The Journal of Turkish Spinal Surgery

Cilt: 24 • Sayı: 2 • Nisan 2013
ss. 169-179

OMURGA CERRAHİSİNİN ÖNCÜLERİ / *FONTIERS OF THE SPINAL SURGERY*

MİNİMAL GİRİŞİMSEL OMURGA CERRAHİSİNİN TARİHÇESİ

THE HISTORY OF THE MINIMAL INVASIVE SPINAL SURGERY

Mehmet ŞİMŞEK*, Sait NADERİ**

ÖZET

19. yüzyılın 2. yarısından itibaren omurga ameliyatları yaygınlaşmıştır. Teknolojinin gelişimine paralel olarak giderek daha kompleks uygulamalar da yapılmaya başlanmıştır. Son 30 yıldaki teknolojik ilerlemeler minimal girişimsel omurga cerrahi tekniklerinin önünü açmıştır. Bu makalede minimal girişimsel omurga cerrahinin tarihi gelişimi gözden geçirilmiştir.

Anahtar sözcük: Minimal girişimsel omurga cerrahi, omurga, omurga cerrahi.

Kanıt Düzeyi: Tarihçe, Düzey V

SUMMARY

Spine procedures was started to be performed in second half of the 19th century. With the time and in paralel to the technological advancement new and more complex spine procedures were performed. Technological advancements allowed development of minimally invasive spine surgery in last 30 years. In this study, history of minimally invasive spine surgery was reviewed.

Key words: Minimally invasive spine surgery, spine, spine surgery

Level of evidence: Historical article, Level V

GİRİŞ

İnsan omurgası iskelet sisteminin en önemli parçasıdır ve bu kemik yapı mükemmel bir şekilde dengeyi sağlar, yükü absorbe eder ve omuriliği korur. Bu mükemmel yapının cerrahiyle bozulması ciddi instabiliteyle sonuçlanır. Kemik, eklem ve sinirden oluşan bu yapının bütünlüğünün olabilecek en az hasarla bozulması amaçlanarak, yıllar içinde minimal girişimsel aletlerin ve mühendisliğin gelişmesine ışık tutmuştur.

Yıllarca her yeni tanımlanan minimal girişimsel cerrahi işlem, klasik açık cerrahi ile karşılaştırılmış, kimi zaman yüz güldürücü sonuç alınamamış, kimi zaman fark bulunmamış fakat bazı minimal girişimsel cerrahi işlemler son derece konfor sağlayıp daha iyi sonuçlar vermiştir.

Antik çağdan başlayarak 20. Yüzyıla birçok hekim ve cerrah kendi deneyim ve birikimlerini kaydetmiş, omurga cerrahisinin gelişimine katkıda bulunmuşlardır.

SERVİKAL BÖLGE

Servikal minimal girişimsel tekniklerin gelişimi diğer minimal girişimlere göre daha yavaş ilerlemiştir, bunun sebebi omurga bölgenin en riskli bölgesi olmasıdır. Diğer bir nedeni ise spondiloz ve disk cerrahisinde anterior mu yoksa posterior mu yaklaşım kavram tartışmasıdır.

Fazla yumuşak doku ve kemik rezeksiyonu, yüksek hospitalizasyon süresi ve postop ağrı nedeniyle ilk endoskopik prosedürler 21. yüzyıl başında tanımlanmaya başlamıştır (17,62). İlk minimal girişimsel cerrahi 1999'da Horgan tarafından odontoid vidalama ile gerçekleşmiştir (33). 2000 yılında Roh tarafından kadavrada (72), 2001 yılında Adamson tarafından klinikte ilk tübüler retraktörlerle minimal girişimsel posterior laminoforaminotomi yapılmıştır (1). Anterior minimal girişimsel cerrahi yine minimal tübüler retraktörlerle endoskopik yöntemlerle 2008 yılında Ruetten ve arkadaşları tarafından yapıldı (74). Aynı yılda Li ve arkadaşları tarafından kadavrada perkütan tekniklerle servikal nükleoplasti bildirilmiştir (50). Wang ve arkadaşları tarafından minimal girişim teknikleri ile ilk kez posterior servikal enstrümentasyon uygulaması olarak yan kitle vidalaması yapıldı (86).

Tsuji 1982 yılında (81) miyleopatili bir hastada ilk kez açık laminoplastiyi tanımladı. Laminoplastinin de minimal girişimsel teknikleriyle uygulaması 2003'te Wang'ın kadavrada (86), 2004'te Perez-Cruet'in (67) klinik uygulamasıyla başlamıştır.

* Nöroşirurji Uzmanı, Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, İstanbul
** Prof. Dr, Nöroşirurji Uzmanı, Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, İstanbul

A.Endoskopik transoral cerrahi:

1962'de Fang ve Ong bir hasta serisinde atlantoaksiyal anomalisi olan hastalarda mikroskopik transoral dekompresyonun sonuçlarını bildirmişlerdir (18). 1989'da 53 hastalık serisiyle Hadley ve arkadaşları da aynı teknikle üst servikal dekompresyon yayınlamışlardır (27). Mikroskop kullanımı ameliyat güvenilirliği ve etkinliğini arttırmıştır, morbiditeyi azaltmıştır, fakat çalışma sahası ile lens arasındaki mesafe ve transoral alanın dar oluşu nedeniyle 2002'de Frampong-Boadu ve arkadaşları ilk kez endoskopik yardımla transoral yolla opere ettikleri 7 hastalık serilerini yayınlamışlardır (24).

Tong ve arkadaşları 2000 yılında üst servikal kompresyon fraktürü bulunan bir hastaya transoral vertebroplasti uygulamıştır (80). Günümüze yaklaştığımızda, Leng ve arkadaşları 2009'da ilk kez endonazal teknikle os odontoideum tedavi etmişlerdir (49).

B.Servikal Mikroendoskopik Posterior Yaklaşım:

İlk zamanlarda önce posterior servikal disk cerrahisi tanımlanmış olsa da anterior servikal cerrahi zamanla daha popüler hale gelmiştir, fakat seçilmiş bazı hastalarda etkinliğini korumuştur. Bunlar lateral herni disk fragmanları, izole foraminal darlıklar, santral darlığı olmayan ve anterior cerrahi sonrası kök ağrısı devam eden multipl foraminal darlığı olan hastalardır. Fakat bu cerrahinin geniş kas diseksiyonu nedeniyle paraspinal kas spazmı ağrı yakınmaları fazladır.

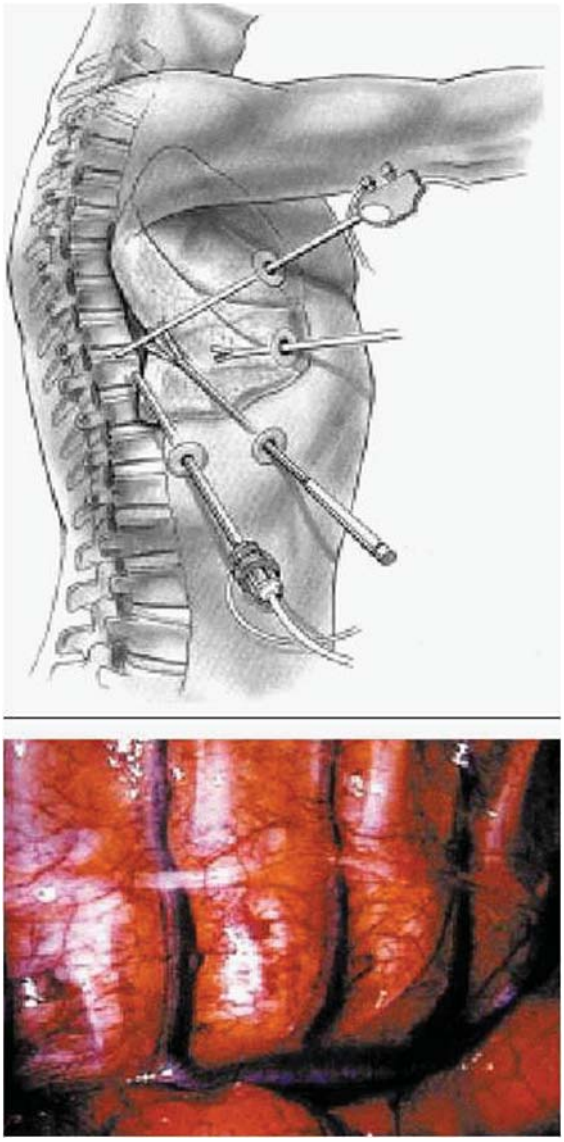
Mikroendoskopik diskektomi (MED) sistemi bu kas spazmı ağrısını, yumuşak doku travmasını minimize etmek, postoperatif konforu sağlamak için geliştirilmiştir. Açık diskektomi ile hemen hemen eşit oranda komplikasyon oranları raporlanmıştır. 2000'de Roh ve arkadaşları MED sistemi ile açık cerrahi yaptıkları seride kök semptomları ve faset oynaması yüzdesinde eşit, hatta MED sisteminde daha iyi sonuçları kadavrada saptamışlardır (72). Endoskopik tübüler kanal ile kas dilatasyonu postoperatif ağrıyı minimalize etmiştir. Bu mükemmel sonuçlar ilk klinik çalışmasını 2002'de Adamson ve Fessler ve Khoo serilerinde de bildirmişlerdir (1,21,44).

Posterior servikal enstrümantasyonda minimal girişimsel cerrahi yaklaşım ilk kez Wong ve arkadaşları tarafından 2000'de tanımlanmıştır (54,90). Servikal enstrümantasyonlu uygulamalarda mikroendoskopik ve video yardımlı minimal girişimsel girişimler henüz son 5 yıl içinde yayınlanmakta ve gelişmektedir(86,87).

TORAKAL BÖLGE

A. Torakoskopik Omurga Cerrahi:

Jacobaeus, Stockholm, İsviçre'de 1910'da ilk torakoskopik prosedürü tanımlamıştır (36). İlk girişimini dahiliyeci bir doktorda tüberküloza bağlı plevral adezyon için sistoskop ve platinyum bir loop ile gerçekleştirmiştir. 1990'larda video görüntüleme sonrasında standart endoskopiyle ilk kez modern torakoskopi girişimi başlamıştır (Şekil-1). Regan ve arkadaşları (ABD) 1993 yılında (71), Rosenthal ve arkadaşları (Avrupa) 1994 yılında (73) ilk kez video torakoskopik cerrahi tekniğini raporlamışlardır.



Şekil-1. Torakoskopik omurga cerrahisinden bir görüntü

Torakoskopik cerrahi prosedürleri; torakal disk hernilerinde, torakal sempatektomilerde, vertebral patolojilerde, abse drenaj ve tümör biyopsilerinde kullanılmıştır. İlerleyen yıllarda skolyoz düzeltme, anterior interbody füzyonda, osteotomilerde, korpektomi ve tümör ve fraktür sonrası vertebral enstruman uygulamalarında da kullanılmıştır.

Torasik disk hernisi cerrahisi ilk kez Benjamin tarafından 1983'te raporlanmıştır (6). İlk minimal girişimli tübüler retraktörlerle minimal girişimsel torakal diskektomi kadavrada 1994'te Horowitz tarafından yapılmıştır (34). İlk klinik cerrahisini yine aynı yılda Rosenthal tarafından (73) ve daha sonra 1999 yılında Jho tarafından (40) uygulanmıştır. Fakat bu yıllarda tanımlanan ve yapılan minimal girişimsel girişimler açık (torakotomi kostotransversektomi, farlateral ekstrakaviter yaklaşımlar) girişimlere göre daha morbiditesi yüksek saptanmıştır. 2005'te Lidar ve arkadaşları tarafından yapılan minimal girişimsel tübüler retraktör kullanımı ile torakal diskektomi daha az morbiditeye yol açmıştır (52). Orta hat veya lateral yerleşim yeri ve disk kalsifikasyonu minimal girişimsel cerrahi kararı belirleyici olmuştur.

Minimal girişimsel torakal pedikül vidalama ilk uygulamaları oldukça morbit sonuçlara yol açmıştır. Minimal girişimsel girişimlerde pedikülün ince olması ve açık cerrahi gibi girişim yerinin iyi seçilememesi, omurilik yaralanması ve nörolojik kayıplara neden olmaktadır ve ayrıca ekstrapediküler uygulamalarda instabiliteyi ortadan kaldıramamakta, yetersiz olmaktadır. Fakat 2008 ve sonrası görüntüleme aracılı (CT-guided) kanüllü vidalarla minimal girişimsel torakal pedikül girişimi başarılı bir şekilde yapılabilmektedir(57,77). Aynı yılda Sextant tarafından tanımlanan bu vidalara perkütan rot yerleştirilmesi sistemi daha da geliştirmiştir. Anand ve arkadaşları 2008'de bu görüntülü aracılı minimal girişimsel sistemle ilk defa skolyoz cerrahi tedavi etmiştir (3). Şans tipi fraktürlerde bu perkütan sistemle başarılı tedavi edilmiştir. Daha sonra ayrıntılı bahsedilecek olan lomber stenozda kullanılan minimal girişimsel tübüler retraktörl aracılı sistem torakal dekompresyon ameliyatında da minimal girişimsel girişim olarak yerini korumaktadır.

B. Posterior ve Posterolateral Endoskopik Cerrahi:

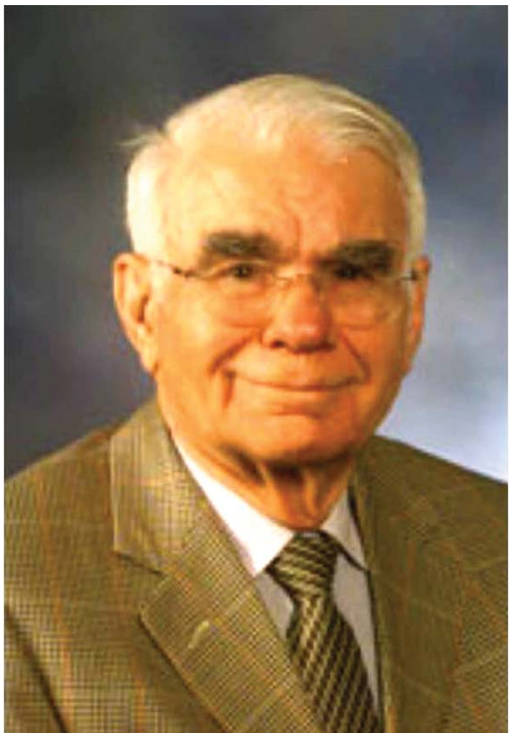
Torakal disk hernilerinde direk posterior ve posterolateral girişimi sağlamak için geliştirilmiştir. Jho 1997 yılında 0˚ ve 70˚, 4 mm boyutlu endoskopla endoskopik transpediküler torasik diskektomi tekniğini tanımlamıştır (40). Bu teknik torakoskopik girişim için gerekli olan göğüs kafesi için ikinci bir insizyon açılmasına ihtiyaç duyulmadığından etkindir.

Chiu ve Clifford düşük enerjili non-ablatif lazer ile torakal diskin küçültülmesi amaçlanan (laser termodiskoplasti) 4 mm, 0˚ endoskopla güvenilir ve etkin posterolateral endoskopik torasik diskektomiyi tanımlamışlardır (10). Isaacs ve arkadaşları tarafından kadavrada (35), Perez-Cruet ve arkadaşları tarafından klinikte aynı yaklaşım METRx (Medtronic Sofamor-Danek, Memphis, Tennessee) sistemi ile tanımlanmıştır (66). Aynı şekilde Kin ve arkadaşları 2008 ve sonrasında torakal korpektomi ve rekonstruksiyon minimal girişimsel olarak tümör ve travmalı hastalarda ve kadavra çalışmalarında uygulamış ve halen uygulamaktadır (45).

LOMBER BÖLGE:

A. Lomber Mikrodiskektomi:

1960'ların ortasında Yaşargil (Şekil-2) tarafından mikroskop ve mikrocerrahi teknikleri geliştirilip morbidite riski düşürülmeye çalışılmıştır (91). Yaşargil öncülüğünde geliştirilen mikrocerrahiyle daha düşük kanama, küçük insizyonlar, patolojik alana iyi hâkimiyet, daha düşük hospitalizasyon süresi, postoperatif konfor ve aktiviteye erken dönüş sağlanmıştır. Sonuç olarak minimal girişimsel omurga cerrahi mikroskop kullanımı teknikleri ile sağlanır, Yaşargil'in de dediği gibi "Ne kadar görürsek o kadar biliriz, ne kadar bilirsek, o kadar görürüz."



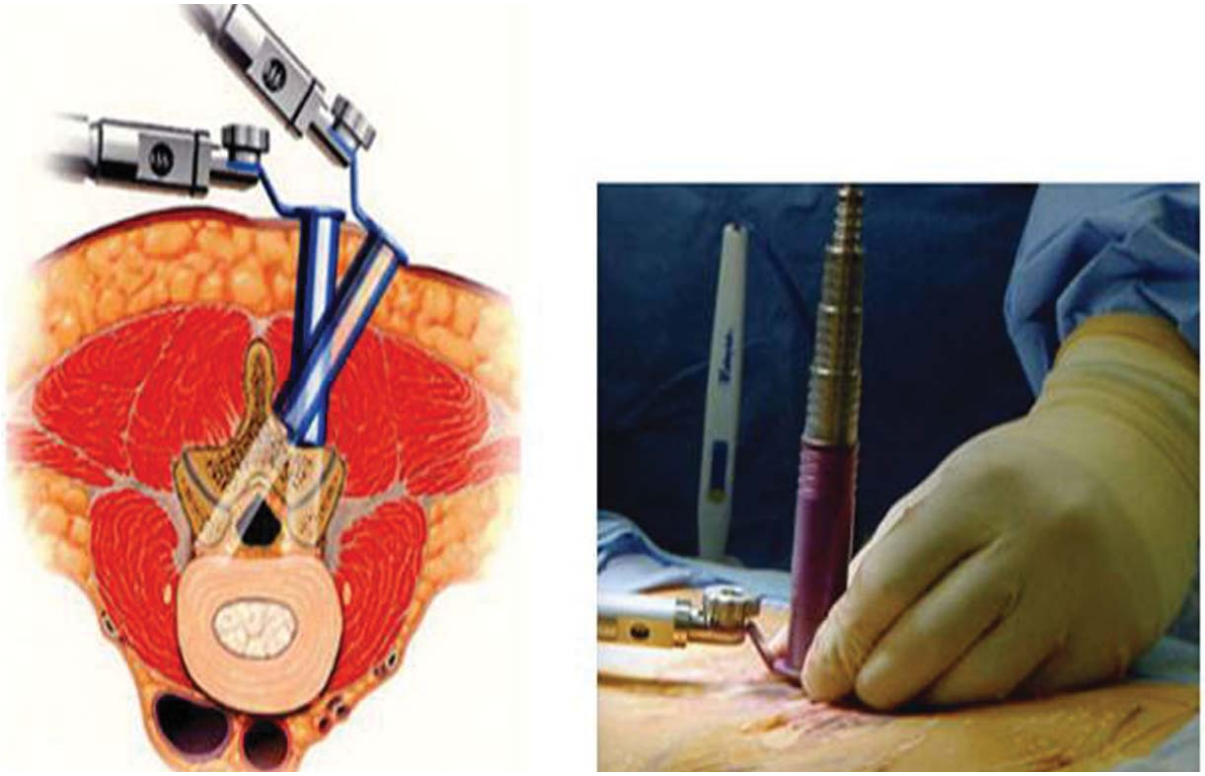
Şekil-2. Dr. Gazi Yaşargil

1968'de Sachdev lomber diskektomilerde binoküler mikroskop kullanımını başlatmıştır (75). İlk dökümentasyonlardan sonra mikrodiskektomi prosedürleri 1977 yılında Yaşargil (91) ve Caspar (9) tarafından raporlanmıştır fakat dünya tarafından tanınması bir sene sonra 1978'de Williams tarafından raporlanan 532 hastalık serisinde olmuştur (88). Bu raporda bazı Las Vegas'taki şov kızlarının da mikrodiskektomik teknikle interlaminer pencereden sadece herniye disk fragmanlarının çıkartılmasıyla başarı sağlaması popülarize olmasında etkili olmuştur. Daha sonra mikrodiskektomik tekniklerle ilgili farklı başarısız yayınlarda ileri sürülmüştür. Bu teknikleri uygulayarak laminoplasti McCulloch 1990'larda tanımlanmıştır (56). İpsilateral laminektomi ile kontralateral, santral, foraminal stenoz dekomprese edilebilmiştir. Daha sonra sterotaktik lomber mikrodiskektomi, intraoperatif MR ile mikrodiskektomi gibi gelişmelerle de bu teknikler ilerletilmiştir.

B. Mikroendoskopik Diskektomi (MED):

Omurga endoskopik girişim ilk 1931'de Burman'nın spinal kord görüntülemek amaçlı miyeloskopi konseptini tanımlamasıyla gerçekleşmiştir (7). 1938'de Pool (70), Burman'ın çalışmasını genişletip kauda equinada dorsal sinir köklerine miyeloskopik inspeksiyonu raporlamıştır. Pool intradiskal endoskopiyi de tanımlamıştır. Miyeloskopi dural kaviteye geniş bir girişim ile yapıldığından morbiditesi yüksektir. Ooi ve arkadaşları cerrahi öncesinde intratekal bölgeye endoskopi denemişler ve endoskopinin araknoidit ve spinal stenoz gibi patolojilerin açıklanmasına olanak verebileceği sonucuna varmışlardır (61). 1970'lerde bahsettiğimiz mikroskop kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır(16,56,62).

Lomber disk tübüler girişimi ilk 1991 yılında Faubert ve Caspar tarafından tanımlanmıştır (9,19) ve tübüler sistem ve küçük el aletlerinin gelişmesi yolunu açmıştır, fakat tübüler rektraksiyonla MED ilk kez Foley ve Smith tarafından raporlanmıştır. İlk Mikroendoskopik diskektomi (MED) Foley ve Smith tarafından 1997 yılında uygulanmıştır, ortopedistler tarafından artroskopik girişimlerin hızla öğrenilmesinden sonra popülarize olmuştur (Şekil-3) (22). 2002'de Fessler ve arkadaşları (21) ile Palmer ve arkadaşları (64) tarafından ilk lomber stenoz minimal girişimsel tübüler retraktörlerle ameliyat edilmiştir. Tübüler retraktörlerle mikroskop kullanımı adaptasyonu 2003 yıllarından sonra birçok beyin cerrahisi tarafından bu tekniklerin kullanılmasına olanak sağlamıştır ve standart mikrodiskektomiyle lateral stenoz ve serbest fragman parçası olan disk hernilerinde de kombine edilebilir. MED küçük insizyon ve daha az doku zararı nedeniyle konforlu bir postoperatif süreç sağlamakla beraber hastanede kalış süresini kısaltır.



Şekil-3. Mikroendoskopik disk cerrahisinden bir

Guiot ve arkadaşları perkütan mikroendoskopik olarak spinal stenozda unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyonu kadavrada uygulamış (26), Khoo ve Fessler (43) klinikte bu tekniği başarılı bir şekilde uygulamıştır. MED tekniği aynı zamanda lateral disk herniasyonlarında, sinovyal kistlerde ve rekürren disk herniasyonlarında da uygulanmıştır.

C. Perkütan Artroskopik Diskektomi:

Ottolenghi (Arjantin) 1955 yılında (63), Cragg (17) ise 1956 yılında ilk kez spinal sırasıyla posterolateral ve anterior biyopsi yapmışlardır. 1975 yılında Hijikata ve arkadaşları lokal anestezi altında poster santral ve parasantral disk hernilerinde intradiskal artroskopik teknikle diski çıkararak perkütan nükleotomiyi tanımlamışlardır (31). Bu teknikte Evans mavisi ile diskografi sonrası 4 mm'lik kanülle lateral anülüste sirküler insizyonla girilip maviyle boyanan nükeus pulposusu pitüiter forsepslerle boşaltılması uygulanmıştır. 1983'te Kambin (Şekil-4) ve Gellman laminektomi sonrası Craig kanülüyle girip diskektomi yapmışlardır (41). 1985'te Onik ve arkadaşları hayvan deneylerinde 2 mm'lik künt tip probla L4-5 ve üstü seviyelerde perkütan diskektomi yapmış, % 75 başarı, % 1 komplikasyon oranı bildirmişlerdir (60). Daha sonra 2-7 mm'lik cam artroskop ile video-diskoskop kombinasyonu tek portal üzerinde geliştirilmiştir. Artroskopik disk cerrahisi posterolateral yaklaşımla da biportal yolla diskin çıkartılmasına olanak sağlıyordu. Aynı yılda Maroon kendine ait prosedürlerle nükleotomiyi otomatik perkütan lomber diskektomi adı altında yayınlamıştır (54). Kambin ilk floroskopi aracılı perkütan lomber diskektomi uygulamasını 1987 yılında uygulamıştır (42).

D. Perkütan Lazer Diskektomi:

Choy ve arkadaşları artroskopik perkütan diskektomi prosedürü ile aynı girişim tekniğini kullanarak perkütan lazer diskektomiyi tanımlamışlardır (12). Ascher ve Heppner lomber disk hernisi tedavisi ile ilk perkütan lazer diskektomiyi tanımlamışlardır (5). Tekniklerinde işlem öncesi intradiskal basıncı ölçüp daha sonra salin manometre ile laser diskektomi yapmışlardır. İntradiskal basıncı azaltacak şekilde en az diskin çıkartılması hedeflenmiştir.

E. Kemonükleozis:

Kemonükleoz nükleus pulposus yapısındaki kondroitin sülfat ve keratin sülfat gibi non kollajen proteinlerin hidrolizidir. 1941'de Jansen ve Balls tarafından papaya bitkisinden kemopapain enzimatik reaksiyonla bulunmuştur (39). 1956'da Thomas tavşanlara kemopapaini intravenöz verip gözyaşı salınımını not etmiştir (78). 1963'te Smith ve arkadaşları



Şekil-4. Prof. Dr. Parviz Kambin

ilk defa kalça tedavisinde nükleus pulpozusa enjekte etmişlerdir (76). Bu şekilde depo proteoglikan ve glikoprotein makromolekülleri ile etkileşerek nüklous pulpozusun ekstrasellüler sıvı miktarını azalttığı saptanmıştır.

F. Lomber Enstrümantasyonlar ve Füzyon:

İlk spinal enstrümantasyon 1891'de Pott hastasına lomber spinöz proses tellemesi ameliyatı ile Hadra tarafından yapılmıştır (28). 1949 yılında Michele ve Krueger ilk pedikül fiksasyonu tanımlamışlar, ilk perkütan pedikül vidalama da 1982 yılında Magerl tarafından eksternal fiksatör kullanılarak yapılmıştır (53). Açık cerrahide paraspinal kas retraksiyonu sonrası rod ve vida yerleştirilmesi ile ilgili gelişmeler teknolojiyle ilerlemiştir.

Klasik orta hat açılışı sonrası vida giriş noktasının uzak lateralde olması ve derin olması enstrümantasyonu zorlaştırmaktadır, bu kadar fazla retraksiyon kasların iskemik retraksiyonuyla ve kronik bel ağrısıyla sonuçlanmaktadır fakat aynı zamanda dekompresyon, diskektomi ve interbody uygulamalar için olanak sağlamaktadır. Orta hat açışının yarattığı komplikasyonlardan ötürü 1988 yılında Wiltse bilateral kas arasından açılışı geliştirmiştir (89). Foley 2001 yılında rodu minimal yerleştirmek için aynı açılıştan Sextant (Medtronik) sistemini geliştirmiştir (23). Aynı minimal girişimsel sistem 2007'de Mantis (Stryker) perkütan girişimsel olarak modifiye edilmiştir. Perkütan girişim sadece kas retraksiyonuna bağlı komplikasyonları minimalize etmesiyle değil medialize son vidanın (delta açısı) vida çekmesi fazlalığıyla üstünlük kurmuştur.

Perkütan faset füzyonu teknikleri Jang ve arkadaşları tarafından 2003 yılında tanımlanmıştır (37). Kronolojik olarak bakarsak ALIF prosedürü Burns tarafından 1933'de (8), PLIF Cloward tarafından 1952'de (13,14), suni disk replasmanı Fernstrom tarafından 1966'da (20), TLIF Harms ve Rolinger tarafından (29) 1982'de tanımlanmıştır. Bütün bu interbody füzyon tekniklerinin minimal girişimsel adaptasyonu 1991'de Obenchain'ın anterior laparoskopik diskektomi yayınlamasıyla başlamıştır (59,62). 1995'te Matthews ve Zucherman ALIF ve suni disk replasmanı tekniklerini birleştirerek minimal girişimsel girişime öncülük etmişlerdir (93). Khoo 2002'de ilk minimal girişimsel PLIF işlemini bildirmiştir (44). 2006'da Holly ve Schwender tübüler retraktörlerle minimal girişimsel TLIF operasyonu rapor etmişler ve iyi sonuçlar bidirmişlerdir (32). Perkütan redüksiyon vidaların tanımlanmasıyla 2008'de Park ve Foley bu teknolojiyi kullanarak grade 1 ve 2 istmik spondilolisteziste PEEK cage ile TLIF prosedürünü uygulamışlar ve deformitenin korreksiyonun açık laminektomi teknikleri kadar iyi sonuç verdiklerini bildirmişlerdir (65).

Daha nadir füzyon girişimleri de tanımlanmıştır. Bunlardan biri uzak lateral ekstrakaviter transpsoas yaklaşımıdır. Direkt lateral transpsoas girişim olan DLIF tekniği Mayer tarafından 1997'de tanımlanmış (55), 1998'de McAffee ve Pimenta tarafından geliştirilmiştir (68). AP ve lateral floroskopi eşliğinde retropertoneal minimal girişimsel uzun tübüler retraktörlerle girişim yapılmaktadır. Bu girişimde lumbosakral pleksus anatomisin psoas ile ilişkisi iyi bilmelidir. 2004 yılında Cragg tarafından transaxial girişim ile AxiaLIF prosedürü tanımlanmıştır (17). L5-S1 füzyonun perianal insizyon ile sakrum ve koksiks anterior yolundan girişimi ile gerçekleşmektedir. Bu yol avasküler fakat uzun bir yoldur. Bu girişim L4-Sakrum arası füzyon için FDA onayı almıştır.

İlk başarılı lomber artrodez ile füzyon 1911 yılında Albee (2) ve Hibbs (30) tarafından yapılmıştır. Venable ve Stuck 1939'da internal fiksasyon tanımlamışlardır (84). Füzyon amaçlı ilk minimal girişimsel prosedürlerin kullanılması 1958'de Cloward'ın kadavradan dondurulmuş kemik ile anterior servikal füzyon gerçekleştirmesi ile yapılmıştır (15). Daha sonra füzyon için kullanılan materyallerin gelişimi başlamıştır. Urist 1965 yılında tavşanda ilk demineralize kemik matrix proteini (BMP) elde etmiştir. 19 yıllık laboratuar çalışmalarının ardından 14 tip BMP izole edilmiştir (83).

Diğer bir minimal girişim tekniği, interspinöz dekompresyon cihaz kullanımı, 2006 yılında Kondrashov ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (46). Bu işlem lokal anestezi altında stenoz segmentinde spinolaminer bileşke interspinöz bölgeye 8,10,12,14 mm çapında cihaz yerleştirilmesi ile uygulanıyor.

VERTEBROPLASTİ:

Omurga sert kortikal bir kafes içinde süngerimsi trabeküler bir yapıdan oluşmaktadır. Kompresif güçler ve tensil strese maruziyet sonrası vertebral yapıda çökme meydana gelebilmektedir. Osteoporoz ve neoplazm vertebral kompresyon fraktürlerine ve sonucunda ağrı, defisit, instabilite ve deformite oluşturabilmektedir. Cerrahi bu hastalarda komorbidite nedeniyle daha da risklidir. Açık pediküler vida fiksasyonu geniş insizyon, osteoporotik vertebraya fiksasyonda teknik olarak zorluk ve artrodezde başarısızlık nedeniyle tatminkar değildir. 1989 yılında çökme kırıklarını Prior kesin yatak istirahati ile non girişimsel olarak tedavi ediyor olsa da yara yeri problemi, derin ven trombozu ile pulmoner emboli ve hospitalizasyon süresi maliyeti açısından da uygulama zorluğu raporlanmıştır

1984 yılında Fransa'da Galibert ve Deramond ilk kez perkütan vertebroplasti uygulaması gerçekleştirmiştir (25). 5 yıl sonrada Lapras ve arkadaşları tarafından ilk uygulamalar raporlanmıştır. Transpediküler yolla polimetilmetakrilat (PMMA) enjekte edilmiştir. Bu uygulama hızlı bir şekilde Avrupa'da popülarize olmuştur fakat ABD'de 1994'e kadar uygulanmamıştır.

KİFOPLASTİ

Sement ekstravazasyonu, infeksiyon oranıartışı, sement toksisitesi, komşu fraktürleri, sagittal balans bozulması nedeniyle 1990'ların ortalarında Reiley ve arkadaşları tarafından kifoplasti tanımlandı (84). 2000 yılında Wong ve arkadaşları tarafından klinikte uygulandı (90).

DİĞER MİNİMAL İNVAZİF GİRİŞİMLER

A. Görüntülü Aracılı Sistem Uygulamaları:

1895'te Roentgen'in radyografiyi, 1896'da Edison'un floroskopiyi ve 1972'de Hounsfield'in bilgisayarlı tomografiyi bulmasından sonra bu görüntüleme araçları intraoperatif kullanılmaya başlanmış, günümüzde 2005'te Medtronik navigasyon O-Arm kullanılmasına kadar ilerlemiştir (62,79).

İlk görüntüleme aracılı teknolojiyi kullanarak yapılan ameliyatı 1995'te Pollack (69) servikomedüller bileşkeye ve Nolte tarafından (58) lomber pedikül vidalama ile yapılmıştır. 1990'ların ortalarında intrakranial ameliyatlar için geliştirilmiş görüntüleme sistemleri vida füzyon ameliyatları içinde adapte edilmiştir. Bu sistemi kullanmak için preoperatif BT ile kemik anatomisinin tanımlanması gerekir.

Nolte ve arkadaşları BT yardımlı pedikül vida fiksasyon ameliyatını ilk tanımlamıştır. Sistemlerinde 2 mm aralıklı BT görüntüleme kullandıklarından genel doğruluk oranının 1,74 mm olduğunu belirtmişlerdir (58). Kızılötesi kamera ile pedikül probuyla giriş noktası görüntüleniyor. Spinöz prosese fiske edilen dinamik referans belirleniyor. Normal kemik landmarkları ile preop BT korelasyonu sağlanıyor ve vida uygulaması yapılıyor. İlk yapılan bu seride yanlış yere vida gönderme oranı %4,3 olarak raporlanmıştır. Choi ve arkadaşları (11), BT eşliğinde floroskopik hedef noktayla pedikül vida fiksasyonu raporlamışlardır. İntraoperatif AP ve lateral floroskopiyle girişi noktası ve derinlik hesaplanıyor ve CT ile karşılaştırılıyor. Başarı oranlarında değişiklik gözlemlememişlerdir.

B. Robotik Omurga Cerrahisi:

1. jenerasyon CT aracılı görüntülü sistem intraoperatif navigasyonu ile pedikül vidalama ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Laine ve arkadaşlarının 2000 yılında yaptığı randomize kontrollü 100 hastalık seride pedikül perforasyonu konvansiyonel yöntemde %13,4, CT aracılı navigasyon yöntemde %4,6 olarak bildirilmiştir (47). 2001 yılında Arand ve arkadaşları, 2009 yılında Li ve arkadaşları dışında birçok çalışmada CT aracılı navigasyon sistemle pedikül vidalamada konvansiyonel yönteme göre daha az potansiyel risk bildirimiştir (4,42). Li ve arkadaşlarının çalışmasında 4mm'lik pedikül perforasyonu konvansiyonel yöntemde %1,4 (4/277) saptanmış, CT aracılı navigasyonlu sistemde hiç saptanmamıştır, bu sonuçlar istatiksel olarak anlamlı bulunmamıştır, çalışmasında CT aracılı navigasyon sisteminin süreyi uzatmasına bağlı morbiditeyi arttırdığından da söz edilmektedir (51).

Pedikül vidalama skolyoz cerrahisinde en sık ve en iyi yöntem olarak kullanılmaktadır. CT aracılı navigasyon sistemleri skolyoz korreksiyonu cerrahisindede son yıllarda konvansiyonel yöntemin yerini almaya başlamıştır. Bilindiği gibi nöral ve vasküler yaralanma, vida malpoziyonu bu cerrahinin en önemli komplikasyonlarıdır. İlk defa Merloz ve arkadaşları 1998'de bu navigasyon sistemini skolyozda kullanmış 28 pedikül vidasında 4 vida malpozisyonu bildirmişlerdir(57). 2009 yılında Nakanishi ve arkadaşlarının 264 hastalık serisinde Neo klasifikasyonuna göre 11 total deviasyon saptamış hiçbir nöral ve vasküler yaralanma raporlamamışlardır. Kotani ve arkadaşlarının retrospektif kohort konvansiyonel yöntemle CT aracılı navigasyonlu sistemi karşılaştıran çalışmasında sırasıyla %11 ve %1,8 vida perforasyonu saptamışlardır. Yang ve arkadaşları 10 hastalık serisinde adolesan skolyoz cerrahisinde de aynı sonuçları elde etmişlerdir (92). Nai Feng Tian'ın 2011 yılında yaptığı bir meta-analizinde birçok çalışmada CT aracılı navigasyon sistemleri ile yüksek doğruluk oranları bildirilmiştir (77). Verma ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptığı bir meta-analiz çalışmasında yayınlanmış 23 raporda navigasyon sistemli 1838 vidanın doğruluk oranını %93,3, navigasyonsuz 2437 vidanın doğruluk oranını %84,7 olarak bildirmiştir (85). %99'lara ulaşan doğruluk oranları bildiren çalışmalarda mevcuttur.

CT aracılı navigasyonlu sistemler son on yılda sakral-lomber ve torakal bölgede sıkça kullanılmakta olup servikal bölge ve hatta kranioservikal bölgede de kullanıldığına dair yayınlar çıkmaya başlamıştır. Bunlardan en ilerisi Uehara'nın 2012'de atlantoaksiyal instabilitesi olan 20 olguya CT aracılı navigasyonla Magerl tekniği kullanarak C1-C2 transartiküler vida fiksasyonudur (82). Lee'ninde 2000 yılında transoral robotik cerrahi kadavra çalışması olmuştur (48).

Son 1-2 senede 2. Jenerasyon CT aracılı robotik cerrahi yaygınlaşmaya başlamış fakat henüz bu teknolojiyle ilgili randomize bir çalışma bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

1- Adamson TE. Microendoscopic posterior cervical laminoforaminotomy for unilateral radiculopathy: results of a new technique in 100 cases. J Neurosurg 2001; 95 (1 Suppl): 51–57.

2- Albee FH. Transplantation of a portion of the tibia into the spine for Pott's disease. A preliminary report. JAMA 57: 885– 886, 1911

3- Anand N, Baron EM, Thaiyananthan G, Khalsa K, Goldstein TB. Minimally invasive multilevel percutaneous correction and fusion for adult lumbar degenerative scoliosis: a technique and feasibility study. J Spinal Disord Tech 2008; 21: 459-67.

4- Arand M, Hartwig E, Hebold D, Kinzl L, Gebhard F. Precision analysis of navigation-assisted implanted thoracic and lumbar pedicled screws. A prospective clinical study. Unfallchirurg 2001; 104: 1076-1081.

5- Ascher PW, Heppner F. CO2-Laser in neurosurgery. Neurosurg Rev 1984; 7: 123–133.

6- Benjamin V. Diagnosis and management of thoracic disc disease. Clin Neurosurg 1983; 30: 577–605.

7- Burman MS. Myeloscopy or the direct visualization of the spinal cord and its contents. J Bone Joint Surg 1931; 13: 695–696.

8- Burns BH. An operation for spondylolisthesis. Lancet 1933; 1: 1233.

9- Caspar W. A new surgical procedure for lumbar disc herniation causing less tissue damage through a microsurgical approach. Advances in Neurosurgery 1977; 4: 74–80.

10- Chiu JC, Clifford TJ, Greenspan M, Richley RC, Lohman G, Sison RB. Percutaneous microdecompressive endoscopic cervical discectomy with laser thermodiskoplasty. Mt Sinai J Med 2000; 67: 278–282.

11- Choi WW, Green BA, Levi AD. Computer-assisted fluoroscopic targeting system for pedicle screw insertion. Neurosurgery 2000; 47: 872–878.

12- Choy DS. Response of extruded intervertebral herniated discs to percutaneous laser disc decompression. J Clin Laser Med Surg 2001; 19: 15–20.

13- Cloward RB. The treatment of ruptured lumbar intervertebral disc by vertebral body fusion. III. Methods and use of banked bone. Ann Surg 1952; 136: 987–992.

14- Cloward RB. The treatment of ruptured lumbar intervertebra1discs by vertebral body fusion. I. Indications, operative technique, after care. J Neurosurg 1953; 10: 154-168.

15- Cloward RB. The anterior approach for removal of ruptured cervical discs. J Neurosurg 1958; 15: 602–617.

16- Coric D, Adamson T. Minimally invasive cervical microendoscopic laminoforaminotomy. Neurosurg Focus 2008; 25: E2.

17- Cragg A, Carl A, Casteneda F, Dickman C, Guterman L, Oliveira C. New percutaneous access method for minimally invasive anterior lumbosaccral surgery. J Spinal Disord Tech 2004; 17: 21–28.

18- Fang HSY, Ong GB. Direct anterior approach to the upper cervical spine. J Bone Joint Surg 1962; 44-A: 1588–1604.

19- Faubert C, Caspar W. Lumbar percutaneous discectomy. Initial experience in 28 cases, Neuroradiology 1991; 33: 407-410.

20- Fernström U. Arthroplasty with intercorporal endoprothesis in herniated disc and in painful disc. Acta Chir Scand 1966; 357: 154-159.

21- Fessler RG, Khoo LT. Minimally invasive cervical microendoscopic foraminotomy: an initial clinical experience. Neurosurgery 2002; 51 (5 Suppl): S37-45.

22- Foley KT, Smith MM. Microendoscopic discectomy. Tech Neurosurg 1997; 3: 301–307.

23- Foley KT, Gupta SK, Justis JR, Sherman MC. Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine. Neurosurg Focus 2001; 10 (4): E10.

24- Frempong-Boadu AK, Faunce WA, Fessler RG: Endoscopically assisted transoral-transpharyngeal approach to the craniovertebral junction. Neurosurgery 2002; 51 (5 Suppl): S60-66.

25- Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. Neurochirurgie 1987; 233: 166–168 (Fr).

26- Guiot BH, Khoo LT, Fessler RG. A minimally invasive technique for decompression of the lumbar spine. Spine 2002; 27: 432– 438.

27- Hadley MN, Spetzler RF, Sonntag VK. The transoral approach to the superior cervical spine. A review of 53 cases of extradural cervicomedullary compression. J Neurosurg 1989; 71: 16-23.

28- Hadra BE. Wiring the spinous process in Pott's disease. Trans Am Orthop Assoc 1891; 4: 206–208.

29- Harms J, Rolinger H. A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses: dorsal traction-reposition and anterior fusion (author's transl)[Article in German]. Z Orthop Ihre Grenzgeb 1988; 120(3): 343-347.

30- Hibbs RA. An operation for progressive spinal deformities. NY Med J 1911; 93: 1013–1016.

31- Hijikata S. Percutaneous nucleotomy. A new concept technique and 12 years' experience. Clin Orthop 1989; 238: 9–23.

32- Holly LT, Schwender JD, Rouben DP, Foley KT. Minimally invasive transforaminal interbody fusion: indications, technique, and complications. Neurosurg Focus 2006; 20 (3): E6.

33- Horgan MA, Hsu FP, Frank EH. A novel endoscopic approach for anterior odontoid fixation: technical note. Minim Invasive Neurosurg 1999; 42: 142–145.

34- Horowitz MB: Thoracic discectomy using video assisted thoracoscopy. Spine 1994; 19: 1082-1086.

35- Isaacs RE, Podichetty VK, Sandhu FA, Santiago P, Spears JD, Aaronson O, Kelly K, Hrubes M, Fessler RG. Thoracic microendoscopic discectomy: a human cadaver study. Spine 2005; 30: 1226–1231.

36- Jacobaeus HC. Possibility of the use of the cystoscope for investigation of serious cavities. Munch Med Wochenschr 1910; 57: 2090–2092.

37- Jang JS, Lee SH, Lim SR. Guide device for percutaneous placement of translaminar facet screws after anterior lumbar interbody fusion. Technical note. J Neurosurg 2003; 98: 100–103.

38- Jang JS, Lee SH, Clinical analysis of percutaneous facet screw fixation after anterior lumbar interbody fusion. J Neurosurg Spine 2005; 3(1): 40-46.

39- Jansen EF, Balls AK. Chymopapain: a new crystalline proteinase from papaya latex. J Biol Chem 1941; 137: 459–460.

40- Jho HD. Endoscopic transpedicular thoracic discectomy. Neurosurg Focus 2000; 9 (4): e4.

41- Kambin P, Gellman H. Percutaneous lateral discectomy of the lumbar spine: a preliminary report. Clin Orthop 1983; 174: 127–132.

42- Kambin P, Brager MD. Percutaneous posterolateral discectomy. Anatomy and mechanism. Clin Orthop Relat Res 1987; 223: 145–154.

43- Khoo LT, Fessler RG: Microendoscopic decompressive laminotomy for the treatment of lumbar stenosis. Neurosurgery 2002; 51 (5 Suppl): S146–S154.

44- Khoo LT, Palmer S, Laich DT, Fessler RG. Minimally invasive percutaneous posterior lumbar interbody fusion, Neurosurgery 2002; 51 (5 Suppl): 166-171.

45- Kim DH, O'Toole, JE, Ogden AT, Eichholz KM, Song J, Christie SD, Fessler RG. Minimally invasive posterolateral thoracic corpectomy: cadaveric feasibility study and report of four clinical cases. Neurosurgery 2009; 64: 746–753.

46- Kondrashov DG, Hannibal M, Hsu KY, Zucherman JF. Interspinous process decompression with the X-STOP device for lumbar spinal stenosis. A 4-year follow-up study. J Spinal Disord Tech 2006; 19: 323–327.

47- Laine T, Lund T, Ylikoski M, Lohikoski J, Schlenzka D. Accuracy of pedicle screw insertion with and without computer assistance: a randomised controlled clinical study in 100 consecutive patients. Eur Spine J 2000; 9: 235-240.

48- Lee JY, O'Malley BW, Newman JG, Weinstein GS, Lega B, Diaz J. Transoral robotic surgery of craniocervical junction and atlantoaxial spine: a cadaveric study. J Neurosurg Spine 2010; 12: 13-18.

49- Leng LZ, Anand VK. Endonasal endoscopic resection of an os odontoideum to decompress the cervicomedullary junction: a minimal access surgical technique. Spine 2009; 34: E139-143.

50- Li J, Yan DL, Zhang ZH. Percutaneous cervical nucleoplasty in the treatment of cervical disc herniation. Eur Spine J 2008; 17: 1664–1669.

51- Li SG, Sheng L, Zhao H. Computer-assisted navigation technique in the spinal pedicle screw internal fixation. J Clin Rehabil Tissue Eng Res (Chin) 2009; 13: 3365-3369.

52- Lidar Z, Lifshutz J, Bhattacharjee S, Kurpad SN, Maiman DJ. Minimally invasive, extracavitary approach for thoracic disc herniation: technical report and preliminary results. Spine J 2006; 6: 157–163.

53- Magerl F. External skeletal fixation of the lower thoracic and lumbar spine. In: Uhthoff HK, Stahl E (eds). Current Concepts of External Fixation of Fractures. New York, Springer- Verlag, 1982; pp: 353–366.

54- Maroon JC. Current concepts in minimally invasive discectomy. Neurosurgery 2002; 51 (Suppl 2): 137-145.

55- Mayer HM. A new microsurgical technique of minimally invasive anterior lumbar spine fusion. Spine 1997; 22: 691–699.

56- McCulloch JA. Microsurgery for lumbar disc disease. In: An HS, Riley LH (Eds.) An Atlas of Surgery of the Spine. London (UK), Martin Dunitz Ltd., 1998.

57- Merloz P, Tonetti J, Pittet L, Coulomb M, Lavalleé S, Sautot P. Pedicle screw placement using image guided techniques. Clin Orthop Relat Res 1998; 354: 39–48.

58- Nolte LP, Zamorano LJ, Jiang Z, Wang Q, Langlotz F, Berlemann U. Image-guided insertion of transpedicular screws. A laboratory set-up. Spine 1995; 20: 497–500.

59- Obenchain TG. Laparoscopic lumbar discectomy: case report. J Laparoendosc Surg 1991; 1: 145–149.

60- Onik G, Helms CA, Ginsberg L, Hoagland FT, Morris J. Percutaneous lumbar discectomy using a new aspiration probe. Radiology 1985; 155: 251.

61- Ooi Y, Sato Y, Morisaki N. Myeloscopy: the possibility of observing the lumbar intrathecal space by use of an endoscope. Endoscopy 1973; 5: 901–906.

62- Oppenheimer JH, De Castro I, McDonnel DE. Minimally invasive spine technology and minimally invasive spine surgery: a historical review. Neurosurg Focus 2009; 27 (3): E9.

63- Ottolenghi CE. Diagnosis of orthopaedic lesions by aspiration biopsy; results of 1,061 punctures. J Bone Joint Surg 1955; 37: 443–464.

64- Palmer S, Turner R, Palmer R. Bilateral decompression of lumbar spinal stenosis involving a unilateral approach with the microscope and tubular retractor system. J Neurosurg 2002; 97 (2 Spine Suppl): 213–217.

65- Park P, Foley KT. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with reduction of spondylolisthesis: technique and outcomes after a minimum of 2 years' follow-up. Neurosurg Focus 2008; 25: E16.

66- Perez-Cruet MJ, Kim BS, Sandhu F, Samartzis D, Fessler RG. Thoracic microendoscopic discectomy. J Neurosurg Spine 2004; 1: 58–63.

67- Perez-Cruet MJ, Wang MY, Samartzis D. Microendoscopic cervical laminoplasty and laminectomy. In: Kim DH, Fessler RG, Egan JJ (eds), Endoscopic Spine Surgery and Instrumentation. New York, Thieme, 2004; pp: 74–87.

68- Pimenta L, Diaz RC, Guerrero LG. Charité artificial disc retrieval: use of a lateral minimally invasive technique. Technical note. J Neurosurg Spine 2006; 5: 556–561.

69- Pollack IF, Welch W, Jacobs GB, Janecka IP. Frameless stereotactic guidance. An intraoperative adjunct in the transoral approach for ventral cervicomedullary junction decompression. Spine 1995; 20: 216–220.

70- Pool JL: Direct visualization of dorsal nerve roots of the cauda equina by means of a myeloscope. Arch Neurol Psychiatr 39: 1308–1312, 1938

71- Regan JJ, Mack MJ, Picetti GD II. A comparison of VAT to open thoracotomy in thoracic spinal surgery. Presented at the Scoliosis Research Society Meeting. Dublin, September 18–23, 1993.

72- Roh SW, Kim DH, Cardos AC, Fessler RG. Endoscopic foraminotomy using MED system cadaveric specimens. Spine 2000; 25: 260–264.

73- Rosenthal D, Rosenthal R, de Simone A. Removal of a protruding thoracic disc using microsurgical endoscopy. A new technique. Spine 1994; 19: 1087–1091.

74- Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G. Full-endoscopic anterior decompression versus conventional anterior decompression and fusion in cervical disc herniations. Int Orthop 2009; 33: 1677–1682.

75- Sachdev VP. Microsurgical lumbar discectomy: a personal series of 300 patients with at least 1 year follow-up. Microsurgery 1986; 7: 55–62.

76- Smith L, Garvin PJ, Gesler RM, Jennings R.B. Enzyme dissolution of the nucleus pulposus. Nature 1963; 198: 1311–1312.

77- Tian NF, Huang QS, Zhou P, Zhou Y, Wu RK, Lou Y, Xu HZ. Pedicle screw insertion accuracy with different assisted methods: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. Eur Spine J 2011; 20: 846–859.

78- Thomas L. Reversible collapse of rabbit ears after intravenous papain, and prevention of recovery by cortisone. J Exp Med 1956; 104: 245–252.

79- Thongtrangan I. Minimally invasive spinal surgery: a historical perspective. Neurosurg Focus 2004; 16 (1): 13.

80- Tong FC, Cloft HJ. Transoral approach to cervical vertebroplasty for multiple myeloma. AJR Am J Roentgenol 2000; 175: 1322-1324.

81- Tsuji H. Laminoplasty for patients with compressive myelopathy due to so-called spinal canal stenosis in cervical and thoracic regions. Spine 1982; 7: 28-34.

82- Uehara M, Takahashi J, Hirabayashi H, Hashidate H, Ogihara N, Mukaiyama K, Kato H. Computer-assisted C1-C2 transarticular screw fixation "Magerl technique" for atlantoaxial instability. Asian Spine J 2012; 6: 168-177.

83- Urist MR. Bone: formation by autoinduction. Science 1965; 150: 893– 899.

84- Venable CS, Stuck WG. Electrolysis-controlling factor in the use of metals in treating fractures. JAMA 1939; 3: 349.

85- Verma R, Krishan S, Haendlmayer K, Mohsen A. Functional outcome of computer-assisted spinal pedicle screw placement: a systematic review and meta-analysis of 23 studies including 5,992 pedicle screws. Eur Spine J 2010; 19: 370-375.

86- Wang MY, Green BA, Coscarell E, Baskaya MK, Levi AD, Guest JD. Minimally invasive cervical expansile laminoplasty: an initial cadaveric study. Neurosurgery 2003; 52: 370–373.

87- Wang MY, Prusmack CJ, Green BA, Gruen JP, Levi AD. Minimally invasive lateral mass screws in the treatment of cervical facet dislocations: technical note. Neurosurgery 2003; 52: 444– 448.

88- Williams RW. Microlumbar discectomy: a conservative surgical approach to the virgin herniated lumbar disc. Spine 1978; 3: 175-182.

89- Wiltse LL, Spencer CW. New uses and refinements of the paraspinal approach to the lumbar spine. Spine 1988; 13: 696–706.

90- Wong WH, Reiley MA, Garfi SR. Vertebroplasty/kyphoplasty: J Women's Imaging 2000; 2: 117–124.

91- Yasargil MG. Microsurgical operation of herniated lumbar disc. Adv Neurosurg 1977; 4: 81.

92- Yang LL, Chen HJ, Chen DY. Clinical applications of computer assisted navigation technique in scoliosis surgery. Orthop J Chin (Chin) 2007; 15: 1773–1776.

93- Zucherman JF, Zdeblick TA, Bailey SA, Mahvi D, Hsu KY Kohrs D. Instrumented laparoscopic spinal fusion. Preliminary results. Spine 1995; 20: 2029–2035.

Adres: Prof. Dr. Sait Naderi, Nöroşirurji Uzmanı, Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, İstanbul
Tel.: 0532 262 13 18
e-Mail: saitnaderi@yahoo.com
Geliş Tarihi: 1 Ocak 2013
Kabul Tarihi 30 Mart 2013