

Lumbar Spinal Stenozda Unilateral Minimal İnvaziv Cerrahi ile Bilateral Spinal Kanal Dekompresyonu

Bilateral Decompression of Lumbar Spinal Stenosis Involving a Unilateral Approach with Microinvasive Surgery

ÖZ

AMAÇ: Biz bu prospektif klinik serimizle spinal stenosis tanısı almış ve unilateral yaklaşımla bilateral lomber spinal kanal dekompresyonu (UYSKD) yaptığımız olguların, hem Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRG), hem de klinik takibini yaparak bu cerrahi yaklaşımın sonuçlarını sunmayı amaçladık.

YÖNTEMLER: Tek cerrah (KK) tarafından gerçekleştirilen ve 15 olguyu içeren bu seride, tüm olgular unilateral mikroinvaziv yaklaşımla bilateral spinal lomber kanal dekompresyonu uygulanmıştır. Olgulardan genel anestezi altında 10, epidural-spinal anestezi ile 5 olgu opere edilmiştir. Tüm olguların yaş dağılımı 35 ile 76 arasında olup ortalama yaş 65,5 ve kadın erkek oranı 6/9 dur. Olgular ortalama 1,6 yıl izlenmiştir. Ek patolojileri olanlar bu çalışmaya alınmamışlardır. Toplam 19 seviye dekomprese edilmiş, ortalama operasyon süresi her mesafe için 40 dakikadır. Kan kaybı ortalama her seviye için 30 cc ölçülmüştür. Olguların tümünde şiddetli semptomatik stenoz mevcuttu. Tüm olguların operasyon öncesi ve sonrası lomber spinal kanal çapı ölçülerek p değeri ölçülmüş ve $p<0.01$ gibi anlamlı bulunmuştur. Tüm olguların postoperatif 1 gün, 1 hafta, 6 hafta ve 6 ay, 1 ve 2 yıl nörolojik muayeneleri planlanmış ve spinal kanal çapları ölçülmüştür. Olgular, Visual Analog Skalası (VAS) ile değerlendirilmiştir.

SONUÇ: Mikroinvaziv unilateral lomber spinal kanal dekompresyonu, nörolojik kladukasyonlu semptomatik hastalarda, operasyonun kısa sürmesi, doku travmasının çok az olması ve tek taraflı lomber adale kolonunun intakt kalması, enstrümantasyon kullanmadan efektif spinal kanal çapının oluşturulması, interspinöz ligamentlerin ve laminanın sağlam kalması, morbiditenin kabul edilebilir olması, hastanın erken mobilize olması ve kan kaybının olmaması gibi avantajlarından dolayı, özellikle de yaşlı gruptaki bu hastalarda tercih edilmesi gereken alternatif bir spinal stenoz dekompresyon ameliyatıdır. Ortalama 1,5 yıllık outcome sonuçları mükemmeldir. Daha net sonuçlar için daha geniş ve daha uzun süreli takiplerimize ihtiyaç vardır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Bilateral spinal kanal dekompresyonu, Spinal stenoz, Minimal invaziv cerrahi, Tek taraflı yaklaşım

ABSTRACT

OBJECTIVE: Through this prospective series we have aimed to show magnetic resonance images track the patients and emphasize the results of the cases diagnosed as "spinal stenosis" which were operated with the unilateral approach using bilateral lumbar spinal channel decompression.

METHODS: This 15-case series has been operated by only one surgeon (KK) and all cases were completed through the unilateral microinvasive approach and bilateral spinal lumbar channel decompression. Ten cases were operated under general anesthesia and 5 cases were operated under epidural-spinal anesthesia.

RESULTS: The age range of the cases was 35-76. The average 65.5 and the female to male ratio was 6/9. The cases were followed 1.6 years on average. Those with additional pathologies were not included in this study. In total, 19 levels were decompressed and the average operating duration for each level was 40 minutes. Blood loss averaged around 30 cc for each level. All cases had "severe symptomatic stenosis". The diameter of the spinal canal was measured preoperatively and postoperatively and the P value was to be found significant statistically. All cases were planned to undergo a neurological examination 1 day, 1 week, 6 weeks, 6 months and 1 and 2 years postoperatively and the spinal channel radius was measured. Cases were evaluated with the visual analog scale (VAS).

CONCLUSION: Microinvasive unilateral lumbar spinal canal decompression is recommended for older aged "symptomatic neurological claudication" patients due to the following advantages: short operation duration, minimum tissue loss, having one-sided "lumbar muscle "column intact, formation of effective spinal channel radius without using instrumentation, having "interspinous ligaments and lamina" intact, acceptable morbidity, early mobilization of the patient and no blood loss. Results in the following 1.5 years were excellent. For more definite results, longer termed and wide ranged tracking is required.

KEY WORDS: Bilateral spinal canal decompression, Lumbar spine, Minimally invasive surgery, Spinal stenosis, Unilateral approach

Kadir KOTİL
Mustafa AKÇETİN
Ufuk KUŞÇUOĞLU
Murat KALAYCI
Turgay BİLGE

Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Nöroşirürji Kliniği, İstanbul

Geliş Tarihi: 05.05.2005

Kabul Tarihi: 24.06.2005

Bu makale, 2005 Antalya'daki
'7. International Congress of Eurospine'de
poster olarak sunulmuştur.

Yazışma adresi:

Kadir KOTİL

Bağdat Cad. Hasan Ali Yücel Sk. 34/14

Çiftelavuzlar, İstanbul

Tel : 0212 530 60 38

Faks : 0212 529 44 60

E-posta: kadirkotil@superonline.com

kadirkotil@gmail.com

GİRİŞ

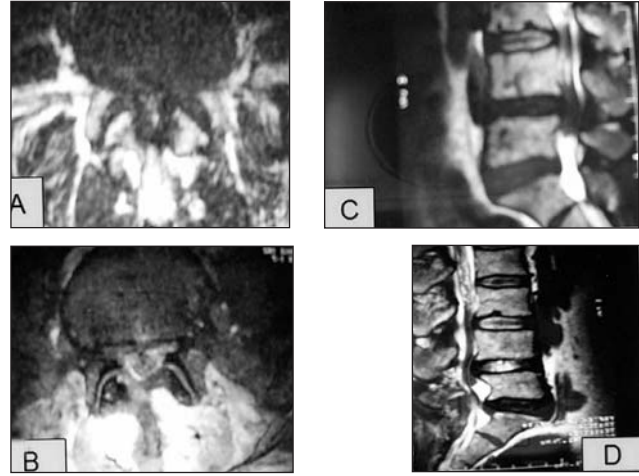
Spinal stenozun nöral kompresyon yaptığı daha 1911 yıllarında Bailey ve Casamajor tarafından açıklanmıştır. Cerrahi tedavisi ise, 1900 başlarında laminektomi ile yapılmıştır (7). Ama gerçek anlamda spinal stenozun tanımını Verbeist 1954 yılında yapmıştır (34). Yıllar sonra unilateral yaklaşımla bilateral spinal kanal dekompresyonu tekniği ve sonuçları tanımlanmıştır (18,22,26,36).

Spinal cerrahide minimal invaziv prosedürler tanımlanmışsa da bu tekniklerden bir çoğu yaşlı ve ileri derecede spinal stenozu olan olgularda hala başarı oranı çok yüksek değildir (5,12,13,20,24,35). Biz prospektif yaptığımız bu çalışmada da vurgulamaya çalıştığımız gibi ileri lomber stenoz spinal kanal içi cerrahi manipulasyonu güçleştirmektedir. Bu makalede, halen klinik çalışması devam eden, kanal çapı 5 mm altında olan semptomatik spinal stenozlu olgularda gerçekleştirilen mikroinvaziv unilateral lomber spinal kanal dekompresyonu ile yaptığımız 15 olgunun sonuçları açıklanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Çalışmanın sonuçlarını etkilememesi açısından cerrahi müdahale tek cerrah (KK) tarafından yapılmıştır. Total 19 vertebra-disk seviyesi dekompresyon edildi. 10 olgu genel anestezi altında opere edilirken, 5 olgu ise sistemik nedenlerden dolayı spinal anestezi ile opere edilebilmiştir.

Ortalama yaş 65.5 olup, en genç hasta 35, en yaşlı hasta ise 76 dır. Olguların kadın erkek dağılımı 6/9 dur. Ortalama semptom süreleri 45 ay olup, semptomlar, 4 ay ile 220 ay arasında değişiklik gösteren hastalardan oluşmaktadır. En sık saptanan semptom bel ağrısı ve yürüme mesafesinde kısımla olarak tespit edilmiştir. Bel ağrısı şikayeti olan olgu sayısı 12 dir. 14 olgu da minor nörolojik defisit, 1 olgu da major defisit mevcuttu (kauda equina sendromu). Tümünde yürüme mesafesi en az 15, en çok 100 metre arasında değişmektedir. Ortalama yürüme mesafesi 44 metredir. Olguların tümüne operasyon öncesi ve sonrası (kontrastli) MRG ile lomber spinal kanal çapı ölçülmüş ve sonuçlar kaydedilmiştir (Şekil 1). Operasyon öncesi ve sonrası spinal kanal çapı değerlerine bakıldığında $p < 0.01$ den daha büyük bulunmuştur. Ayrıca hastaların postoperatuar 1. gün, 1. hafta, 3. ay, 6. ay 1. yıl ve 2. yıl şeklinde ağrı ve yürüme mesafesi ölçülmüş ve bu değerler VAS skalası ile sonuçlar değerlendirilmiştir.



Şekil 1: 64 Y, E. Yürüme mesafesi 50 m altında olan nörojenik kladukasyonlu erkek hastada, operasyon öncesi MRG de L4-L5 mesafesinde sagittal (A) ve axial (B) kesitlerinde, spinal stenoz seçilmektedir (kanal çapı 4.3mm). Operasyon sonrası kontrastlı sagittal (C) ve axial (D) kesitlerde dural sak'ın dekompresyon edildiği ve efektif spinal kanal varlığı seçilmektedir (post operatuar. kanal çapı:16mm).

CERRAHİ METOD

Hastaların tümü standart laminektomi yaklaşımı ile cerrahiye hazırlanmıştır. Hiçbir olgu da floroskopi ile mesafe kontrolü yapılmamış ve ortalama insizyon uzunluğu 4 cm olarak ölçülmüştür. Olguların tümünde stenozun nedeni ligamentum flavum hipertrofisi ile birlikte spondiloartroz idi. 2 olguda ek olarak 4 mesafe diskektomi uygulanmıştır. Nöral doku kompresyonunun fazla olduğu taraf cerrahi taraf olarak seçilmiştir. Tek taraflı total hemilaminektomi yapıldıktan sonra posterior duranın arkasından kalsifiye ligamentum flavumun ve spinal kanalı daraltan spinöz proses ventral yüzü Kerrison ronjur ile rezeksiyonu sağlanmıştır. Çok dar kanalı olan olgularda toplam 3 olgu olmak üzere, yüksek devirli tur kullanılmıştır. Daha sonra karşı tarafa ya turla ya da ince uçlu Kerrison ronjurla kontralateral sublaminar Ligamentum flavektomi ve foraminotomi ile yeterli dekompresyon uygulandıktan sonra işleme son verilmiştir. Toplam cerrahi süre 40 dakikadır. Kontralateral görüş açısını, mikroskopun bakış açısını ayarlayarak ve de hasta aynı tarafa yatırılarak, karşı taraf cerrahi görüş sahası artırılabilir. Bu işlem cerrahi insizyonun ve dekompresyon sahasının küçük kalmasına yardımcı eder.

SONUÇLAR

Toplam 19 semptomatik spinal stenozlu seviyenin opere edildiği bu yaklaşımda, 4 olgu da iki mesafe spinal stenoz mevcuttu. Etkilenen mesafeler, 10 (%66.6) olgu ile L4-5, 2 olgu (%13.2) ile L3-4 ve 3 olgu (%20.4) ile de L5-S1 seviyeleri idi. Sadece iki olguda diskektomi uygulanmıştır. Her mesafe için ortalama cerrahi süre 40 dakika ve kan kaybı ortalama 30 cc idi. Hiçbir olgu reopere edilmemiş ve kontrol MRG ile komplet kanal dekompresyonu yapıldığı teyit edilmiştir. Dekompresyon edilen mesafelerin ortalama spinal kanal çapı 4.54 mm iken bu değer operasyon sonrası en az çapla 11 mm ve en geniş çapla 16 mm ye kadar artırılabilmiştir. Post-operatuvar ortalama kanal çapı 12.9 mm tespit edilmiştir (Tablo I).

2 olguda (%13.2) dura yırtığı olmuş ve biri primer sütürle diğeri gelfoam ve yağ dokusu örtülerek kapatılmış ve takiplerinde sorun olmamıştır. Bir olguda (% 6.6) kontrateral düşük ayak gelişmiş ve 9 aylık takiplerinde atel ihtiyacı devam etmektedir. Bir olguda peroperatuvar mevcut olan kauda equina sendromu, kliniğinin başlangıcından 3 gün sonra operasyona alınmasına rağmen takiplerinde düzelme olmamıştır.

Her olguya uygulanan VAS skorlanmasında değerler 1.hafta da ortalama 2.3, 6 ayda 2, ve 1 yılda 1.2 olmuştur ($p<0.01$). Hastaların yürüme mesafesi adım olarak ölçülmüş ve bu yaş insanların ortalama adım mesafesi 35 cm olarak alınmış, operasyon sonrasında değerler aynı birim üzerinden hesaplanmıştır. Hastaların yürüme mesafesinde 3 ayda ortalama % 250 artmış ve 6 ayda bu oran yaklaşık % 403 olmuştur ($p<0.01$). Sadece bir olguda VAS değeri 1 yıl da, 2 den 5'e çıkmıştır ve yürüme mesafesinde % 50 artış olmuştur. Kanalın tamamen dekomprese olmasına rağmen bu komplikasyonun nedeni açıklanamamıştır. Postoperatif dönemde bir olgu 6 ayda myokard enfarktüsünden yaşamını yitirmiş bunun dışında mortalite olmamış bu nedenle cerrahiye bağlı mortalite % 0, morbidite 1 olgu ile % 6.6 ile kabul edilir oranda çıkmıştır.

TARTIŞMA

Lomber spinal stenoz (LSS), Nöroşirürji pratiğinde rutin ameliyatlardan biridir ve günümüzde hala çoğu cerrah LSS yi geleneksel bir şekilde, geniş laminektomi ile parsiyel veya komplet fasetektomi yaparak tedavi etmektedir (4,5,21,35,36). Bu işlem kolay ve nöral doku dekompresyonu sağlamakta ise de takiplerde bu olguların medikal

Tablo I: Olguların, operasyon öncesi ve sonrası toplam kanal çapı değeri ile yürüme mesafesi arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Olgu No	Preop kanal çapı	Postop kanal çapı	Yürüme mesafesi (m)		P değeri(<0.01) VAS
			Pre op	Post op (6 AY)	
1	3.3	11	10	400	2
2	4.4	12	15	350	3
3	5.5	14	45	450	2
4	5	15	50	500	1
5	5.6	14	45	380	2
6	3.3	10	40	420	1
7	4.2	11	35	300	5
8	4.5	13	65	500	1
9	4.7	13.5	100	1000	0
10	5.8	12.5	100	900	1
11	3.2	11.5	40	600	2
12	3	12	30	400	1
13	3.9	14	45	500	1
14	6	16	90	950	1
15	5.8	15	100	900	2

tedavi ile takibi yapılanlardan daha fazla memnun olmadıkları veya olguların yarısında semptomların devam ettiği az bir kısmının da, takiplerinde sonuçların daha da kötü oldukları bildirilmektedir (2,3,6,8,10,12,13,14,16,19,20,24,33). Klasik laminektomi ile spinal kanal dekompresyonu (geniş foraminotomi ile birlikte mesial fasetektomi) takiplerde instabilite sorunu yarattığı veya kronik ağrılı bel sendromu yaptığı bilinmektedir (17,26,27,31,32). Iguchi T ve ark. 10 yıl boyunca opere edip takip ettikleri 151 spinal stenozlu hastaların sadece yarısında iyi sonuç elde ettiklerini bildirmişlerdir (14).

Cerrahi rezeksiyon kısıtlı olarak yapıldığında instabilite sorunu daha az veya hiç olmamakta ise de bu parsiyel rezeksiyon, patolojinin sebat etmesine neden olmaktadır. Buna rağmen basit dekompresyon sonrası füzyon uygulanan olgularda sonuçların yüz güldürücü olabildiği şeklinde yayımlayanlar da vardır (7,13,18,25). Komplike veya füzyon cerrahisi gibi yaşlı ve sistemik sorunu olan bu hastalara ciddi bir ek yük veya morbiditeyi beraberinde getirmektedir (13,19,33).

LSS li olan hastaların çoğu yaşlı insanlardır ve bu insanların beraberinde sistemik hastalıkları da mevcuttur. Kronik dejeneratif sorunları sadece lomber dar kanallarını opere ettirerek mutlu olacakları ve sağlığına kavuşacakları ümidi onların operasyon sonrası sonuçlarını sorgulamada doğru sonuçların ortaya çıkmasını engellemektedir. Bu nedenle VAS ile birlikte SF 36 skalasını beraberinde bu hastalara uygulamak gerektiği kanaati ortaya çıkmaktadır. Çünkü yürüme mesafesi sadece kanal çapına bağlı olmayıp diğer degeneratif süreçler, dekompresyonun tam yapılamaması, postoperatif veya preoperatif var olan instabilitelerine, mevcut diğer spinal seviyelerdeki darlıklarına, koroner, akciğer hastalığı, kötü ve yaşlanmış psikogramlarına da bağlıdır (1,2,3,6,15).

Lomber mutlak spinal stenoz tanımı; alt lomber spinal kanal çapının 10 mm altında olmasıdır, fakat daha çok kanal çapı alanı ile değerlendirmek gerekir, bu da L2-L3 de 104 mm², L3-L4 de 88 mm², ve L4-L5 de 47 mm² altında olması durumunda semptomatik veya nonsemptomatik olgulardan bahsedilir (23). Bir çok çalışmada spinal stenozu radyolojik olarak belirgin olan bir çok insanın semptomatik olmadıkları bildirilmiştir. Belirgin stenozu olupta asemptomatik olanların sayısı yaklaşık olarak % 45 verilmektedir (3,6,14,15,22).

Asemptomatik olan olgular bu çalışmaya dahil edilmemiştir ve bunların takibi yapılmaktadır.

LSS'nin etyopatolojisinde ligamentum flavumdaki değişiklikler önem arzeder. Ligamentum flavumun % 80'i elastik lifler, % 20'side konnektif dokudan oluşmaktadır. Zamanla ligamentum flavum da fibrosis, hyalinizasyon, kalsiyum depolanması ve travma sonrası gelişen mikrotravmalardan dolayı kan depolanması, ligamentum flavumun daralmasına, büzüşmesine ve bükülmesine sonuç olarak daralmasına neden olmaktadır. Ligamentteki bükülmeler lomber ekstansiyonla miyelografik blok yaratarak intermittant nörojenik kladukasyon yaratmaktadır. Ligamentum flavumdaki bu değişikliklerin bir nedeni de disk mesafesinin çökmesi ile oluşmakta ve degeneratif süreçler birbirini takip etmektedir (23).

Bu olguların seçimini yaparken dikkat edilmesi gereken konulardan bir tanesi de bu cerrahi metodun uygulandığı seviyedir. En ideal seviyeler lomber 4 ve 5 seviyeleridir, ayrıca dural sak cauda equina lif sayısı ve kalınlığı olgu bazında değişmektedir. Bu nedenle, nörolojik komplikasyonların oluşmaması için bu konunun dikkatli bir şekilde ele alınması gerekir (1,10,21,22,24,25).

Global olarak bakıldığında bilateral laminektomi ve fasetektomi ile birlikte, iki taraflı kas sıyırması ve osseoligamentöz destrüksiyon, doku travması ve potansiyel instabilitenin yaratabilmesi, operasyonun uzun sürmesi ve sonuçların yüz güldürücü olmaması, bazı olgularda yeterli intraspinal dekompresyonun sağlanmaması kan kaybının fazla olması, işlemin daha uzun sürmesinden dolayı yeni modaliteler aranmıştır (1,3,9,11,22,24,28,29,30,35).

Sonuç olarak, tek taraflı lomber kas ve bağ dokularını kaldırarak veya eksize ederek açılan pencereden hem aynı taraf dekompresyon ediliyor, hem de karşı tarafın ligamentum flavum ve spondilozu rezeke edilerek spinal kanal tam olarak fizyolojik sınırlarına yükseltilmiş olunur. Bu şekilde karşı taraf spinal kolon destrüksiyonu yaratmadan sublaminal dekompresyon ile nöral dekompresyon sağlanmaktadır. Bu şekilde bir operasyon, yaşlı olan bu hastalara hem spinal anestezi ile anestezinin sistemik komplikasyonlardan korunmuş, hem de kısa operasyon süresi, minimal kan kaybı, enstrümantasyon gerektirmemesi, ucuz maliyeti, instabilite yaratmaması, erken mobilizasyon ve erken işe dönebilmeleri gibi bir çok avantajları söz konusudur.

Bu nedenle, başlangıç niteliğindeki bu prospektif preliminary grupta kabul edilebilir bir başarı oranı söz konusu olduğundan, olgular az olsa da, unilateral yaklaşımla spinal kanalın mikroşirürjikal total dekompresyonu uygun cerrahi yaklaşım şekli olarak görülmektedir ve başarı oranı %87'yi bulunmuştur. Bu sonuçlar, daha çok olgunun bu seriye ve diğer serilerin sonuçlarının da eklenmesiyle, (bu olguların ve eklenen olguların 2. ve 5 yıl sonuçları da bildirilecektir) bu cerrahi metodun etkinliği hakkında daha net ve doğru bilgiler elde edilecektir kanısındayız.

KAYNAKLAR

- Adachi K, Futami T, Ebihara A, Yamaya T, Kasai N, Nakazawa T, Imura T: Spinal canal enlargement procedure by restorative laminoplasty for the treatment of lumbar canal stenosis. *Spine* J 3(6):471-478, 2003
- Amundsen T, Weber H, Lilleas F, Nordal HJ, Abdelnoor M, Magnaes B: Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features. *Spine*. 15, 20(10): 1178-1186, 1995
- Amundsen T, Weber H, Nordal HJ, Magnaes B, Abdelnoor M, Lilleas F: Lumbar spinal stenosis: conservative or surgical management?: A prospective 10-year study. *Spine* 1, 25(11):1424-35, 2000
- Aryanpur J, Ducker T: Multilevel lumbar laminotomies for focal spinal stenosis: Case report. *Neurosurgery* 23:111-115, 1988
- Aryanpur J, Ducker T: Multilevel lumbar laminotomies: An alternative to laminectomy in the treatment of lumbar stenosis. *Neurosurgery* 26:430-433, 1990
- Atlas SJ, Keller RB, Robson D, Deyo RA, Singer DE: Surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis: four-year outcomes from the maine lumbar spine study. *Spine*. 1, 25(5):556-562, 2000
- Bolender N, Schonstrom NSR, Spengler DM: Role of computed tomography and myelography in the diagnosis of central spinal stenosis. *J Bone Joint Surg Am*. 67:240-246, 1985
- Caputy AJ, Luessenhop AJ: Long-term evaluation of decompressive surgery for degenerative lumbar stenosis. *J Neurosurg*. 77:669-676, 1992
- diPierro CG, Helm GA, Shaffrey CI, Chaddock JB, Henson SL, Malik JM, Szabo TA, Simmons NE, Jane JA: Treatment of lumbar spinal stenosis by extensive unilateral decompression and contralateral autologous bone fusion: operative technique and results. *J Neurosurg*. 84(2):166-73, 1996
- Getty CJM: Lumbar spinal stenosis. *J Bone Joint Surg Br*. 62:481-485, 1980
- Guiot BH, Khoo LT, Fessler RG: A minimally invasive technique for decompression of the lumbar spine. *Spine* 15, 27(4): 432-428, 2002
- Hall S, Bartleson JD, Onofrio BM, Baker HL, Okazaki H, O'Duffy JD: Lumbar spinal stenosis. *Ann Intern Med*. 103:271-275, 1985
- Herkowitz HN, Kurz LT: Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. *J Bone Joint Surg Am*. 73:802-808, 1991
- Iguchi T, Kurihara A, Nakayama J, Sato K, Kurosaka M, Yamasaki K: Minimum 10-year outcome of decompressive laminectomy for degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine* 15, 25(14):1754-1759, 2000
- Kalbarczyk A, Lukes A, Seiler RW: Surgical treatment of lumbar spinal stenosis in the elderly. *Acta Neurochir (Wien)*; 140(7):637-641, 1998
- Katz JN, Lipson SJ, Larson MG, McInnes JM, Fossel AH, Liang MH: The outcome of decompressive laminectomy for degenerative lumbar stenosis. *J Bone Joint Surg Am*. 73:809-816, 1991
- Lee CK: Lumbar spinal instability (olisthesis) after extensive posterior spinal decompression. *Spine*. 8:429-433, 1983
- Lombardi JS, Wiltse LL, Reynolds J, Widell EH, Spencer C: Treatment of degenerative spondylolisthesis. *Spine*. 10:821-827, 1985
- Lombardi JS, Wiltse LL, Reynolds J, Widell EH, Spencer C: Treatment of degenerative spondylolisthesis. *Spine*. 10:821-827, 1985
- McCullen GM, Bernani PM, Bernstein SH, Tosteson TD: Clinical and roentgenographic results of decompression for lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord*. 7:380-387, 1994
- Nakai O, Ookawa A, Yamaura I: Long-term roentgenographic and functional changes in patients who were treated with wide fenestration for central lumbar stenosis. *J Bone Joint Surg Am*. 73:1185-1191, 1991
- Palmer S, Turner R, Palmer R: Bilateral decompression of lumbar spinal stenosis involving a unilateral approach with microscope and tubular retractor system. *J Neurosurg* 97:2002
- Polleti C: Central lumbar stenosis caused by ligamentum flavum: unilateral laminotomy for bilateral ligamentectomy: preliminary report two cases. *Neurosurgery* 37:343-347, 1995
- Quantitative outcome and radiographic comparisons between laminectomy and laminotomy in the treatment of acquired lumbar stenosis. *Neurosurgery*. 41(3):567-74, 1997
- Shenkin HA, Hash CJ: Spondylolisthesis after multiple bilateral laminectomies and facetectomies for lumbar spondylosis. *J Neurosurg*. 50:45-47, 1979
- Shenkin HA, Hash CJ: Spondylolisthesis after multiple bilateral laminectomies and facetectomies for lumbar spondylosis. *J Neurosurg*. 50:45-47, 1979
- Silvers HR, Lewis PJ, Asch HL: Decompressive lumbar laminectomy for spinal stenosis. *J Neurosurg*. 78:695-701, 1993
- Spetzger U, Bertalanffy H, Naujokat C, von Keyserlingk DG, Gilsbach JM: Unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis. Part I: Anatomical and surgical considerations. *Acta Neurochir (Wien)*. 139(5):392-396, 1997
- Spetzger U, Bertalanffy H, Reinges MH, Gilsbach JM: Unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis. Part II: Clinical experiences. *Acta Neurochir (Wien)*. 139(5):397-403, 1997
- Tsai RY, Yang RS, Bray RS Jr: Microscopic laminotomies for degenerative lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord*. 1998 Oct; 11(5):389-94
- Tuite GF, Stern JD, Doran SE, Papadopoulos SM, McGillicuddy JE, Ovedijo DI, Grube SV, Lunquist C, Gilman HS, Schork A, Swanson SE, Hoff JT: Outcome after laminectomy for lumbar spinal stenosis: Part I Clinical correlations. *J Neurosurg*. 81:699-706, 1994

32. Tuite GF, Doran SE, Stern JD, McGillicuddy JE, Papadopoulos SM, Lundquist JE, Ovedijo DI, Grube SV, Gilman HS, Schork A, Swanson SE, Hoff JT: Outcome after laminectomy for lumbar spinal stenosis: Part IIRadiographic changes and clinical correlations. *J Neurosurg.* 81:707-715, 1994
33. Turner JA, Ersek M, Herron L, Deyo R: Surgery for lumbar spinal stenosis: Attempted meta-analysis of the literature. *Spine.* 17:1-8, 1992
34. Verbiest H: A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. *J Bone Joint Surg Br.* 36:230-237, 1954
35. Young S, Veerapen R, O'Laoire SA: Relief of lumbar canal stenosis using multilevel subarticular fenestrations as an alternative to wide laminectomy: Preliminary report. *Neurosurgery* 23:628-633, 1988
36. Yu CS, Tay BK: Wide versus selective decompression in the operative treatment of lumbar spinal stenosis. *Singapore Med J* 33:378-379, 1992