

## L5-S1 MESAFESİNDE KULLANILAN FÜZYON YÖNTEMLERİ: ALİF - TANIM/TEKNİK/ HASTA SEÇİMİ

İnsan vücudunun, ayakta, dik ve ufuk çizgisine düz bakacak şekilde duruşunun sağlanması omurganın temel fonksiyonlarından biridir.

Omurganın birtakım hastalıkları sonucunda fonksiyon kaybı gelişmekte ve omurgaya destek gerekmektedir. Spinal rekonstrüksiyonun amacı, dizilimi düzeltmek, rekonstrükte edilen segmentin yük taşıma ve biyomekanik özelliklerini fizyolojik yüklenmelere uygun hale getirmektir (8). 20. Yüzyılın başında ilk olarak tanımlanan spinal füzyon ameliyatlarından başlayarak günümüze kadar lomber omurga füzyonu için birçok farklı teknik tanımlanmış durumdadır. Birçok araştırmacı bu farklı tekniklerin biyomekanik ve biyolojik davranışları, avantaj ve dezavantajları, füzyon oranları ve klinik sonuçlarını bildiren makaleler yayınlamışlardır (6,9,10,12,15).

Operasyon yöntemine karar verilirken; patolojinin yeri, spinal deformite varlığı, dekompresyon gerekliliği gibi parametreler mutlaka gözden geçirilmelidir. Omurga ve omurilik cerrahisinde, sıklıkla posterior ve posterolateral girişimler tercih ediliyor olsa da anterior yol kullanılarak lomber omurgaya ulaşmak ve füzyonu sağlamak mümkün ve zaman zaman popülerite kazanan yaklaşım yoludur (12). Patoloji, ön ve orta kolon ağırlıklı ise anterior ve anterolateral yaklaşımlar iyi birer seçenek olabilir. Bu sayede lezyon sınırlarına hâkimiyet artar, paravertebral kaslar ve posterior elemanların destek zafiyetinden kaçınılır (4).

Omurga cerrahisinde, posterior lomber füzyona ek olarak kullanılan interbody füzyon teknikleri ile yapısal sağlamlık ve kuvvetli stabilizasyon amaçlanmaktadır. Bu amaçla posterior yolla (posterior lomber interbody füzyon, PLİF), anterior yolla (anterior lomber interbody füzyon, ALİF) veya foraminal yolla (transforaminal interbody füzyon, TLİF) interbody füzyon teknikleri kullanılabilir (10,12).

Omurgaya yönelik anterior yaklaşım, ilk olarak 1906 yılında anterior transperitoneal yaklaşım ve retroperitoneal yaklaşım adı ile, Müller tarafından yayınlamıştır. Anterior lomber interbody füzyon, ALİF, ilk olarak spondilolistezis ve tüberkülozlu hastaya uygulanmıştır. 1948 yılında Lane ve Moore lomber dejeneratif hastalıklar için ilk ALİF uygulamasını rapor etmişlerdir. İlerleyen yıllarda Henry Crook, Cloward tarafında geliştirilmiş olan silindirik kemik greftleri anterior yolla lomber interbody füzyon için kullanmıştır. 70-80'li yıllarda daha sık tercih edilmiş olan ALİF uygulamaları, ilerleyen yıllarda yayınlanan düşük füzyon oranları nedeniyle, gözden düşmüş ve kullanımları ciddi bir oranda azalmıştır. Ancak ALİF uygulamalarının posterior füzyon yöntemlerine destek amaçlı kullanımının füzyon oranını arttırdığının saptanması ile tekrar kullanım sıklığı artmıştır (3).

### AVANTAJLARI

ALİF tekniği ile aksiyal yük dağılımının tekrar sağlıklı omurgaya benzer dağılımını restore etmek ve kaslara

hasar vermemek amaçlanır. Woolf kanununa göre greftlerin direkt kompresyona maruz kalması füzyon olasılığını artırdığı için ön kolona greft yerleştirilerek füzyona yardımcı olunur. Ayrıca ön ve orta kolon, omurganın vaskularize kemik yüzey alanının %90'ını içerdiği için bu geniş kansellöz yatak greft için yeterli beslenmeyi sağlayarak füzyon oranını artırır (5,16). ALİF tekniğini savunan bazı yazarlar bu yöntemle omurga diziliminin ve sagittal balansın daha iyi korunduğunu ve komşu segmente daha az yük bindiğini ifade etmişlerdir (5,14,17,20).

### ENDİKASYONLAR

Cerrahi başarıda en önemli faktör uygun hasta seçimidir. Uygun hasta grubuna uygulandığında sonuçlar daha iyi olmaktadır. ALİF uygulaması dejeneratif disk hastalıklarında, komşu segment dejenerasyonu olan hastalarda, posterior füzyon yetersizliği olan hastalarda tercih edilebilir (3).

### KONTRENDİKASYONLARI

İleri düzeyde spinal kanal darlığı olan hastalar, yüksek evreli spondilolistezis olguları, semptomatik periferik arter hastalığı olan hastalar, geçirilmiş retroperitoneal cerrahisi olan hastalar, morbid obezite, malignite, aktif diskitis veya sistemik enfeksiyonu olan hastalar için kontraendikedir (3).

### CERRAHİ TEKNİK

Alt lomber vertebralara ve lumbosakral bileşkeye anterior yaklaşım için; trans-peritoneal veya extra-peritoneal yol kullanılabilir. Operasyon öncesi hazırlık uygun hasta seçimiyle başlamalıdır. Bu sayede gelişebilecek komplikasyonlar en az düzeyde tutulabilir. Operasyondan önce, direkt grafiler, bilgisayarlı tomografi ve magnetik rezonans görüntüleme yöntemleri incelenerek spinal aks, hedeflenen disk aralığı, büyük damarların yerleşimi hakkında yeterli bilgi sahibi olunmalıdır.

#### A. Anterior Transperitoneal Yol

Anterior transperitoneal yol kullanılarak vertebra gövdesinin ön kısmında yer alan patolojilere, intervertebral disk patolojilerine ve L4 düzeyinden sakral sinirlere kadar ulaşılabilir. Bu yaklaşımla tekal sak'a önden ulaşmak, geniş bilateral anterior dekompresyon yapmak, L5 vertebra rezeksiyonu yapmak ve ön kolonu

stabilizasyon materyalleri ile desteklemek, sagittal düzlemde izlenen deformitelere yönelik tedaviler mümkündür. Ancak posteriora uzanan patolojilerde ikinci bir posterior operasyon gerekmesi, vasküler yaralanma, seksüel disfonksiyon, bağırsak ve üreter ve mesane yaralanma riski dezavantajlarıdır (3,4,8)

Operasyondan 1 gün önce barsak temizliği yapılmalıdır. Hasta supin pozisyonda masaya alınır. Ulaşılmak istenen vertebra segmentine göre operasyon masasına yaklaşık 40 derecelik açı verilerek sakral bölge yükseltilmeye çalışılır. Bu sayede elde edilen hiperlordoz promontoryumun ortaya konulmasını sağlar. Floroskopi yardımıyla midline, paramidline veya transvers (Pfannenstiel's) insizyon kullanılabilir. Abdomen duvarı fasyası ve periton, barsak yaralanmasından kaçınarak özenle açılır. Hastanın Trandelenburg pozisyonunda tutulması barsakların yukarı yer değiştirmesini sağlayarak işlemi kolaylaştırır. İnce barsaklar, sigmoid kolon ve çekum ıslak spançlar yardımıyla yukarı retrakte edilerek posterior peritonun alt lomber ve pelvik kısmına ulaşılır. Pelvik bölgede yer alan kolon ve mesenteriler birlikte sola retrakte edilerek üreterler ayırt edilir. Bu sayede aort bifurkasyonu ve sakral promontoryum posterior periton altında görülür.

Paravertebral bölgede: Aort, Vena Cava ve bunlardan çıkan kolateral damarlar ve hypogastrik sinir pleksusu yer alır. Bu bölgede yer alan yapılar kişiden kişiye farklılıklar gösterebilirler.

Anterior transperitoneal yol, L4 vertebra korpusundan sakruma kadar ulaşabilmeyi sağlar. Ancak büyük damarların bifurkasyonu nedeniyle L4-5 disk aralığına ulaşmak imkânı daha sınırlı iken, L5-S1 diskinin Aort bifurkasyonundan daha aşağıda yer alması ve iki ortak İliak damarlar arasından ulaşılabilmesi nedeniyle L5-S1 disk mesafesine ulaşmak daha kolay olur.

Periton, dişsiz forsepler ile Aort bifurkasyonunun üst kısmından tutulup, makas yardımıyla orta hattın açılır. Posterior Periton açılırken Elektrokoter kullanılmamalıdır çünkü Hipogastrik pleksus yaralanması sonucu retrograd ejakülasyona neden olabilir. İnsizyon kaudal yöne uzatılır ve sağ ortak İliak arter ve bifurkasyonu sonrası eksternal ve internal İliak arterler görülür. Sağ eksternal İliak arterin altında sağ üreter bulunur ve korunur. Periton yaprakları laterale, ortak İliak arterlere doğru devrilir. L5 vertebra korpusu ve L5-S1 disk aralığının ön tarafında disseksiyona devam edilerek sol İliak arter ve venin medialinden anterior longitudinal

ligamana ulaşılır. Bu sayede hipogastrik pleksus yaralanmasından kaçınılır. Disk ön yüzünden paravertebral dokular künt disseksiyonla uzaklaştırılır. İliak damarlar laterale ekarte edilir. Bazı hastalarda orta Sakral arter vertebra ön yüzünde ilerler ve kanaması durumunda kompresyon, bipolar koterizasyon veya vasküler klip yardımıyla kontrol altına alınır (Şekil 1).

Bazı hastalarda, geniş sol İliak ven, L5 vertebra korpusu ve L5-S1 diskinin ön yüzünde ilerler. Sol İliak ven, sol ortak İliak arterden disseke edilerek, right-angle klemp yardımıyla altından geçirilen damar asıcılarla, proksimalden ve lateralden retrakte edilebilir. Bazı hastalarda, sol İliak ven, L5-S1 disk mesafesinin önünde yassı, beyaz, kan içermeyen bir band gibi izlenebilir ve ayırt edilemezse hayatı tehlikeye sokabilen kanamalara neden olabilir.

Tamamı ile ortaya konulan disk insize edilir ve posterior longitudinal ligaman korunarak boşaltılır. Disk yüksekliğini korumak ve füzyon amaçlı ALİF yerleştirmek amacıyla; kemik greftler (oto veya allogreft), titanyum kafesler, biyolojik plastik yapıllı kafesler, Steinmann çivisi ve metilmetakrilat materyaller kullanılabilir (8).

Dekompresyon ve rekonstrüsyon sonrasında periton 3-0 vicryl ile kapatılabilir. Drene gerek yoktur.



**Şekil 1:** Büyük damarların ekarte edilip peritonun açılmasının şematik gösterilmesi.

Barsak torsiyonunu önlemek için barsak ansları tekrar eski pozisyonuna alınır ve Omentum üzerlerine serilir. Anterior Periton, abdominal faysa ve abdomen duvarı kasları kat kat ölü boşluk kalmamasına dikkat edilerek kapatılır. Cilt ve cilt altı usulüne uygun kapatılır (3,4,8,22).

### B. Transabdominal Extra-Peritoneal Yol

Orta hat veya lateral oblik insizyon kullanılarak peritona ilerlenir ve periton açılmadan vertebra ön yüzüne ilerlenir. Ve yukarıda anlatıldığı gibi üreter, ana arter ve venler sahadan uzaklaştırılarak anterior diskektomi ve ALİF uygulanabilir (8).

### C. Ventrolateral Extraperitoneal Yol

Bu yaklaşımda ise hasta tercihen hastanın sol tarafı üstte kalacak şekilde, bel altına destek konularak yatırılır ve insizyon transabdominal extra-peritoneal yaklaşıma göre daha laterale oblik şekilde konulur. Retroperitoneal bölümde böbrek ve psoas kası, quadratus lumborum arasındaki mevcut boşluklardan yararlanılarak vertebra korpusu ön yüzüne ulaşılır. Lomber bölgede kısıtlı çalışma alanı sağlar. Skopi yardımıyla seviye tayinini gerekebilir. Aorta'dan çıkan segmenter arterlerin bağlanıp kesilerek sahadan uzaklaştırılması gerekebilir. Omurilik beslenmesinde önemli olan arterlerin korunması ve var olan anastomozların devamlılığı için segmenter arterler, aortdan mümkün olduğunca uzakta bağlanıp kesilmelidir (22).

### D. Laporoskopik Yaklaşım

Transperitoneal göbek altı vertikal veya transvers insizyon ya da retroperitoneal lateral oblik insizyon tercih edilebilir. Transabdominal yolla girişim yapılacaksa batin CO gazı ile dodurularak cerrahi kolaylaştırılır (22). Gaz kullanılmadan uygulanan BERG (Balloon assisted endoscopic retroperitoneal gasless) tekniği alternatif bir laporoskopik teknik olarak literatürde yer almaktadır (18).

## KOMPLİKASYONLAR

Başlıca komplikasyonlar sıralarsak; Barsak yaralanmaları, İliak damarların yaralanmaları, üst hipogastrik pleksus yaralanması sonucunda retrograd ejakülasyon, alt hipogastrik pleksus yaralanması sonucunda erektil disfonksiyon ve vaginal kuruluk, derin ven trombozu, üreter ve mesane yaralanmaları, kullanılan materyalin malpozisyonu, paralitik ileus, yara yeri enfeksiyonları

ve insizyonel herniler olarak sayılabilir. Komplikasyon oranı bazı kaynaklarda yaklaşık % 1,4 – 15 olarak verilmiştir (8).

L5-S1 disk mesafesinin hemen önünde yer alan Üst Hipogastrik pleksus sempatik otonomik lifler taşır. Bu lifler ejakülasyon esnasında seminal veziküllerin kaslarını gevşetirken, mesane boynunu kasarak kapatır. Bu sayede vas deferans yolu ile spermler testislerden seminal veziküllere geçer. Üst Hipogastrik pleksus yaralanması sonucunda normal sperm taşınması bozulacağından veya ejakülasyon sırasında seminal veziaküller kasılı kalacağından retrograd ejakülasyon gerçekleşir ve infertiliteye yol açabilir.

Parasempatik lifler taşıyan Alt Hipogastrik pleksus, Sakral 2-4 segmentlerinden köken alır. Bu pleksusdan çıkan lifler penis ereksiyonunu sağlar. Eğer bu lifler hasarlanırsa empotans gelişir (1,2,7,8). Bu komplikasyondan kaçınmak için; periton açılırken elektrokoter kullanılmamalı ve L5-S1 disk ön yüzü sıyrılırken dikkatli olunmalıdır.

Trans-peritoneal yaklaşım sırasında vasküler anormallerle karşılaşılacağı göz önünde bulundurularak operasyon masasında geçici vasküler klemppler gibi vasküler yaralanmaya müdahaleye uygun aletlerde hazır bulundurulmalıdır. Büyük vasküler komplikasyon oranı % 0.5-4 olarak bildirilmiştir (3). Lomber 4-5 seviyesinde ortak İliak arter, sol İliak arter mobilizasyonu esnasında risk fazladır. İleri yaşta kalsifiye arterlere aşırı derecede traksiyon uygulamak aterosklerotik damardan kopan embolik parçalar nedeni arterial trombozlara yol açabilir. Venöz yapılara da traksiyon uygulanmasından dolayı postoperatif derin venöz tromboemboli riski önemli ölçüde artar ve bundan kaçınmak için tüm hastalara profilaktik antikoagülasyon başlanmalıdır.

Laporoskopik anterior interbody füzyon operasyonları sırasında magnetik rezonans görüntüleme ile lomber bölgede Aort ve Vena Cava inferiorun yerleşimini değerlendirerek cerrahi yaklaşım yolunu ve muhtemel komplikasyonlardan kaçınmak için yol gösterici olacaktır. Bu amaçla büyük damarların yerleşimini ve lumbosakral omurga ile ilişkisini gösteren çalışmalar yayınlanmıştır (22).

Tip A: L4-5 seviyesi, aort ve vena cava bifurkasyonun üzerinde yer alır. Buraya operasyon için her iki damar yapısı bir tarafa ekarte edilir veya her ikisi arasından girişim yapılabilir. Yaklaşık % 18 olarak bu tip görülmüş.

Tip B: L4-5 seviyesi, aort ve vena cava bifurkasyonun altında yer alır. Buraya operasyon için iliak arter ve venler her iki yana ekarte edilir. Yaklaşık % 37 olarak bu tip görülür.

Tip C: L4-5 seviyesi sol iliak ven ve arterin arasındadır. Girişim bu aradan yapılabilir. Yaklaşık % 37 olarak bu tip görülür.

Tip D: yukarıdaki tiplerde sınıflandırılmayan grup.

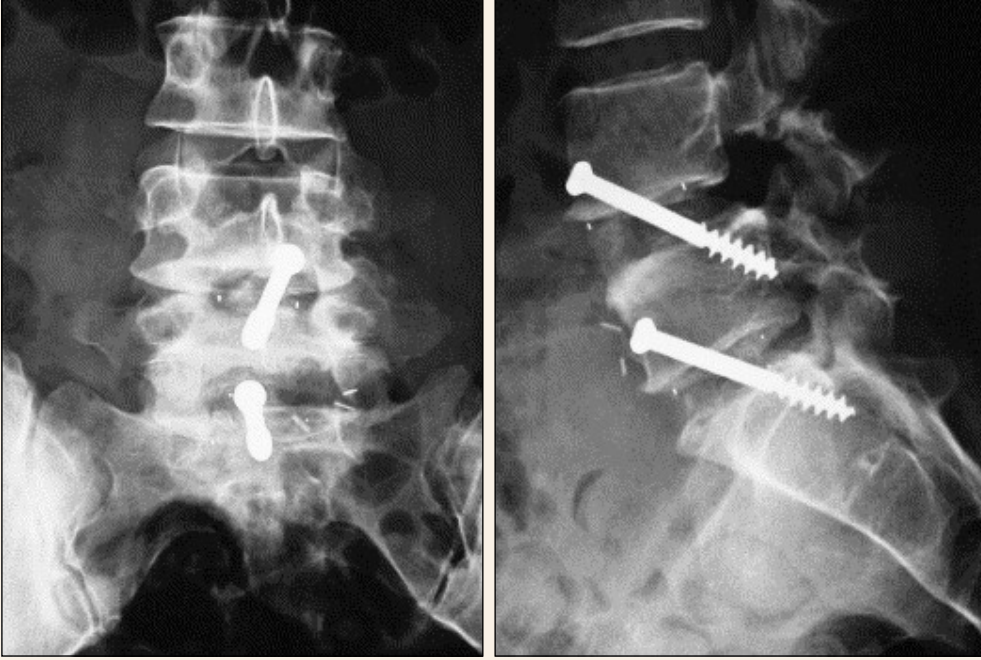
Üreteral yaralanma veya geç üreteral fibrozis üreterin manüplasyonu sonucunda gelişebilir. Bu nedenle eğer üreter mobilize edilecekse geniş periüretral doku ile mobilize edilir ve bu sayede üreterin beslenmesi korunmaya çalışılır. Mesane yaralanması da görülebilen komplikasyonlardandır. Lokasyonunu iyi belirlemek ve besleyicileri korunarak bu komplikasyondan kaçınılabılır.

Periton usulüne uygun kapatılmalıdır. Postoperatif parolitik ileus gelişme riski mevcuttur. Eğer burada bir defekt gelişirse, viseral herniasyon ve strangülasyon olasılığı vardır. Eğer barsak yaralanması ile karşılaşılırsa hemen müdahale edilmeli ve uygun şekilde bütünlüğü sağlanmalıdır. Abdomen duvarının tüm katları usulüne uygun şekilde özenle kapatılmalıdır. Eğer bir defekt gelişirse yaranın iyileşmemesi, hematolar, ve abdominal insizyonel herniler gelişebilir (1,2,5,7,8).

Kullanılan implantlara ilişkin komplikasyonlar ise; kafesin malpozisyonu, mesafeden dışarı veya kanala migrasyonu, iatrojenik disk herniasyonu şeklinde sıralanabilir.

ALİF uygulamasının tek başına yeterli füzyon ve stabilizasyon sağlayıp sağlamadığı halen tartışmalıdır. ALİF tekniğinde anterior longitudinal ligamanda gelişen yetmezlik sonucu sagittal ekseninde yapılan fleksiyon-ekstansiyon hareketlerinde yeterli destek sağlanamayabilir. Bu nedenle, ALİF uygulamasının posterior stabilizasyon ile veya anterior plaklarla desteklenmesinin ek avantajları olduğunu savunan makaleler literatürde mevcuttur. Diğer yandan, anterior plakların stabilizasyona katkısının sınırlı olduğu, temelde ALİF materyalinin dislokasyonunu önlemek olduğu ifade edilmiştir (5, 11, 19). Ayrıca Wilhem Tell tekniği ile ALİF desteklenebilir; bu teknikte özel geliştirilmiş kompozit karbon fiber kafes ve bunun içinden geçen kraniokaudal yönelimli, komşu vertebra gövdesine uzanan vida kullanılarak rotasyon hareketinin azaltılması ve sistemin sağlamaştırılması amaçlanmıştır (21). Wenger





**Şekil 2:** Çift segment Wilhem Tell tekniği a-p ve lateral x-ray görüntüsü.

ve ark daha sonrasında iki segmenti bu yöntemle stabilize ettikleri vakayı yayınlamışlardır (Şekil 2) (21).

Rao ve arkadaşlarının Ocak 2015 endikasyon temelinde değerlendirdikleri prospektif ALİF çalışmalarında 2 yıllık, 125 vakalık çalışmada Short form 12, Oswestry Disability index, Visual analog skala ve Hasta satisfaction indexi ile değerlendirmeleri sonuçlarını yayınlamışlardır. Bu çalışma sonucunda, ALİF uygulamalarının hem radyolojik hem de klinik olarak dejeneratif disk hastalığı için etkin bir tedavi yöntemi olduğunu yayınlamışlardır (16).

Lee ve arkadaşları, ALİF + posterior transpedinküler stabilizasyon ile PLİF uygulaması ile birlikte posterolateral füzyon uygulaması arasında füzyon oranları arasında anlamlı bir fark bulunmadığını ifade eden randomize klinik çalışmadan bahis etmişlerdir ancak bu çalışmayı düşük kalitede olarak değerlendirdiklerini eklemiştir (12).

Wang ve arkadaşlarının, 2014 yılında yayınladıkları derleme makalelerinde isthmik spondilolisteziste kullanılan füzyon tekniklerini değerlendirmişler ve sonuç olarak diğer uygulamalara göre TLİF uygulamalarının daha az komplikasyon içerdiği ancak ALİF uygulamalarının ise daha iyi bir sagittal dizilim sağladığını ve en iyi füzyon oranlarının anterior ve posterior füzyonun bir arada kullanılan tekniklerde olduğunu bildirmişlerdir (20).

Sonuç olarak: tekrar popülerite kazanan ALİF uygulamaları dejeneratif disk hastalıklarında, spondilolisteziste ve hatta skolyoz cerrahisinde, komşu segment hastalığında ve posterior füzyon yetersizliğinde paravertebral kasları koruduğu için ve sagittal balansı iyi restore ettiği için tercih edilebilir bir tekniktir. Geliştirilen endoskopik yöntemler ile uygulamadaki bir takım zorluklar da aşılmaya başlamıştır. Gelecekte ALİF uygulaması lomber dejenerasyon, deformite, instabilite tedavisinde daha sık yer bulacaktır.

## TEŞEKKÜR

Op. Dr. Ahmet Gürhan GÜRÇAY a şematik çizimi için teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

1. Birch N, Shaw M: Retrograde ejaculation after anterior lumbar interbody fusion. Spine 29 (1): 106-7, 2004.
2. Christensen FB, Bünger CE: Retrograde ejaculation after retroperitoneal lower lumbar interbody fusion. Int Orthop. 21(3):176-80, 1997.
3. Çağlar Y Ş: Lomber Dejeneratif Disk Hastalığında Anterior, Posterior ve 360 derece Füzyon. Özer F, Naderi S (ed), İzmir, Türk nöroşirurji derneği spinal ve periferik sinir cerrahisi grubu yayınları yayın no:4, 187-203

4. Çarıllı Ş, Özer F: Torakolomber bileşke ve lomber vertebralara anterior girişim teknikleri. Özer F, Naderi S (ed) Dejeneratif Disk hastalığı,, İzmir, Türk nöroşirurji derneği spinal ve periferik sinir cerrahisi grubu yayınları yayın no:4, 155-172
5. Çaylı SR: Minimal İnvaziv Anterior interbody Füzyon. Türk Nöroşirurji Dergisi 19:3, 216-222, 2009.
6. DiPaola CP, Molinari RW: Posterior lumbar interbody fusion. J Am Acad Orthop Surg 16(3):130-9, 2008.
7. Flynn JC, Price CT. Sexual complications of anterior fusion of the lumbar spine. Spine 9(5):489-92, 1984.
8. Frempong-Boadu A: Anterior transperitoneal approach to the lumbosacral junction. Fessler R G, Sekhar L(ed), Neurosurgical techniques, spine and Pheripheral nerves, New York : Thieme medical publishers, 2006, 596-603
9. Fritzell P, Hägg O, Wessberg P, Nordwall A: Swedish Lumbar Spine Study Group. Chronic low back pain and fusion: a comparison of three surgical techniques: a prospective multicenter randomized study from the Swedish lumbar spine study group. Spine 27(11):1131-41, 2002.
10. Humphreys SC, Hodges SD, Patwardhan AG, Eck JC, Murphy RB, Covington LA: Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion. Spine 26(5):567-71, 2001.
11. Karim A, Mukherjee D, Ankem M, Gonzalez-Cruz J, Smith D, Nanda A: Augmentation of anterior lumbar interbody fusion with anterior pedicle screw fixation: demonstration of novel constructs and evaluation of biomechanical stability in cadaveric specimens. Neurosurgery 58(3):522-7; discussion 522-7, 2006.
12. Lee CS, Hwang CJ, Lee DH, Kim YT, Lee HS: Fusion rates of instrumented lumbar spinal arthrodesis according to surgical approach: a systematic review of randomized trials. Clin Orthop Surg 3(1):39-47, 2011.
13. Min JH, Jang JS, Lee SH: Comparison of anterior- and posterior-approach instrumented lumbar interbody fusion for spondylolisthesis. J Neurosurg Spine 7(1):21-6, 2007.
14. Pellet N, Aunoble S, Meyrat R, Rigal J, Le Huec JC: Sagittal balance parameters influence indications for lumbar disc arthroplasty or ALIF. Eur Spine J 20 Suppl 5:647-62, 2011.
15. Penta M, Fraser RD: Anterior lumbar interbody fusion. A minimum 10-year follow-up. Spine 15;22(20):2429-34, 1997.
16. Rao PJ, Loganathan A, Yeung V, Mobbs RJ. Outcomes of anterior lumbar interbody fusion surgery based on indication: a prospective study. Neurosurgery 76(1):7-23; discussion 23-4, 2015.
17. Swan J, Hurwitz E, Malek F, van den Haak E, Cheng I, Alamin T, Carragee E: Surgical treatment for unstable low-grade isthmic spondylolisthesis in adults: a prospective controlled study of posterior instrumented fusion compared with combined anterior-posterior fusion. Spine J 6(6):606-14, 2006.
18. Vazquez RM, Gireesan GT: Balloon-assisted endoscopic retroperitoneal gasless (BERG) technique for anterior lumbar interbody fusion (ALIF). Surg Endosc 17(2):268-72, 2003.
19. Wang JM, Kim DJ, Yun YH: Posterior pedicular screw instrumentation and anterior interbody fusion in adult lumbar spondylolysis or grade 1 spondylolisthesis with segmental instability. J Spinal Disord 9: 83-88, 1996.
20. Wang SJ, Han YC, Liu XM, Ma B, Zhao WD, Wu DS, Tan J: Fusion Techniques for adult isthmic spondyloisthesis: a systematic review. Arch orthop trauma surg 134:777-784, 2014.
21. Wenger M, Vogt E, Markwalder TM: Double-segment Wilhelm Tell technique for anterior lumbar interbody fusion in unstable isthmic spondylolisthesis and adjacent segment discopathy. J Clin Neurosci 13(2):265-9, 2006.
22. Yücesoy K: Lumbosakral Anterior Yaklaşımlar, Aksoy K (ed), Temel Nöroşirurji, Türk Nöroşirurji yayınları, Ankara, 2005, 1007-1015.