımız ve hasta memnuniyetimiz yüksektir, kolay kullanımı aynı zamanda ekonomik olması avantajdır. Sonuçlarımız literatür genelinde değerlendirildiğinde oldukça başarılıdır. Odom kriterlerine göre %80.77 mükemmel, %14.1 iyi sonuçlarımız vardır. 74 (%94.87) olgumuz operasyondan fayda gördüğünü bildirmiştir.



Resim 3. Peek cage

SDH cerrahisinde ASD ve kafeslerle füzyon uyguladığımız bütün olgularımızda, dejeneratif disk bozukluğu ve genellikle ilave osteofitik değişikliklerinde olmasını tercih ediyoruz. Preoperatif servikal öne kifotik açılanma problemi olduğunda, uygun ölçülerde mesafeye yerleştirilen kafesler kriko vazifesi görerek servikal vertebra diziliminde de belirgin düzelleme sağlanabilmektedir (Resim 4). Ayrıca olgularımızda postoperatif, segmental kifotik açılanma görülmemiştir.



Resim 4. Servikal lordozun preoperatif MRG (A) göre postoperatif röntgenogramda (B) düzelmesi

Peek cage kafesler servikal disk protezlerinin 1/5'i maliyetindedir. Literatürde bu teknikle ilgili füzyon oranları %95'lerdedir (30-35). Bizim takip süremiz ortalama 6 aydır ve füzyon sonuçları için erkendir. Füzyon için kullanılan Anterior plaklar bizce servikal füzyona destekte kullanılan implantlardır, preop hasta planlamasında listezis görülen hastalarda ayrıca peroperatif stabilizasyon sorunu olabileceğini düşündüğümüz hastalarda kullanılmalıdır. Rutin kullanılmasına bizce gerek yoktur.

Yaş grubu olarak ortalamamız 45.5 olup literatür ile uyumluydu. Cinsiyet olarak bazı çalışmalarda erkekler bazı çalışmalarda kadın oranı daha fazla idi (40). Bizim çalışmamızda kadın oranı daha fazla idi (%65.4).

Anterior yaklaşımlarda genel olarak her seviye için komplikasyon oranını %0-10 arasında oranlar bildirilmiştir (36,42). ASD'nin komplikasyonları arasında; disfaji, disfoni, kanama, rekürrent laringeal sinir yaralanması, özofagus yaralanması, trakeal yaralanma, dural yırtık, hematoma, ve spinal kord hasarı sayılabilir. Bizim komplikasyonlarımız, ses kısıklığı ve ağrı olan kolda his azalması şeklinde olup, literatür ile uyumlu ve düşük orandadır (%2.56).

Bizim serimizde olguların, ameliyat ve hastanede kalış süresi ortalama 1 gece olarak gerçekleşmiştir. Genellikle 1 hafta-10 günlük bir istirahat sonrası işbaşı yapmak mümkün olmuştur. ASMD'de putty ile desteklenmiş peek cage kullanılması; memnuniyeti yükselten, kolay uygulanabilir, cerrahi süreyi uzatmayan, komplikasyon oranı düşük olan ve ekonomik bir yöntemdir.

Sonuç

Anterior yaklaşım tercih edilen servikal disk hernilerinde, içi sentetik kemik greftle desteklenmiş peek cage kullanılması başarılı sonuç vermektedir. Kullanımı kolay, hasta memnuniyeti yüksek ve gelişen teknolojiyle birlikte ekonomiktir. Servikal disk hernisi

hastalığında preoperatif radyolojik değerlendirme, yaklaşım şeklini ve kullanılacak cerrahi materyalin seçimin yapılmasında önemli bir belirleyicidir. Anterior plaklar bizce ilave omurga stabilite sorunlarında servikal füzyona destekte kullanılan implantlardır. Rutin kullanılmasına gerek yoktur.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan yazılı onam alınmıştır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Hoxie Altınörs N, Caner H. Servikal disk hastalığı. In: Zileli M, Özer F. (eds) Omurilik ve omurga cerrahisi'nde. 1. Baskı İzmir: Saray Medikal Yayıncılık 1997: 306-314.
2. Callagan PJ, McGill SM. Intervertebral disc herniation: studies on a porcine model exposed to highly repetitive flexion/extension motion with compressive force. *Clinical Biomechanics* 2001; 16: 28-37.
3. Gruber HE, Hanley EN. Observations on morphologic changes in the aging and degenerating human disc: Secondary collagen alterations. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2002; 3: 9.20. Adamson TE: Microendoscopic posterior cervical laminoforaminotomy for unilateral radiculopathy: Results of a new technique in 100 cases. *J Neurosurg (Suppl)* 2001; 1: 51-7.
4. Prescher A. Anatomy and pathology of the aging spine. *European Journal of Radiology* 1998; 27: 181-95.
5. Greenberg MS. *Handbook of neurosurgery*. 5 ed. Ontario, Canada: Thieme New York, 2001: 310- 14.
6. Ueyama T, Tamaki N, Kondoh T, Miyomato H, Akiyama H, Nagashima T. Non-traumatic acute paraplegia associated with cervical disc herniation: a case report. *Surg Neurol* 1999; 52: 204-7.
7. Zeidman SM, Ducker TB. Anterior cervical discectomy. Kaye AH, Black PM. In: *Operative neurosurgery*. First ed. China: Churchill Livingstone, 2000: 1793-802.
8. Cloward RB. The anterior approach for removal of ruptured cervical disc. *J Neurosurg* 1958; 16: 602-7.
9. Smith GW, Robinson RA. The treatment of certain spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion. *J Bone and Joint Surg*. 1958; 40A:624-62.
10. Agrillo U, Faccioli F, Fachinetti P, Gambardella G, Guizzardi G, Profeta G. Guidelines for the diagnosis and management of the degenerative diseases of cervical spine. *J Neurosurg Sci* 1999; 43:11-4.
11. Bydon M, Mathios D, Macki M, de la Garza-Ramos R, Sciubba DM, Witham TF, Wolinsky JP, Gokaslan ZL, Bydon A. Longterm patient outcomes after posterior cervical foraminotomy: An analysis of 151 cases. *J Neurosurg Spine*. 2014; 21:727-31.
12. Huang D, Du X, Liang H, Hu W, Hu H, Cheng X. Anterior corpectomy versus posterior laminoplasty for the treatment of multilevel cervical myelopathy: A meta-analysis. *Int J Surg* 2016; 35: 21-7.
13. Hirsch C. Cervical disc rupture: diagnosis and therapy. *Acta Orthop Scan* 1964; 30: 172-86.
14. Thorell W, Cooper J, Hellbusch L, Leibrock L. The long term outcome of patients undergoing anterior cervical discectomy with and without intervertebral bone graft placement. *Neurosurgery* 1998; 43: 268-73.
15. Bertalanffy H, Eggert HR. Complications of anterior cervical discectomy without fusion in 450 consecutive patients. *Acta Neurochir*. 1989; 99(1-2):41-50.
16. Donaldson JW, Nelson PB. Anterior cervical discectomy without interbody fusion. *Surg Neurol* 2002; 57: 219-25.
17. Donaldson JW, Nelson PB. Anterior cervical discectomy without interbody fusion. *Surg Neurol* 2003; 57:219-24.
18. White BD, Fitzgerald JJ. To graft or not to graft: rationalizing choice in anterior cervical discectomy. *British J Neurosurg*. 2005; 19: 148-54.
19. Murphy MA, Trimble MB, Piedmonte MR, Kalfas IH. Changes in the cervical foraminal area after anterior discectomy with and without a graft. *Neurosurgery* 1994; 34: 93-6.
20. Adamson TE. Microendoscopic posterior cervical laminoforaminotomy for unilateral radiculopathy: Results of a new technique in 100 cases. *J Neurosurg (Suppl)* 2001; 1: 51-7.
21. Clarke MJ, Ecker RD, Krauss WE, McClelland RL, Dekutoski MB. Same-segment and adjacent-segment disease following posterior cervical foraminotomy. *J Neurosurg Spine* 2007; 6: 5-9.
22. Ebersold MJ, Raynor RB. Cervical laminotomy, laminectomy, laminoplasty, and foraminotomy. In: Benzel EC (ed), *Spine Surgery: Techniques, Complication Avoidance, and Management*, Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone, 2005: 387-94.
23. Lubelski D, Healy AT, Silverstein MP, Abdullah KG, Thompson NR, Riew KD, Steinmetz MP, Benzel EC, Mroz TE. Reoperation rates after anterior cervical discectomy and fusion versus posterior cervical foraminotomy: A propensity-matched analysis. *Spine J* 2015; 15: 1277-83.
24. Brenne C, Scharf J, Schmieder K, Barth M. High prevalence of heterotopic ossification after cervical disc arthroplasty: Outcome and intraoperative findings following explantation of 22 cervical disc prostheses. *J*

- Neurosurg Spine. 2012; 17:141-6.
25. Oertel JM, Philipps M, Burkhardt BW. Endoscopic posterior cervical foraminotomy as a treatment for osseous foraminal stenosis. *World Neurosurg* 2016; 91: 50-7.
 26. Wagner R, Telfeian AE, Ipreburg M, Krzok G. Minimally invasive fully endoscopic two-level posterior cervical foraminotomy: Technical note. *J Spine Surg* 2017; 3: 238-42.
 27. Wirth FP, Dowd GC, Sanders HF, Wirth C. Cervical discectomy: a prospective analysis of three operative techniques. *Surg Neurol* 2000; 53: 340-8.
 28. Bolesta MJ, Rehtine GR, Chrin AM. One- and two-level anterior cervical discectomy and fusion: the effect of plate fixation. *Spine J*. 2002; 2:197-203.
 29. Goffin J, van Loon J, Van Calenbergh F, Plets C. Long-term results after anterior cervical fusion and osteosynthetic stabilization for fractures and/or dislocations of the cervical spine. *J Spinal Disord* 1995; 8:500-8.
 30. Hilibrand AS, Carlson GD, Palumbo MA, Jones PK, Bohlman HH. Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81: 519-28.
 31. Robertson JT, Papadopoulos SM, Traynelis VC. Assessment of adjacent-segment disease in patients treated with cervical fusion or arthroplasty: A prospective 2-year study. *J Neurosurg Spine* 2005; 3: 417-23.
 32. Zhong ZM, Zhu SY, Zhuang JS, Wu Q, Chen JT. Reoperation after cervical disc arthroplasty versus anterior cervical discectomy and fusion: A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2016; 474: 1307-16.
 33. Brenke C, Scharf J, Schmieder K, Barth M. High prevalence of heterotopic ossification after cervical disc arthroplasty: Outcome and intraoperative findings following explantation of 22 cervical disc prostheses. *J Neurosurg Spine*. 2012; 17:141-6.
 34. Leung C, Casey AT, Goffin J, Kehr P, Liebig K, Lind B, Logroscino C, Pointillart V. Clinical significance of heterotopic ossification in cervical disc replacement: A prospective multicenter clinical trial. *Neurosurgery* 2005; 57:759-63.
 35. Moatz B, Tortolani PJ. Cervical disc arthroplasty: Pros and cons. *Surg Neurol Int* 2012; 3: 216-24.
 36. Goffin J, Van Calenbergh F, van Loon J, Casey A, Kehr P, Liebig K, Lind B, Logroscino C, Sgrambiglia R, Pointillart V. Intermediate follow-up after treatment of degenerative disc disease with the Bryan cervical disc prosthesis: Single-level and bi-level. *Spine* 2003; 28:2673-78.
 37. Guyer RD, Shellock J, MacLennan B, Hanscom D, Knight RQ, McCombe P, Jacobs JJ, Urban RM, Bradford D, Ohnmeiss DD. Early failure of metal-on-metal artificial disc prostheses associated with lymphocytic reaction: Diagnosis and treatment experience in four cases. *Spine* 2011; 36: 492-7.
 38. Pickett GE, Mitsis DK, Sekhon LH, Sears WR, Duggal N. Effects of a cervical disc prosthesis on segmental and cervical spine alignment. *Neurosurg Focus* 2004; 17: E5.
 39. Suetsuna F, Yokoyama T, Kenuka E, Harata S. Anterior cervical fusion using porous hydroxyapatite ceramics for cervical disc herniation: a two-year follow-up. *The Spinal Journal* 2001; 1: 348-57.
 40. Özdemir NG, Saygı T, Köksal NHS, Katar S, Kubilay F, Kılıç K. Posterior Approach in Cervical Disc Herniations. *Istanbul Med J* 2014; 15: 90-4.
 41. Murtagh R, Castellvi AE. Motion preservation surgery in the spine. *Neuroimaging Clin N Am* 2014; 24: 287-94.