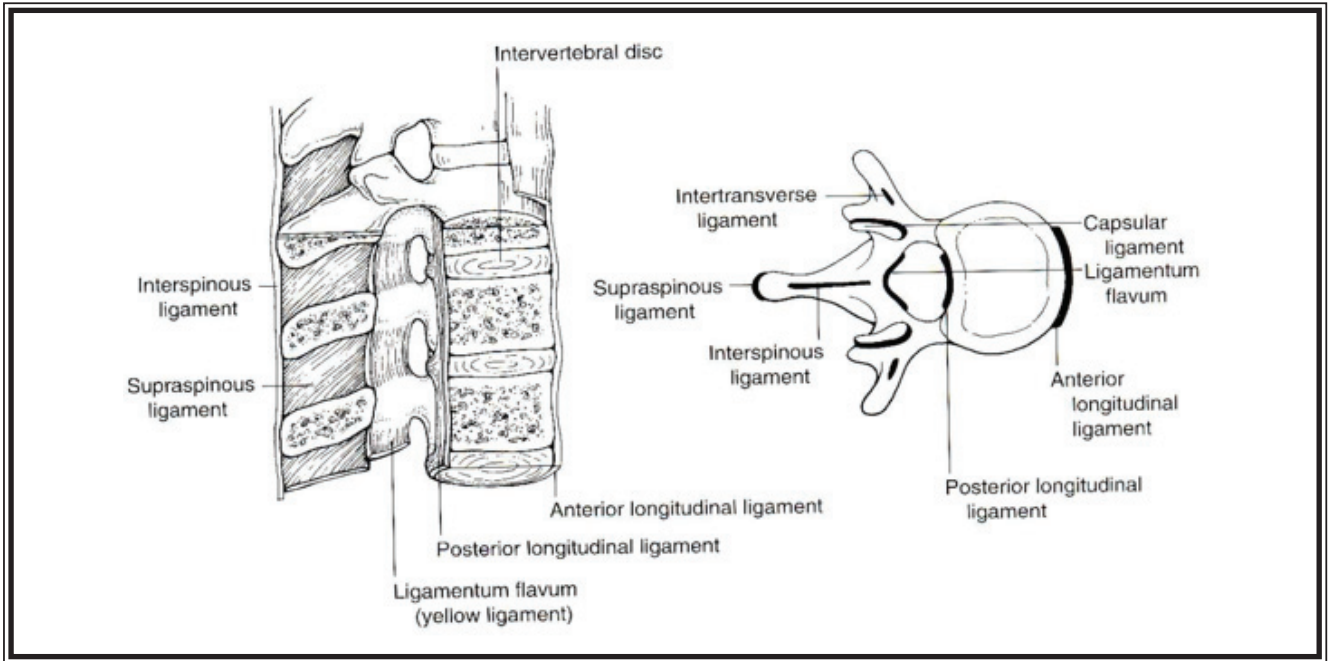


SPİNAL

ve

PERİFERİK SİNİR CERRAHİSİ

www.spinetr.com



BAŞKANIN MESAJI

EDITÖRÜN MESAJI

L5-S1 MESAFESİNDE FÜZYON: ÖNEMİ, ZORLUĞU VE SAGİTTAL DENGE

LUMBOSAKRAL BİLEŞKENİN BİYOMEKANİĞİ

LUMBOSAKRAL BİLEŞKENİN CERRAHİ ANATOMİSİ

ERİŞKİN DEJENERATİF SKOLYOZDA L5-S1 FÜZYONU: ENDİKASYONLAR VE SAKINCALAR

L5-S1 MESAFESİNDE KULLANILAN FÜZYON YÖNTEMLERİ: PLİF/TLİF-TANIM/TEKNİK/HASTA SEÇİMİ

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

LUMBOSAKROİLİAK STABİLİZASYON



TÜRK NÖROŞİRÜRJİ DERNEĞİ
SPİNAL VE PERİFERİK SİNİR CERRAHİSİ
ÖĞRETİM VE EĞİTİM GRUBU BÜLTENİ
EKİM 2016 / Sayı 73



SPİNAL PERİFERİK SİNİR CERRAHİSİ

TÜRK NÖROŞİRÜRJİ DERNEĞİ
SPİNAL VE PERİFERİK SİNİR CERRAHİSİ
ÖĞRETİM VE EĞİTİM GRUBU
BÜLTENİ
EKİM 2016 • SAYI 73

TÜRK NÖROŞİRÜRJİ DERNEĞİ
SPİNAL VE PERİFERİK SİNİR CERRAHİSİ
ÖĞRETİM VE EĞİTİM GRUBU
YÖNETİM KURULU

İçindekiler

Başkanın Mesajı	3
Editörün Mesajı	4
L5-S1 Mesafesinde Füzyon: Önemi, Zorluğu ve Sagittal Denge	5
Lumbosakral Bileşkenin Biyomekaniği	7
Lumbosakral Bileşkenin Cerrahi Anatomisi	11
Erişkin Dejeneratif Skolyozda L5-S1 Füzyonu: Endikasyonlar ve Sakıncalar	16
L5-S1 Mesafesinde Kullanılan Füzyon Yöntemleri: Plif/Tlif-Tanım/Teknik/Hasta Seçimi	19
L5-S1 Mesafesinde Kullanılan Füzyon Yöntemleri: Alif - Tanım/Teknik/Hasta Seçimi	22
Lumbosakroiliak Stabilizasyon	28

Dr. Kadir Kotil

T.C. Arel Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Nöroşirürji Anabilim Dalı, İstanbul
kadirkotil@gmail.com

Dr. Cüneyt Temiz

Celal Bayar Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Nöroşirürji Anabilim Dalı, Manisa
cuneyttemiz2@gmail.com

Dr. Erkan Kaptanoğlu

Marmara Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Nöroşirürji Anabilim Dalı, İstanbul
erkankaptanoglu@gmail.com

Dr. Tahsin Erman

Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Nöroşirürji Anabilim Dalı, Adana
drtahsinerman@gmail.com

Dr. Özkan Ateş

İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Esencan Hastanesi,
Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul
atesozkan@hotmail.com

Dr. Ali Dalgıç

Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Nöroşirürji Kliniği, Ankara
alidalgic@yahoo.com

Dr. İlker Solmaz

GATA Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı
Etlik, Ankara
solmazilker@hotmail.com

Yazıların içeriğinden yazarlar sorumludur.

YAZIŞMA ADRESİ

TÜRK NÖROŞİRÜRJİ DERNEĞİ
Taşkent Caddesi 13/4 06500 Bahçelievler, Ankara
Tel: 0312 212 64 08 Faks: 0312 215 46 26
E-mail: info@turknorosirurji.org.tr
Web: www.turknorosirurji.org.tr
www.spinetr.com

başkanın mesajı 1

başkanın mesajı

Prof. Dr. Kadir KOTİL



Değerli Meslektaşlarımız,

TNDer SPSCG yönetim kurulu olarak bültenimizin bu sayısında önemli bir konuyla parmak basıyoruz. Bültenimizin bu sayısında omurganın en çok sorun yaratan anatomik bölgesindeyiz; “Lumbosakral bileşkede füzyon ve teknikleri”

Bu anatomik bileşke omurganın hareketli dinamik yapısından sabit sakrum yapısına geçiş zonudur ve en önemlisidir (füzyon açısından). Açılar ve dinamik kavramlar cerrahi ile değişmektedir.

En çok revizyonu yaptığımız bu bölgenin irdelenmesi ilginizi çeker diye düşünerek bu bülten hazırlandı. Bu nedenle bu sayımızda bu önemli konuyu omurganın balansı ile birlikte ele alarak bir sistematik algoritma sunmaya ve siz okuyuculara anlam ifade eden bir bülten oluşturmaya çalıştık. Bu konu hakkında deneyimi olan arkadaşları yazar olarak karşınıza çıkarttık.

Bu konular irdelenirken, bültenimizin bir geleneği olarak; samimi bir dil kullanılması, kişisel deneyimlerin aktarılması ve aşırı teorik bilgidan kaçınılarak pratik noktaların vurgulanması ve yeterli görsellikle ön plana çıkarılmıştır.

Omurga hastalıklarının tedavisinde spinal füzyon 1900’lerin başından bu yana yapılmaktadır. İlk kez 1911’de Dr. Albee ve Dr. Hibbs tarafından yapılmıştır. Başlangıçta tüberkülozun yarattığı deformiteyi düzeltmek için yapılmış, fakat ağrıyı da geçirdiği gözlemlenmiştir. Albee otolog tibia kullanarak, spinöz prosesleri ayırarak, tibial grefti spinöz prosesin iki yarısı arasına yerleştirmiştir. O zamandan bu zamana çok emek harcayan füzyon cerrahları uzun bir çalışmayla, Transforaminal lomber interbody füzyon (TLİF) yöntemi geliştirilmiştir. Sonraki yıllarda tam lateral yaklaşım olan extreme lateral lomber interbody füzyon (XLİF) ve direkt

lateral lomber interbody füzyon (DLİF) de kullanılmaya başlanmıştır. Bölümde Füzyon önemini Yahya Güvenç, Biyomekanik kavramları Dr Güner Menekşe cerrahi anatomisini Dr Gökhan Çavuş, Dr Murat Sayın dejeneratif olgularda L5-S1 segment füzyonunu, Dr Ali Rıza Güvercin ve Dr Ertuğrul Çakır da hasta seçimini, Dr Oktay Gürcan ALİF tekniğinde hasta seçimini, Dr Tamay Şimşek de lumboiliak stabilizasyon gibi önemli ve güncel konuları örneklerle ve çizimlerle siz değerli okuyucularımıza tecrübelerini sunmaktadırlar. Huzurlarınızda grup yönetimi olarak sonsuz şükranlarımızı sunuyoruz.

Bültenimiz için bize geri dönüş yaparsanız, eleştirilerinizi teşekkürlerinizi gönderirseniz bir sonraki bültenimizde daha iyi olmamızı size garanti ederiz. Ancak yorumlarınız ve katkılarınızla daha iyi bir bültene kavuşabiliriz. Tecrübenize ve tecrübe katması dileğiyle.

Saygılarımla,

Prof. Dr. Kadir KOTİL

TNDer SPSCG Yönetim Kurulu Başkanı

editörün mesajı 2

editörün mesajı

Dr. Ali DALGIÇ



Değerli Meslektaşlarım,

Bültenimizin bu sayısını sorunlu bir bölgeye ayırdık. Stabilizasyon ameliyatlarının giderek yaygınlaştığı günümüzde, belki de bu ameliyatların en fazla komplike olduğu anatomik bölgeyi irdelleyelim istedik. Geçiş bölgesi olması nedeniyle, gerek anatomik bakımdan gerekse biyomekanik açıdan farklılıklar göstermesi bu bölgeye farklı bir gözle bakmamızı gerektiriyor...

Umarız ki, sizlerin lumbosakral bileşkeye bakışınıza farklı bir açı ekleyebiliri, sevgi ve saygı ile...

Dr. Ali DALGIÇ

bölüm 3

Uzm. Dr. Yahya GÜVENÇ

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı

L5-S1 MESAFESİNDE FÜZYON: ÖNEMİ, ZORLUĞU VE SAGİTTAL DENGE

Spondilolistezis, lomber skolyoz, metastaz, enfeksiyon, dejeneratif hastalıklar ve travma gibi birçok patolojiden dolayı lumbosakral bileşkeye füzyon uygulanmaktadır. Amaç; implante edilen segmentteki hareketi sınırlamak, gerekirse kompresyon ve distraksiyon uygulayabilmek ve uygun dizilimi sağlayarak lumbosakral açığı korumak ve rijid fiksasyonu oluşturmaktadır (4). Ancak lumbosakral bileşke füzyonları psödoartroz ve enstrumantasyon yetmezlikleri, sagittal dengenin bozulması gibi komplikasyonlardan dolayı halen sorunludur.

İdeal sagittal denge; ayakta duran bir kişide normal omurga dizilimini oluşturan servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordozun uyum içinde olmasıdır. Eğer uyum içinde ise vertikal hat sakral promonturyumda sonlanır. Sistemik ve fonksiyonel bir ünitenin bozulmasıyla birlikte omurgada meydana gelen değişikliklere karşı omurgada dengeyi temin etmek için kompensasyon mekanizmaları geliştirilerek yeni bir denge durumu yaratmaya çalışır. Omurga pelvis üzerinde şekil değiştirmeye başladığından sagittal dengeyi sağlamaya çalışan pelviste de kompensatuar manevralar oluşur. Bu değişimleri değerlendirmek için klinik uygulamalarda bazı açılar ve ölçümler kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan pelvik insidans (PI) temel anatomik parametredir. Kişiye özel ve değişmez bir ölçüm olup lomber lordoz ve pelvik oryantasyon arasındaki ilişkiyi değerlendirmemizi sağlamaktadır. Değişken iki değer olan pelvik tilt (PT) ve sakral slope (SS) toplamına eşittir. Spinopelvik bileşkeadaki deformiteler SS ve PT'yi değiştirdiği bilinmektedir.

Pelvis ve omurga sagittal ve koroner düzlem içerisinde bir hat üzerinde, belirli bir dengede sıralanmaktadır. Lomber lordoz, sakral eğime bağlı oluşmaktadır. Lomber lordoza en fazla katkı sağlayan segmentler L4 ve L5'dir (5). Pelvisin pozisyonu ise en iyi PI ile belirlenir. PI ile pelvis ve sakrumun birbiriyle olan oryantasyonuna bakılır.

Spinopelvik dizilim, özellikle lumbosakral bileşke düzeyinde şekillenme, omurganın pelvis üzerindeki oryantasyonunu etkilemektedir. Dejeneratif hastalıklar, travma ve/veya buna benzer patolojiler nedeniyle spinopelvik dengesizlik oluşması fonksiyonel bozukluklara ve yol açmaktadır. Benzer şekilde, spinopelvik dizilim cerrahi tedaviden de etkilenmektedir. Omurga bu dengesizliğe karşı zamanla kompensasyon manevraları geliştirir. Örneğin kompensasyon olarak lomber lordoz oluşturduğunda vücudu dik tutabilmek için sakral eğim de artmaktadır. Omurganın bu dengeleme mekanizmalarının bozulması cerrahi çözümlere başvurulmasına neden olmaktadır.

Sagittal planda, omurga dizilimi düzeltildiğinde klinik sonuçların ve psodoartrozun belirgin derece de düzeldiğini gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur (1,2,7). Hresko ve arkadaşları L5-S1 spondilolistezis vakalarını "balance" ve "unbalance" olarak ikiye ayırmış ve "unbalance" olan grupta sagittal dizilim sağlamak için redüksiyon tekniklerinin kullanılması gerektiğini belirtmiştir (3). Ayrıca yapmış olduğu çalışmada "balance" pelviste yüksek SS, düşük PT, "unbalance" grupta yüksek PT ve düşük SS olduğu belirtilmiştir. Lumbosakral dizilim bozukluğunda sagittal denge bozuk ise düzeltme manevraları yapmadan önce değerlendirilmesi gereken parametreler vardır. Bunlar kayma yüzdesi, kayma açısı ve lumbosakral kifozdur (6,8).

Lumbosakral bileşkeye enstrumantasyon uygulanması esnasında görülebilecek komplikasyonlar enstrumantasyonun uygulandığı mesafeye göre farklılıklar göstermekle birlikte sakrumda daha sıktır. Sakrum üzerine binen ağır yüklenmeye karşın sakrumdaki kemik kalitesi buna engel olmaktadır. Biyomekanik olarak sakrum daha düşük kemik mineral dansitesine ve zor bir yüklenme yoluna sahiptir.

Özellikle uzun seviyeli enstrumantasyonlardan sonra S1 mesafesinde enstrumantasyon yetersiz kalmakta ve psödoartroz sık görülmektedir. Bu sebepten dolayı çok sayıda ameliyat tekniği geliştirilmiştir. Bundan kaçınmak için tek başına S1'e binen yükü dağıtmak ve distale doğru enstrumantasyonu uzatmak gerekebilir. Diğer bir seçenek de L5-S1 mesafesinin füzyonundan kaçınmaktır.

KAYNAKLAR

1. Berven S, Deviren V, Demir-Deviren S, Hu SS, Bradford DS Studies in the modified Scoliosis Research Society Outcomes Instrument in adults: validation, reliability, and discriminatory capacity. Spine (Phila Pa 1976) 28(18):2164–2169, 2003 .
2. Booth KC, Bridwell KH, Lenke LG, Baldus CR, Blanke KM Complications and predictive factors for the successful treatment of flatback deformity (fixed sagittal imbalance). Spine (Phila Pa 1976) 24(16):1712–1720, (1999)
3. Hresko MT, Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E Classification of high grade spondylolistheses based on pelvic version and spinal balance: possible rationale for reduction. Spine 32(20):2208–2213, (2007)
4. Mirkovic S, Abitbol JJ, Steinman J, Edwards CC, Schaffler M, Massie J, Garfin SR. Anatomic consideration for sacral screw placement. Spine 16:S289-294,1991
5. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Labelle H, Weidenbaum M. Sagittal alignment of the Spine and Pelvis in the presence of L5-S1 isthmic lysis and low – grade spondylolisthesis. Spine 31(21): 2484-2490,2006
6. Schwab F, Farcy JP, Roye D. The sagittal pelvic tilt index as a criterion in the evaluation of spondylolisthesis. Spine 22:1661–1667, (1997)
7. Wiggins GC, Ondra SL, Shaffrey CI Management of iatrogenic flat-back syndrome. Neurosurg Focus 15(3):E8, 2003
8. Wright JG, Bell D. Lumbosacral joint angles in children. J Pediatr Orthop 11:748–51, 1991.

bölüm 4

Uzm. Dr. Güner MENEKŞE
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

LUMBOSAKRAL BİLEŞKENİN BİYOMEKANİĞİ

GİRİŞ

Lumbosakral bileşke, spinal kolon ile pelvis ve alt ekstremiteler arasındaki geçişin sağlandığı önemli bir kaldıraç noktasıdır. Lomber omurga, sakrum ve ilium kemiklerinin birleşmesiyle oluşan kompleks bir anatomik yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu radyolojik anatominin cerrahi tedavi öncesi gerekli ölçümler yapılarak planlamanın ve cerrahi uygulamaların bu temelde yapılması cerrahi işlemlerin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Omurgada sagittal denge kavramı; servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordozun karşılıklı uyum içinde bulunması durumudur. Omurganın sözü edilen global dengesi spinopelvik parametreler tarafından da etkilenmektedir. Omurga ile pelvis arasındaki ilişki ise spinopelvik denge olarak tanımlanmıştır. Geçmişte spinopelvik dengenin genel sagittal dengeye katkısı çok fazla göz önünde bulundurulmamış olsa da, günümüzde omurga cerrahları tarafından pelvik morfoloji ve pelvisin sagittal dengeye olan etkisini dikkate almakta ve spinopelvik parametreler rutin olarak kullanılmaktadır.

SPİNOPELVİK PARAMETRELER VE DEĞERLENDİRME

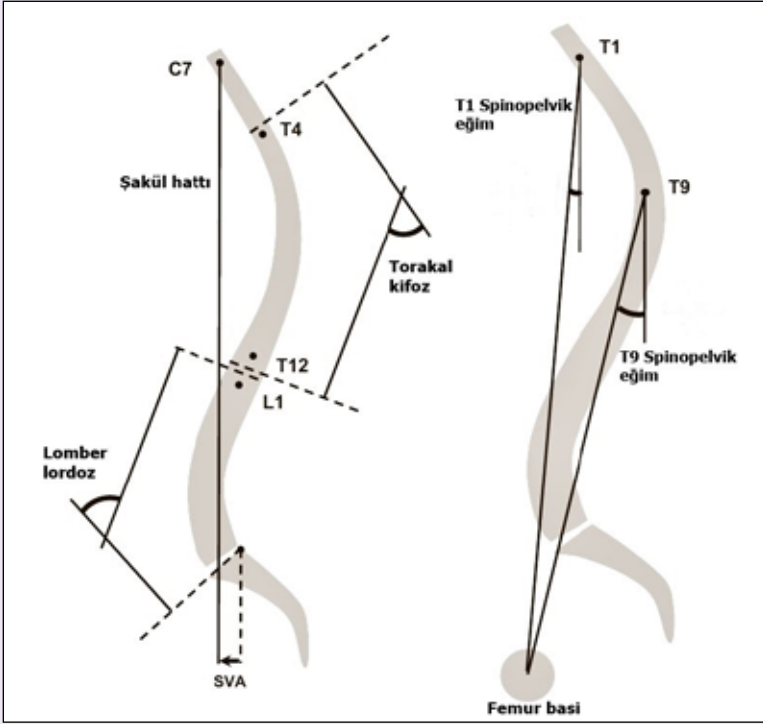
Ayakta duran bir insanda, normal dengeli bir omurga, sagittal radyografilerde C7 vertebra gövdesinden kaudale doğru dik olarak çizilen çizgi (şakül hattı) S1 vertebra gövdesinin arka üst kenarından geçmelidir.

Sagittal Vertikal Aksis (SVA), sagittal düzlemde C7 şakül hattı ile S1 üst-arka köşesi arasındaki mesafedir (6). Bu mesafenin asemptomatik erişkinlerde ortalama 0,5 cm ($\pm 2,5$ cm) olduğu bildirilmiştir. Ek olarak, ilerleyen yaş ve anterior imbalans durumunda SVA değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 1) (4).

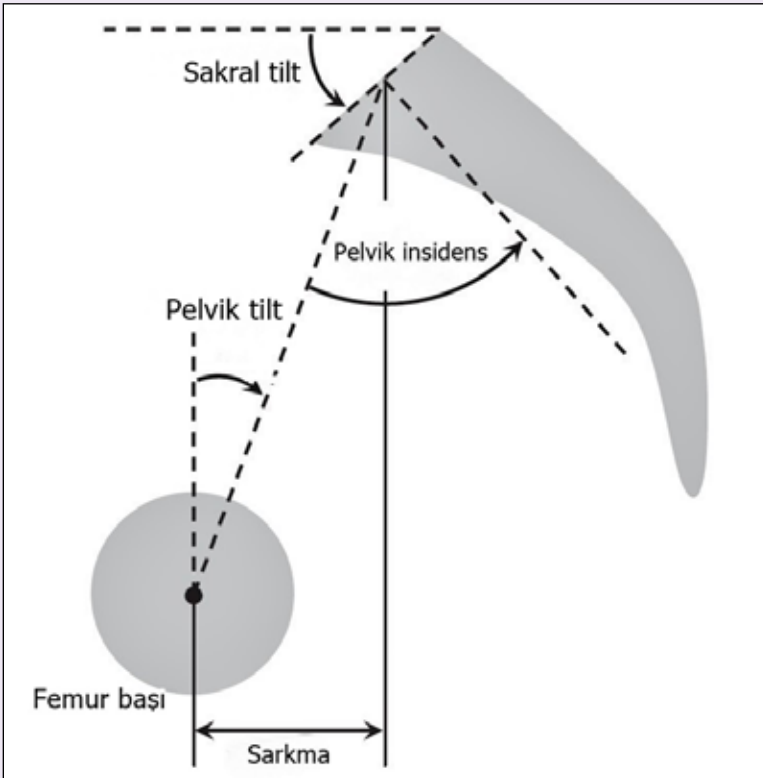
Son zamanlarda geliştirilmiş global sagittal denge değerlendirilme yöntemlerinden birisi de T1-T9 spinopelvik eğim açıdır. Bu açı vertikal şakül hattı ile T1 ve T9 omur gövde merkezlerinden bikoksofemoral eksenin merkezine çizilen bir hat arasında kalan açı olarak tanımlanmıştır (Şekil 1). Spinal deformitesi olan yetişkin hastalarda hem SVA hem de T1 spinopelvik eğim açısı ile sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi ölçümleri arasında anlamlı bir korelasyon saptanmıştır. Ayrıca T1- spinopelvik eğim açısının, SVA ile karşılaştırıldığında bu korelasyonun daha büyük olduğu bildirilmiştir (10).

Sagittal düzlemde pelvis analizi için genellikle üç açısız ölçüm kullanılmaktadır. Bunlar pelvik eğim (pelvik tilt = PT), sakral eğim (sakral slop = SS) ve pelvik insidens (PI) olup aralarında matematiksel bir ilişki de vardır (Şekil 2). Pelvik insidens; pelvik tilt ve sakral slop açılarının toplam değerine eşittir (11).

PT; femur başı ekseninden geçen vertikal çizgi ile femur başı ekseninden sakral plato orta noktasına uzanan hattın oluşturduğu açıdır. PT, spinopelvik uyumu dengeleme mekanizmalarında önemli rol oynayan pozisyonel parametrelerden biridir. Yaşa bağlı olarak meydana gelen değişiklikler (sagittal dengesizlik, lordoz kaybı, artmış kifoz vb); omurganın öne doğru eğilmesine yol açar. Bu durumda vücut gelişen pozisyona en uygun duruşu sağlayabilmek için, omurgayı



Şekil 1: Sagittal spinal radyolojik parametreler.



Şekil 2: Sagittal spinopelvik parametreler.

tekrar pelvis üzerinde dengeye getirmek üzere kompensasyon mekanizmalarını devreye sokar. Pelvis, omurgayı kendi üzerinde tutabilmek ve dengesini ayarlayabilmek için öne veya arkaya eğilme/dönme hareketlerini yapabilir. Bu mekanizmalardan pelvik retroversiyon, kalça çevresinde pelvisin arkaya doğru rotasyonudur. Pelvik retroversiyon pelvik tiltte artışa neden olur. PT aynı zamanda yaşam kalite endeksleri ile önemli derecede korelasyon gösteren tek pelvik parametredir. Bu da omurga deformitelerinin klinik değerlendirilmesinde pelvik parametrelerin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır.

SS; sakral platodan teğet geçen hat ile sakral platonun tam ortasından geçen horizontal hattın arasındaki açıdır. PI' den farklı olarak pozisyonel bir parametredir, hastaya ve pelvisin pozisyonuna göre değişkenlik gösteren değerleri vardır. Pelvisin uzaydaki oryantasyonunun bir temsilcisidir. Lomber lordoz ile pelvisin yerleşimi arasında yakından bir ilişki vardır ve bu da SS ve dolayısıyla PI tarafından etkilenmektedir.

PI: sakral platonun tam ortasından geçen dik bir çizgi ile femur başı eksenini bu orta noktaya birleştiren çizgi arasında kalan açıdır. Bu açı bize pelvisin uzaydaki durumu hakkında bilgi veren önemli parametrelerden biridir.

PT ve SS açılarının toplam değerine eşit olan PI adölesan döneminden sonra değişiklik göstermeyen, pelvik parametreler içinde en özgün kalıcı morfolojik bir parametredir. PI'nin sabit kalması PT ve SS'un pelvisin pozisyonuna göre kompenzuar olarak değişiklik göstermesi ile mümkün olmaktadır (8).

Mehta ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, omurga hastalığı öyküsü olmayan, yaş aralığı 20 ile 85 arasında olan asemptomatik erişkinlerde spinopelvik parametreler ölçülmüştür (8) (Tablo 1).

Parametre	Değer (Derece)
Pelvik insidens (PI)	48-55°
Sakral slop (SS)	36-42°
Pelvik tilt (PT)	12-18°

PI, sagittal dengelyi oluşturan birçok pozisyonel parametreyi önemli derecede etkiler. En önemlisi, PI ile lomber lordoz yakın ilişkilidir. Örneğin düşük PI değerleri düzleşmiş lomber lordozu işaret ederken, yüksek PI değerleri büyük sagittal eğriliğe belirgin lomber lordozu işaret etmektedir. Literatürde diğer pelvik parametrelerle birlikte PI'yi kullanarak lomber lordozun tahmin edilebilmesi için çeşitli formüller öneren çalışmalar bildirilmiştir (2,7,10,11).

SPİNOPELVİK PARAMETRELERİN KLİNİK ÖNEMİ

Omurga deformiteleri, bel ağrısı, disk herniasyonu, dejeneratif disk hastalığı, dejeneratif ve istmik spondilolistezis ve kalça osteoartrozları gibi patolojilerin ortaya çıkmasında ve ilerleyici olmasında bozulmuş spinopelvik parametreler önemli rol oynamaktadır. Başlangıçta, bu hastalıklar sonucu spinopelvik uyumun bozulmuş olabileceği düşünülse de artık spinopelvik dengesi bozuk kimselerde omurga hastalıklarının sık görüldüğü kabul edilmektedir.

Labelle ve arkadaşlarının yaptığı 214 spondilolistezis olgusunu içeren bir çalışmada; spondilolistezisli hastalarda kontrol grubu olan normal popülasyon ile karşılaştırıldığında PI, SS, PT ve lomber lordoz açılarının anlamlı derecede büyük olduğu ve bunun spondilolistezisin şiddetindeki artış ile paralellik gösterdiği saptanmıştır. Yine bu hastalarda torakal kifozda da azalma olduğu bildirilmiştir (5).

Roussouly ve arkadaşları, düşük dereceli spondilolistezis olan (L5'in S1 üzerinde kaymasının %50 den az olduğu) 82 olguyu gözden geçirmişlerdir ve patogeneizde farklı mekanizmaların rol oynayabileceği öne sürmüşlerdir. Yüksek PI ve SS olan hastalarda lumbosakral bileşkede, makaslama kuvvetlerinin arttığını ve bunun da L5 düzeyinde faset eklemleri etkileyerek faset artrozuna neden olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık, düşük PI ve SS olan hastalarda; ekstensiyon sırasında L5 posterior elemanları L4 ve S1 arasında sıkıştığı belirtilmiş ve L5 faset eklemi üzerinde olan bu sıkışma "fındıkkıran etkisi" olarak adlandırılmıştır (9).

Hresko ve arkadaşları ise yaptıkları bir çalışmada, yüksek dereceli spondilolistezisi olan 133 hastayı, sagittal spinopelvik dizilimine göre dengeli ve dengesiz olarak 2 gruba ayırmıştır. Dengeli gruptaki hastalar, yüksek SS ve düşük PT'ye sahip olan ve postürleri PI'si yüksek olan ancak spondilolistezisi olmayan kontrol grubuna benzerlik gösteren hastalardan oluşmuştur. Dengesiz grup ise pelvik retroversiyonlu ve vertikal sakrumu olan ve düşük SS ve yüksek PT'si olan hastalardan oluşmuştur. Bu hastalarla asemptomatik kontrol grubu arasında sagittal spinal denge açısından belirgin farklılık saptanmıştır. Yazarlar bu gruplama ile yüksek dereceli spondilolisteziste tedavi stratejilerinin belirlenmesini amaçlamış ve dengesiz grupta olan hastalar için redüksiyon tekniklerinin kullanılmasını önermişlerdir (3).

Lomber dejeneratif hastalıkların spinopelvik dizilimle ilişkisini inceleyen Barrey ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 85 olgu gözden geçirilmiştir. Çalışmada 25 disk

herniasyonu (DH), 32 dejeneratif disk hastalığı (DDD) ve 32 dejeneratif spondilolistezis (DSPL) olgusuna ait bulgular 154 asemptomatik erişkin hasta ile karşılaştırılmıştır. Pelvis şekli incelendiğinde PI' nin, DH ve DDH olan hastalarla kontrol grubu arasında anlamlı farklılık göstermediği ancak 45 yaşın altındaki hastalarda kontrol grubuna göre PI'nin anlamlı derecede düşük olduğu gösterilmiştir. Aksine DSPL grubunda PI değerlerinin kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha büyük olduğu görülmüştür. Ayrıca her 3 grupta da hastaların spinopelvik diziliminde önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. DH ve DDH gruplarında SS'un önemli ölçüde azaldığı, PT'nin ise arttığı gösterilmiştir. DSPL grubunda ise SS'un azaldığı, PT'nin artmış olduğu gösterilmiştir (1).

Lomber faset eklem oryantasyonu da, spondilolistezis, adult spinal deformiteleri gibi çeşitli spinal patolojilerin gelişiminde önemli etkisi olan parametrelerden biri olmuştur. Birçok öncül çalışmada sagittal denge ile faset eklem oryantasyonunun ilişkili olduğu öne sürülmüştür. Weinberg ve arkadaşları faset eklem oryantasyonu ve pelvik insidens ilişkisini incelemek için yaptıkları bir anatomik çalışmada 599 kadavranın faset eklem açılarını gözden geçirmişler ve ortalama pelvik insidensi 48 ± 11 derece olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada artmış pelvik insidansın T12-L1, L1-L2, L2-L3, L3-L4 faset eklem açısı üzerinde hiç bir etkisinin olmadığı ortaya konulmuş, buna karşılık L4-L5 ve L5-S1 düzeyindeki daha koronal yerleşimli faset eklemler için ise önemli bir belirleyici olduğu bildirilmiştir (12).

SONUÇ

Lumbosakral bölgeyi etkileyen patolojilerin tedavisinde, lomber omurga ve pelvisin şekil ve pozisyonunun bilinmesi önemlidir. Lumbosakral bölgede görülen disk herniasyonu, dejeneratif disk hastalığı, istmik ve dejeneratif spondilolistezis gibi patolojilerin tamamında, kompensasyon mekanizması olarak gelişen omurga ve pelvisteki morfolojik değişiklikler hastalarda başta ağrı olmak üzere bazı semptomlara neden olmakta ve yaşam kalitesinde bozulmaya yol açabilmektedir.

Lumbosakral bölge patolojilerinde uygulanacak cerrahi müdahale öncesinde, yapılacak görüntüleme tetkikleri ile mevcut radyolojik anatominin ortaya çıkarılması, sagittal denge ile spinopelvik parametrelerin titizlikle değerlendirilmesi ve postoperatif optimal sagittal dengeyi sağlamak için önemlidir. Global omurga dengesi ve bununla uyumlu olacak spinopelvik denge; enstrüman yetmezliği, vida kırılması, psödoartroz gibi istenilmeyen komplikasyonların önüne geçilebilecektir.

KAYNAKLAR

1. Barrey C, Jund J, Nosedo O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J* 16: 1459-1467, 2007
2. Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, Benaim C, Mouilleseaux B, Marty C, Prat-Pradal D, Legaye J, Duval-Beaupère G, Pélissier J. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. *Eur Spine J* 15: 415-422, 2006
3. Hresko MT, Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E. Classification of high-grade spondylolistheses based on pelvic version and spine balance: possible rationale for reduction. *Spine (Phila Pa 1976)* 32: 2208-2213, 2007
4. Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study. *Spine (Phila Pa 1976)* 19: 1611-1618, 1994
5. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Transfeldt E, O'Brien M, Chopin D, Hresko T, Dimnet. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study. *J. Spine (Phila Pa 1976)* 29: 2049-2054, 2004
6. Lafage V, Schwab F, Skalli W, Hawkinson N, Gagey PM, Ondra S, Farcy JP. Standing balance and sagittal plane spinal deformity: analysis of spinopelvic and gravity line parameters. *Spine (Phila Pa 1976)* 33: 1572-1578, 2008
7. Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J* 7: 99-103, 1998
8. Mehta VA, Amin A, Omeis I, Gokaslan ZL, Gottfried ON. Implications of spinopelvic alignment for the spine surgeon. *Neurosurgery* 70: 707-721, 2012
9. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Labelle H, Weidenbaum M. Sagittal alignment of the spine and pelvis in the presence of L5-s1 isthmic lysis and low-grade spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)* 31: 2484-2490, 2006
10. Schwab F, Lafage V, Patel A, Farcy JP. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine (Phila Pa 1976)* 34: 1828-1833, 2009
11. Sellin JN: Surgical anatomy, approaches, and biomechanics in the lumbosacral pelvic junction. Kim DH (ed), *Surgical Anatomy and Techniques to the Spine*, ikinci baskı, Philadelphia: Elsevier, 2013: 483-496
12. Weinberg DS, Xie KK, Liu RW, Gebhart JJ, Gordon ZL. Increased Pelvic Incidence is Associated With a More Coronal Facet Orientation in the Lower Lumbar Spine: A Cadaveric Study of 599 Lumbar Spines. *Spine (Phila Pa 1976)* 41: 1138-1145, 2016

bölüm 5

Dr. Gökhan ÇAVUŞ
Gaziantep 25 Aralık Devlet Hastanesi, Nöroşirurji Kliniği, Gaziantep

LUMBOSAKRAL BİLEŞKENİN CERRAHİ ANATOMİSİ

Omurğa, temelde mekanik bir yapıdır; yük taşıma/aktarma ve harekete izin verme gibi iki temel mekanik görevi vardır. Bunun yanında hayati öneme sahip olan omurluk ve budan çıkan sinir köklerini de korumaktadır.

Omurganın temel mekanik yapıları; vertebra (manivela), faset ve destekleri (eksenler), ligaman (pasif sınırlayıcılar) ve kas (aktivatörler) gibi kompleks sistemler tarafından kontrol edilir. Normal bir yetişkinde fizyolojik eğrilikler; servikal bölgede 30°-50° lordoz, torakal bölgede 20°-50° kifoz, lomber bölgede 40°-80° lordoz ve sakral bölgede 40°-60° kifoz şeklindedir.

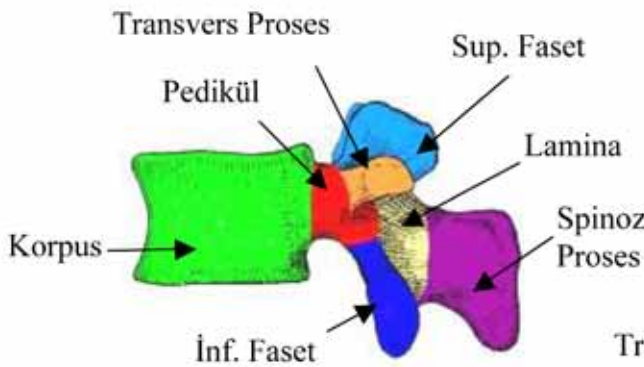
Lomber vertebra

Beş adet lomber vertebra vardır. Foramen transversariumlarının bulunmayışı, büyük olmaları ve gövdelerinin yan taraflarında eklem yapacak eklem yüzleri bulunmaları ile diğer vertebralardan ayrılırlar. Kısa ve kalın processus spinozusları vardır. Üçgen şeklinde olan foramen

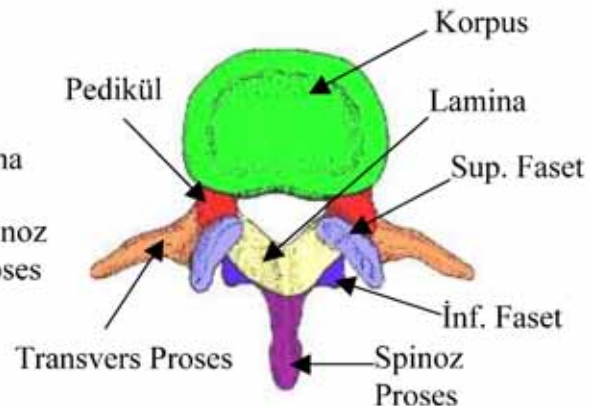
vertebraleleri, torakal vertebralara nazaran daha geniş, servikal vertebralara göre ise daha dardır (Şekil 1, 2). Processus transversusların tabanında processus accessorius adı verilen bir çıkıntı bulunur (2, 10, 11, 17). Beşinci lomber vertebra, diğer lomber vertebralardan daha geniş ve büyüktür. Korpusları geniş ve önde yüksekliği fazladır. Önde yüksekliğinin fazla olması sakrovertebral açının oluşmasını sağlar. Bazen L5 sakrum ile kaynaşır, buna L5 sakralizasyonu denir (2, 11, 17).

Lomber Omurganın Kasları

Lomber omurganın iç kasları: Erektör spina, multifidus, kuadratus lumborum ve psoas kaslarıdır. İliokostalis, longissimus ve spinalis kasları erektor spinalis kas grubunu oluşturur. Bu kas grubu omurganın lateralinde tüm omurgayı katederek yana eğilmeyi ve ekstansiyonu sağlar (15, 16). Multifidus kasları fasetin mamiller çıkıntısından köken alır, superomediale seyrederek yukarıda ikiden dörde kadar sayıda spinöz çıkıntıya



Şekil 1



Şekil 2

yapışır. Kuadratus lumborum kası iliak kıyı ve iliolumbarligamandan köken alır, oblik seyrederek ve alt kostaların ventral bölgesi ile üst dört lomber omurun transvers çıkıntısına yapışır. Psoas kası majör ve minör kısımlardan oluşur. Psoas majör kası trokanter minöre yapışır ve kalça fleksiyonu yapar. Psoas minör kası ise pelvik kenara yapışır ve majör kısmın kalça fleksiyonu hareketine yardım eder (16).

Lomber omurganın dış kasları: Rektus abdominis, eksternal oblik, internal oblik, transversalis, latissimus dorsi, serratus dorsalis kaudalis kaslarıdır.

Ligamanlar

Anterior longitudinal ligaman: Atlasın tuberkulum anterioru ile sakrum arasında uzanan, bant şeklinde, yukarı seviyelerden aşağıya inildikçe genişleyen bir ligamandır. Omurganın hiper ekstansiyonunu engeller.

Posterior longitudinal ligaman: Üst seviyelerde geniş olup aşağıya inildikçe daralır. Vertebra korpuslarının arkasında, kanalis vertebralis içinde, aksis ve sakrum arasında uzanır. Posterior longitudinal ligamanın üst kısmı tektorial membran ile devam eder. Omurganın hiperfleksiyonunu önler.

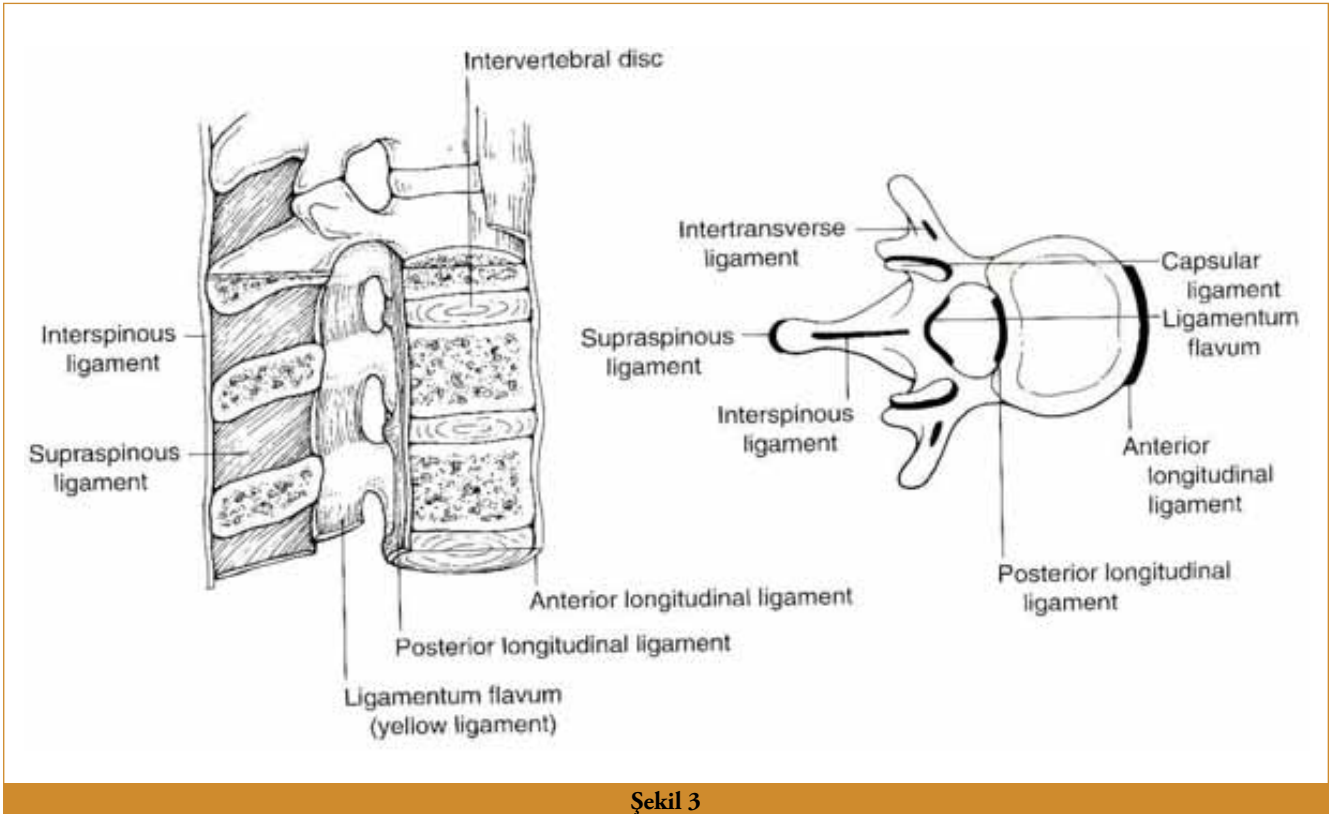
Ligamentum flavum: İki komşu vertebra lamina arasında uzanır. Üstteki vertebra laminasının anterior-inferior kenarı ile alttaki vertebra laminasının postero-superior kenarı arasında uzanır.

Ligamentum supraspinale: 7. servikal vertebra ile sakrum arasındaki processus spinosuslar arasında uzanır. Supraspinal ligamanlar, yukarıda ligamentum nuchae ile, önde interspinal ligamanlarla devam eder.

Ligamentum interspinale: İnterspinoz ligamanlar, iki vertebra'nın birbirine bakan processus spinosusları arasındaki boşluğu dolduran ligamanlardır.

Ligamentum intertransversarii: Komşu iki prosesus transversuslar arasını doldurur. İntertransvers ligamanlar lomber bölgede filamentöz yapıdadır (Şekil 3).

Lomber bölgeye özgü, lomber omurgayı pelvise bağlayan ligamanlar da mevcuttur. İliolumber ligaman beşinci lomber vertebra'nın transvers çıkıntısının ön-alt yüzü ve ucuna yapışır. Zaman zaman dördüncü vertebra'ya da tutunur. Lateralde pelvise 2 ana şerit şeklinde yapışır. Altta şerit lumbosakral ligamandır ve beşinci lomber transvers çıkıntının alt yüzünden sakrumun ön üst yüzüne uzanarak ventral iliosakral ligaman ile birleşir. Üstteki şerit kuadratus lumborum'un kısmi tutucusudur.



Şekil 3

Sakral Anatomi

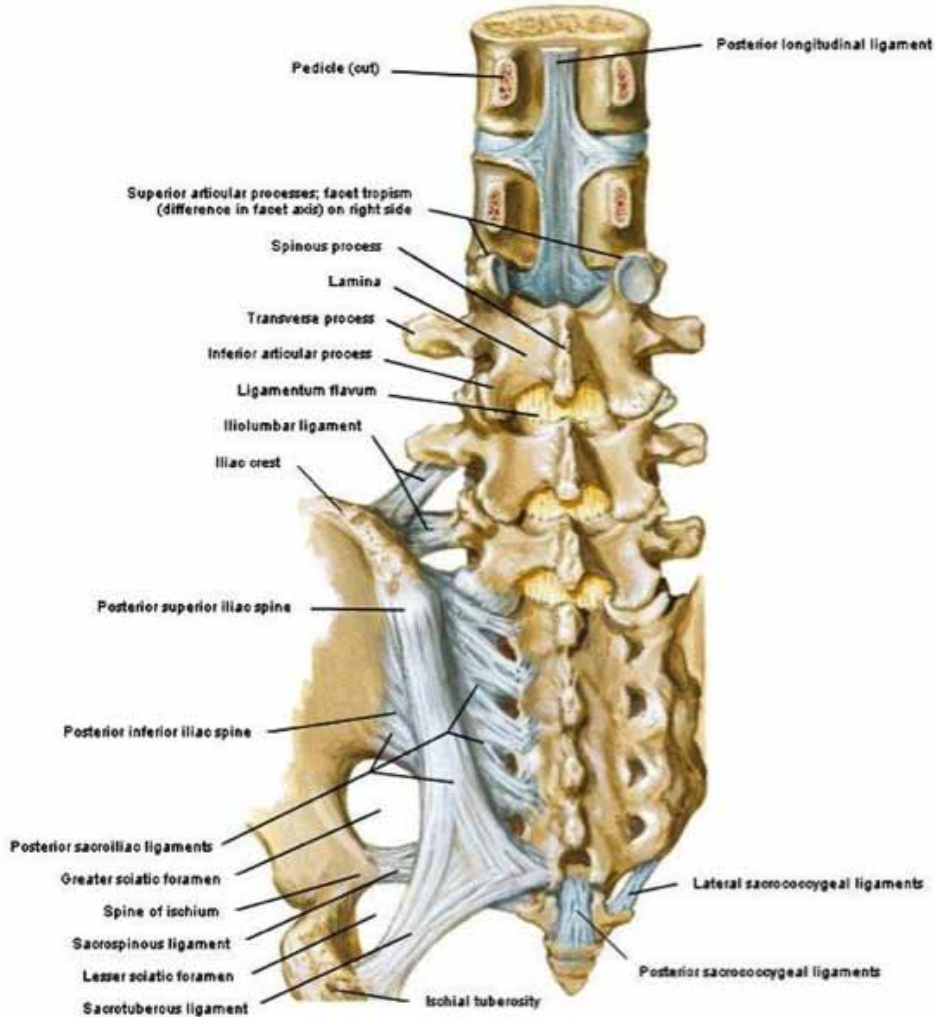
Sakrum, segmenter kemik elemanlarının birbiri ile kaynaşmış kalıntılarından oluşur. Birleşmiş olan bu vertebra ların spinöz, transvers ve artiküler çıkıntıları sakrumun dorsal yüzeyi üzerinde düzensiz çıkıntılar şeklinde görülürler.

Dört çift dorsal sakral foramen orta hattın her iki yanında paralel olarak yer alır ve sakral sinirlerin dorsal ramuslarının geçiş yeridir. Dördüncü ve beşinci sakral vertebra laminası posteriorda birleşmez ve bir açıklık (sakral hiatus) oluşturur (2, 5, 11, 17).

Sakrumun üst yüzeyi lomber beşinci omur ile eklem yapar. Lumbopelvik bileşke son üç lomber omur, sakrumun üst üç segmenti ve iliak kemiğini sakroiliak ekleme katıldığı bölgeyi içerir. Sakrumun birinci ve ikinci vertebral

segmentleri omurga cerrahisinde enstrumentasyon için güçlü tespit noktaları oluşturur.

Sakrumun üst arka kısmı beşinci lomber vertebra nın inferior artiküler fasetinin sakral fasetle olan ilişkisi sayesinde stabilize edilir (1). Sakrumun superior artiküler faseti kraniale ve dorso-mediale yönelik konumdadır. Lomber faset eklemleri ise sagittal plana paralel konumdadır (Şekil 4). Eklem bütünlüğünün korunmasına kapsüler ligamanlar yardımcı olur. Anterior ve posterior longitudinal ligamanlar burada da mevcuttur. Ligamentum flavum L5 laminası ile sakral kanalın posteriuru arasında bulunur. İnterspinöz ligaman ise sakral spinöz çıkıntılara tutunarak sonlanır. Sakrum ile vertebral kolon arasındaki lombosakral ve iliolumbar ligamanlar eklemi güçlendirir. Sakrumun ön yüzü iç bükeydir ve buraya güçlü ve büyük kaslar yapışmaz (7).



Şekil 4

Sakrumun S1 segmentine kortikal vida yerleştirilebilmesi için, komplikasyon riskini en aza indirmek üzere anterior yüzeyde iki güvenli bölge tarif edilmiştir:

1- Lateral güvenli bölge: Sınırları medialde lumbosakral trunkus, lateralde sakroiliak eklemdir. Anterolaterale yerleştirilen vidalarda hedeflenen alandır.

2- Medial güvenli bölge: Lateralde internal iliak ven, medialde promontoryum ile sınırlıdır. Anteromediale yönlendirilen bikortikal vidalarda hedef alandır (9).

Sakrumun dorsal yüzünde intermediyer sakral çıkıntıların lateralinde 4 çift dorsal sakral foramen bulunur. Sakral sinirlerin dorsal dalları ve lateral sakral arterler bu dorsal foramenlerden geçer. Sakral vida, sakrumun superior artiküler fasetinin hemen inferolateralinden yerleştirilir. Vidalar anteromedial, anterior, anterolateral olmak üzere farklı doğrultularda yerleştirilebilir. Anteromediale yönlendirilen bikortikal vidalar güvenlidir ve en sağlam fiksasyon sağlar. Doğrudan anteriora yerleştirilen vidalar zayıf tutunma gücü sağladığı için tavsiye edilmez (12, 13, 14).

Posterior iliak kanat, vida yerleştirilmesin sırasında vidanın mediyale yönlendirilmesine engel olabilir. Kaptanoğlu ve ark. posterior superior iliak kanat varyasyonlarını ve güvenli S1 vida yerleştirilmesini tariflemişlerdir (6). Buna göre açık posterior superior iliak kanat: S1 pedikül vidasının sakrum superior artiküler faseti inferior laterali giriş noktası alındığında posterior iliak kanatlar tarafından engellenmeden promontoryuma kolayca yönlendirilebildiği durumlardır. Kapalı posterior superior iliak kanat sakrum superior artiküler faseti inferior laterali giriş noktasından promontoryuma doğru oblik vida gönderilmesini engeller. Bu durumda posterior iliak kanat rezeksiyonu yapılır.

Vasküler Anatomi

L4 vertebra hizasında aorta sağ ve sol olmak üzere iki ana iliak artere ayrılır. Sağ ana iliak arter aortanın vertebranın sol tarafına yerleşmesinden dolayı sola göre daha uzun ve açılıdır. Ana iliak arterler her iki yanda laterale doğru seyrederek ve lumbosakral bileşke seviyesinde sakroiliak eklem önünde internal ve eksternal iliak arterlere ayrılırlar (8, 18).

Sakroiliak eklem önünde internal ve eksternal venler sağ ve sol olmak üzere ana iliak venleri oluştururlar. Sağ ve sol ana iliak venler L5 vertebra seviyesinde, orta hattın sağ tarafında inferior vena kavayı oluştururlar. S1 posterior enstrumentasyon sırasında özellikle sol ana iliak venin yaralanma riski fazladır (8).

Spinal Kökler

Lomber omurgada çıkan sinir kökleri bir alt omurganın transvers çıkıntısının ventralinden geçer. Lomber pleksus psoas majör kası içinde şekillenir. L5-S1 bölgesindeki Lumbosakral trunkus (L4 ve L5'den köken alan) büyük yassı bir sinirdir. L4 parçası psoas majör boyunca aşağı iner. L5 vertebraşının transvers çıkıntısının medial kısmına yakın ilerler. Sakral kök ile sakrum kanadında birleşir.

Hipogastrik pleksus aortun ventral yüzünde bulunur. Hipogastrik pleksusa, lomber sempatik trunkustan sağ ve sol dallar, çölyak, üst ve alt mezenterik pleksustan median dal katılır. Bu pleksus dördüncü lomber vertebradan sakral birinci vertebraya kadar yayılır (16).

Sakral kanal dural kesenin son kauda ekuina köklerini içerir. Kaudalde sakral kanal sakral hiatusta sonlanır. Sakral kökler aynı seviyedeki pedikülün hemen medialinden ve altından çıkarlar. Duradan çıkış açısı S1'de 28 derece, S2 kökünde 20,4 derecedir. Aşağı doğru bu açı giderek azalır ve S4 kökünde 8.4 dereceye düşer (4). Sakral pleksus lomber ve sakral radiklerin birleşmesi ile oluşur. Bunlar L4, L5, S1, S2, S3, S4' dür. Lumbosakral Trunkus (L4 ve L5 vental ramus) psoas mojar kasının medialinden pelvise girip iliak venin hemen lateralinde seyrederek sakral pleksusa katılır. Anterolaterale yönlendirilen vidalarda lumbosakral pleksus yaralanma riski vardır (8).

Kaynaklar

1. Basmajian JV. Grant's method of anatomy. 10 th edition. Baltimore: Williams&Wilkins, 1980.
2. Chiba M, McLain R, Yerby S, Moseley T, Smith S, Benson D: Short –segment pedicle instrumentation. Spine 3: 288-294, 1996.
3. Çavdar S: Omurga ve omurilik anatomisi ve embriyolojisi, Zileli M, Özer F (editörler), Omurilik ve omurga cerrahisi, ikinci baskı, cilt 1, İzmir: Meta, 2002: 15-42.
4. Ebraheim NA, Lu J. Morphometric evaluation of the sacral dorsal root ganglia. A cadaveric study. Surg Radiol Anat 20: 105-108, 1998.
5. Gülmen V, Zileli M: Sakrumun cerrahi anatomisi, Zileli M, Özer F (editörler), Omurilik ve omurga cerrahisi, ikinci baskı, cilt 1, İzmir: Meta, 2002: 77-85.
6. Kaptanoğlu E, Okutan O, Tekdemir I, Beşkonaklı E, Deda H. Closed posterior superior iliac spine impedingpediculocorporeal S1 screw insrtion . j Neurosurg 99: 229-234, 2003.

7. Kaptanoğlu E, Zileli M: Sakrumun cerrahi anatomisi, Zileli M, Özer F (editörler), Omurilik ve omurga cerrahisi, üçüncü baskı, cilt 1, İzmir: İntertıp, 2014: 73-85.
8. Licht NJ, Rowe DE, Ross LM. Pitfalls of pedicle screw fixation in the sacrum. A cadaver model. Spine 17:892-896, 1992.
9. Mirkovic S, Abitbol JJ, Steinman J, Edwards CC, Schaffler M, Massie J, Garfin SR. Anatomic consideration for sacral screw placement. Spine 16: S289-294, 1991.
10. Naderi S: Omurga biyomekaniği – klinik kavramlar: Zileli M, Özer F (editörler), Omurilik ve Omurga cerrahisi, ikinci baskı, cilt 1, İzmir: Meta, 2002:125-137.
11. Ohlin A, Karlsson M, Duppe H, Hasserius R, Redlund-Johnell I: Complications after transpedicular stabilization of the spine. A survivorship analysis of 163 cases. Spine 19: 2774-2779, 1994.
12. Okutan O, Kaptanoğlu E, Solaroğlu I, Beşkonaklı E, Tekdemir I. Pedicle morphology of the first sacral vertebra. Neuroanatomy 2: 16-19, 2003.
13. Robertson PA, Plank LD. Pedicle screw placement at the sacrum: anatomical characterization and limitations at S1. J Spinal Disord 12:227-233,1999.
14. Smith SA, Abitbol JJ, Carlson GD, Anderson DR, Taggart KW, Garfin SR. The effects of depth of penetration, screw orientation and bone density on sacral screw fixation. Spine: 18:1006-1010, 1993.
15. Sturgill M, Fessler RG, Wodard EJ. The lumbar and sacral spine In: Benzel EC (ed): Spine surgery. Churchill Livingstone, New York, 1999, pp 169-191.
16. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH (eds), Gray's Anatomy. Edinburg, Scotland: Churchill Livingstone, 1989.
17. Yogandan N, Halliday A, Dicman C: Practical anatomy and fundamental biomechanics Spine Surgery. Techniques, Complication Avoidance and Management. EC. Benzel (edt). Second edition, Philadelphia: Livingstone. 1999: 113-117.
18. Zhang HY, Kim DH. Surgical anatomy and approaches to lumbosacral junction and sacrum in Spinal Instrumentation, surgical techniques. Eds. Kim DH, Vaccaro AR, Fessler RG. Thieme, New York, 1067-1083, 2005.

ERİŞKİN DEJENERATİF SKOLYOZDA L5-S1 FÜZYONU: ENDİKASYONLAR VE SAKINCALAR

Erişkin dejeneratif skolyoz, intervertebral diskler ve faset eklemlerin dejenerasyonu sonucu oluşan, genellikle ilerleyici bir hastalıktır; toplumda görülme sıklığı %1.4-12 civarındadır (13). Erişkin skolyoz deformitelerine yönelik düzeltme cerrahisi sonrası 10 yıllık sağ kalım oranları %61 olarak bulunmuş olup dikkatli hasta seçimi ve hastaların ayrıntılı bilgilendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (24). Osteoporoz ve/veya omura kompresyon kırıklarına eşlik edebilir. Klinik yelpazesi asemptomatikten nörojenik kladikasyonu ciddi dejeneratif darlığa kadar değişebilir (4).

Dar kanal bulguları olan dejeneratif skolyoz hastalarında posterior dekompresyon etkili bir tedavi yöntemiyeen çoğu mekanik kaynaklı bel ağrısı olan hastalarda tek başına yetersiz kalmaktadır (19). Gerek torakolomber eğriliğe bağlı, gerekse buna eşlik eden spinal stenoza bağlı olarak klinik tabloları itibarı ile bazı hastalarda stabilizasyon ve füzyon ameliyatı ihtiyacı doğmaktadır. Dejeneratif skolyozlu olgularda sıklıkla L3-4 de rotatuar subluksasyon ve L4-5'te sabit bir eğrilik vardır. Bu durumda stabilizasyon sistemini L5'te mi yoksa sakrumda mı durduracağız sorusu gündeme gelmektedir. Distal füzyon seviyesini L5'ten S1'e uzatma kararı tartışmalıdır ve literatürde de halen fikir birliğine varılamamıştır (5).

Deformite düzeltilmesinde, füzyon mesafesinin proksimal ve distal sonlanma yeri ile ilgili olarak; nötral ve stabil vertebrada durulmalı, rotatuar subluksasyonda durulmamalıdır. Ayrıca sagittal veya koronal eğriliğin apeksinde de durulmamalıdır. Klasik bilgi, ideal distal sonlanma yerinin son stabil omurga olduğudur. Ancak bu kural erişkin dejeneratif skolyozda, adölesanlardaki gibi kesin olamamaktadır; çünkü erişkin omurgası daha az hareketlidir ve dejeneratif süreç devam etmektedir.

Fizyolojik torakal apeks tipik olarak T5 ve T9 arasındadır dolayısıyla deformite düzeltilmesinin proksimal sonlanma noktası bu seviyelerin altında veya üstünde olmalıdır. Sık yapılan hata fizyolojik apekte veya yakınında durmaktır (20). Sistemin uzunluğunun da dikkate alınması gerekmektedir. Biyomekanik yüklenme açısından T3-L5 ile L3-L5 arasında ciddi bir fark olduğu aşikârdır. Bu yüzden sonlanma noktası hakkında preoperatif ayrıntılı planlama yapılmalıdır. L5'te durmak L5-S1 mesafesindeki hareketi koruyup torakolomber bölgedeki yüklenmeleri azalttığı öne sürülmektedir. Geçmişte, sadece Harrington ve Luque entrümanlarının kullanıldığı dönemde, L5'in posteriyor elemanlarının standart kanca veya tel sistemlerini taşımakta güçsüz olması nedeniyle L5'te sonlanma tercih edilmemekteydi. Ancak pedikül vidalarının kullanıma girmesiyle birlikte L5'te mi yoksa S1'de mi durmalıyız tartışmaları başlamıştır (6).

Erişkin deformitesinde, uzun segment stabilizasyon ve füzyonuyla ilgili birçok sonuç bildirildiyse de; özellikle L5-S1 mesafesinde dejenerasyonu olan hastalarda, sistemin S1 segmentine uzatılması konusunda kesin bir görüş birliği henüz oluşmamıştır (1,5,6,11). Sakruma uzatılmış bir füzyon daha iyi bir stabilite sağlarken artmış risk ve komplikasyonları da beraberinde getirmektedir (23).

L5-S1 Füzyonu Endikasyonları

Çoğu cerrah, istmik spondilolistezis varlığında, stabilizasyonun sisteminin L5 yerine sakruma uzatılması gerekli olduğu konusunda hemfikirdir.

Bunun dışında, L5-S1 mesafesinin ileri derecede dejenerasyonu, stenozu, spondilolistezis, retrolistezis, rotatuar listezis, kifoz, ciddi faset artropatisi, anüler yırtık, herniye nükleus pulposus, lateral reses stenozu, L5'in oblik pozis-

yonu (>15), geniş dekompresyona (iyatrojenik) ya da spondilolizise bağlı instabilite durumlarında L5-S1 mesafesi füzyona dahil edilmesi gerektiği bildirilmiştir (5,6,11,12,22) (Tablo 1).

L5 ve S1 füzyonunu kıyaslayan çalışmalar S1 füzyonunun koronal balans ve lateral listezisi daha iyi düzelttiğini göstermiştir (4). Füzyonu L5'te sonlandırmak %61'e varan oranlarda komşu segment hastalığına neden olmakta ve sagittal balanstaki bozulmaya neden olabilmektedir (11). Biyomekanik olarak sabitlenmiş segmentler nedeniyle moment kolunun uzamasına bağlı olarak L5-S1 diskinde artmış ve hızlanmış dejenerasyon beklenen bir sonuçtur. Shono ve arkadaşları füzyona dahil edilen segment arttıkça füzyona katılmayan segmentlerin hareketinin arttığını göstermiştir (18).

Foraminal stenoz veya lateral reses sendromu L5-S1 mesafesinde sıkça görülmektedir. Dekompresyon ihtiyacı ya da forameni rahatlatmak için disk mesafesinin yükseltmesi gerektiğinde sakrum yine füzyona dahil edilmelidir (5). Sagittal imbalans ve disk dejenerasyonun birlikteliği durumlarında; eğer C7 şakul çizgisi lumbosakral diskin önüne düşüyorsa bu durumda imbalansın artması beklendiğinden sakrum sisteme dahil edilmelidir (7). Uzun segment füzyonlara anterior destek ile birlikte sakrumu dahil etmek biyomekanik stabiliteyi artırarak lumbosakral psödoartroz riskini azaltmaktadır (16).

Füzyon sakruma uzatıldığında, füzyon üç seviyeden fazlaysa iliak fiksasyon seçeneği dikkate alınmalıdır (4,14). Sakruma yönelen biyomekanik güçler implant gevşemesine ve sakrum vidalarının ciltten hissedilmesine neden olabilmektedir. Bunu önlemek ve stabiliteyi arttırmak amacıyla S2 veya iliak vidalar eklenmelidir. Bu vida tekniğinde, vidalar sakrumda derinde yer almaları ve üstten gelen roda bağlanıp ikinci bir rod ihtiyacını ortadan kaldırması nedeniyle özellikle L3 üstüne uzanan füzyonlarda kullanılmalıdır.

L5-S1 Mesafesinde İmplantasyon ve Füzyonun Sakıncaları

Öncelikle; S1 mesafesinin sisteme katılması daha uzun ameliyat süresi ve daha fazla kan kaybına yol açar; ayrıca daha fazla kemik greft füzyon alanı gereksinimi vardır (27). Diğer yandan, sakrum sıklıkla bifid olup dura yaralanması ihtimali de artmaktadır.

Erişkin deformitelerinde en riskli segment L5-S1 olup psödoartroz oranları %13 ila 42 arasında bildirilmiştir (8, 14, 19). Edward ve arkadaşları, L5'te sonlanmış vakaların daha az kaynamama ve medikal morbiditeye dolayısıyla daha az komplikasyona ve cerrahiye neden olduğunu

göstermişlerdir (16). Uzun segment stabilizasyonlarda, füzyon başarısını artırmak ve sakral vidaların yetmezliğini önlemek amacıyla anterior destek ile yükün paylaşılması, iliak vida, sakral vidaların bikortikal yerleştirilmesi gibi çeşitli önlemler almayı gerektirir. Ancak, L5-S1 mesafesi hareketinin engellenmesi, uzun segment stabilizasyonun üst bölümünde yüklenmeye neden olarak psödoartroz riskini arttırmaktadır (11,16).

Sakrum pelvise sıkıca bağlı olduğundan; 2 adet sakrum vidası, uzun kurgularda yetersiz olup 2 tane daha distal sakral veya iliak bağlantı noktasına ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok yayın L4 veya L5'te sonlanan kurgularda anterior destek olmadan katı bir füzyonun gerçekleştiğini ancak sakruma inildiğinde psödoartroz oranlarının arttığını ve anterior desteğin füzyon ve sakropelvik bağlantılardaki yükü almak için gerekli olduğunu belirtmektedir (2,17,26).

Sakrumun füzyonu geliştiği takdirde ise; uzun dönemde sakroiliak eklemlere daha fazla yüklenmeye bağlı olarak ağrı ve normal yürüyüşte bozukluğa neden olabileceği gösterilmiştir (5,6,11).

Tablo 1: S1 füzyon Endikasyonları

- L5-S1 mesafesi
 - ileri derecede dejenerasyonu,
 - stenozu,
 - spondilolistezis,
 - retrolistezis,
 - rotatuar listezis,
- Kifoz,
- Ciddi faset artropatisi,
- Anüler *yırtık*,
- Herniye nükleus pulposus,
- Lateral reses stenozu,
- L5'in oblik pozisyonu (>15)
- Dekompresyona bağlı ya da spondilolizise bağlı instabilite

Tablo 2: L5-S1 Mesafesi Füzyon Sakıncaları

Daha büyük ameliyat/ artmış komplikasyon

Sakroiliak eklem dejenerasyonu

Yürüme mekanizma

Psödoartroz risk artışı

SONUÇ

Yaşlanan toplumla birlikte, tedavi gereksinimi olan erişkin dejeneratif skolyoz hastaları her geçen gün artmaktadır. Erişkin dejeneratif skolyoz, çok çeşitli biyomekanik ve fizyolojik parametreleri dikkate alarak tedavi planlamasını gerektirir. Başarılı bir düzeltme ve füzyon için, ilerlemiş dejeneratif tabloları ve eşlik eden komorbiditeleri dikkate alınmalıdır.

Halen dejeneratif skolyoz hastalarında L5 ile S1’de sonlanmayı kıyaslayan prospektif bir çalışma yayınlanmamıştır. Bu konuda var olan en iyi kıyaslama Edward ve arkadaşlarının yaptığı retrospektif, eşleşmiş kohort analizidir (10). Lai ve arkadaşlarının (16) en az 6 yıllık takipli 110 hastalık çalışmalarında posteriyor kompleksin bütünlüğünün cerrahi olarak bozulmasının üst taraf komşu segment instabilite insidansını arttırdığını göstermişler.

Erişkin spinal deformite cerrahisinde temel hedefler; optimal koronal ve sagittal balansın sağlanması ve semptomatik nöral elemanların dekompresyonudur. Stabilizasyon kurgusu yaparken, sakrumun (S1) sisteme dahil edilmemesi arzu edilmektedir; böylece sakropelvik kompensasyon ve sakrumun hareketi ve korunabilmektedir. Ancak, L5’te sonlanan füzyon sonrası bazı hastalarda hızla L5-S1 disk dejenerasyonu geliştiği bildirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aebi M. The adult scoliosis. *Eur Spine J.* 2005;14 (10):925-48.
- Alegre GM, Gupta MC, Bay BK ve ark; S1 screw bending moment with posterior spinal instrumentation across the lumbosacral junction after unilateral iliac crest harvest. *Spine* 2001;26: 1950 – 5.
- Balderston RA, Winter RB, Moe JH ve ark; Fusion to the sacrum for nonparalytic scoliosis in the adult. *Spine* 1986;11: 824 – 9.
- Birknes JK, White AP, Albert TJ, Shaffrey CI, Harrop JS. Adult degenerative scoliosis: a review. *Neurosurgery* 2008 Sep; 63(3 suppl): 94-103.
- Bridwell KH, Edwards C, 2nd, Lenke LG. The pros and cons to saving the L5-S1 motion segment in a long fusion construct. *Spine* 2003; 28(20): S234-42.
- Cho KJ, Suk SI, Park SR ve ark; Arthrodesis to L5 versus S1 in long instrumentation and fusion for degenerative lumbar scoliosis. *Eur Spine J* 2009; 18(4): 531-7.
- Dekutoski MB. Adult idiopathic scoliosis fused to the sacrum: the role of sagittal balance. Presented at: 26th Annual Meeting of the Scoliosis Research Society; September 23–26, 1992; Kansas City, Missouri.
- Devlin VJ, Boachie-Adjei O, Bradford DS ve ark; Treatment of adult spinal deformity with fusion to the sacrum using CD instrumentation. *J Spinal Disord* 1991; 4, 1 – 14.
- Eck Kr, Bridwell KH, Ungacta FF ve ark; Complications and results of long adult deformity fusions down to L4, L5 and the sacrum. *Spine* 2001;26(9): E182-92.
- Edwards CC, 2nd, Bridwell KH, Patel A ve ark; Long adult deformity fusions to L5 and the sacrum. A matched cohort analysis. *Spine* 2004; 29(18): 1996-2005.
- Edwards CC, 2nd, Bridwell KH, Patel A ve ark; Thoracolumbar deformity arthrodesis to 5 in adults: the fate of the L5-S1 disk. *Spine* 2003;28(18):2122-31.
- Horton WC, Holt RT, Muldowny DS. Controversy. Fusion of L5-S1 in adult scoliosis. *Spine* 1996;21(21):2520-22.
- Illingworth KD, Rahman RK. Adult degenerative scoliosis: Determination of fusion and decompression parameters. *Semin spine surg* 27 (2015): 122 – 125.
- Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, Rhim S, Cheh G. Pseudarthrosis in long adult spinal deformity instrumentation and fusion to the sacrum: prevalence and risk factor analysis of 144 cases. *Spine* 2006; 31:2329e36.
- Kuklo TR, Bridwell KH, Lewis SJ, ve ark; Minimum 2-year analysis of sacropelvic fixation and L5-S1 fusion using S1 and iliac screws. *Spine* 2001; 26: 1976e83.
- Lai PL, Chen LH, Niu CC, ve ark; Relation between laminectomy and development of adjacent segment instability after lumbar fusion with pedicle fixation. *Spine* 2004; 29,2527 – 32.
- Leong JC, Lu WW, Zheng Y ve ark; Comparison of the strengths of lumbosacral fixation achieved with techniques using one and two triangulated sacral screws. *Spine* 1998;23: 2289 – 94.
- McCord DH, Cunningham BW, Shono Y, ve ark; Biomechanical analysis of lumbosacral fixation. *Spine* 1992;17(suppl):S235–43
- O’Neill KR, Bridwell KH, Lenke LG, Chuntarapas T, Dorward I, Neuman B, Ahmad A, Baldus C. Extension of spine fusion to the sacrum following long fusions for deformity correction. *Spine* 2014 May 20;39(12):953-62.
- Polly DW, Jr, Hamill CL, Bridwell KH. Debate: to fuse or not to fuse to the sacrum, the fate of the L5-S1 disk. *Spine* 2006;31(19 Suppl):S179-84
- Paulus MC, Kalantar SB, Radcliff K. Cost and value of spinal deformity surgery. *Spine*. 2014;39(5): 388–393.
- Rosner MK, Ondra SL, Surgical management of degenerative scoliosis. *Semin Spine Surg* 17:205-214
- Sánchez-Mariscal F, Gomez-Rice A, Izquierdo E, Pizones J, Zúñiga L, Álvarez-González P: Survivorship analysis after primary fusion for adult scoliosis; Prognostic factors for reoperation. *Spine J* 2014;14(8):1629–1634.
- Schwab F, Lafage V, Farcy JP ve ark; Surgical rates and operative outcome analysis in thoracolumbar and lumbar major adult scoliosis: application of the new adult deformity classification. *Spine*. 2007;32(24):2723–2730.
- Stovall DO, Goodrich JA, Lundy D ve ark; Sacral fixation technique in lumbosacral fusion. *Spine* 1997;22: 32 – 7.
- Tribus CB, Degenerative lumbar scoliosis: evaluation and management. *Jam Acad Orthop Surg*, 2003;11(3)174-83.
- Yurter A, Sciubba DM. Level Instead of the Sacrum in Multilevel Fusions for Lumbar Degenerative Scoliosis? Adult degenerative scoliosis. *Ed Vaccaro A, Jaypee Med*, 2015: page 81-90.

bölüm 7

Dr. Ali Rıza GÜVERCİN, Dr. Ertuğrul ÇAKIR
Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı/Trabzon

L5-S1 MESAFESİNDE KULLANILAN FÜZYON YÖNTEMLERİ: PLİF/TLİF-TANIM/TEKNİK/HASTA SEÇİMİ

Posterior Lomber İnterbody Füzyon (PLİF)

GİRİŞ

Posterior lomber interbody füzyon (PLİF), ön kolon artrodezini ve posterior transpediküler stabilizasyonu tek bir insizyonla mümkün kılan stabilizasyon işlemidir.

İlk PLİF operasyonu enstrümantasyon olmaksızın 1945 yılında iliak greft ve spinöz proçes kullanılarak Cloward tarafından yapılmıştır. Ancak, bir çok olguda greftlerin yerinden çıkması ve pseudoartroz nedeniyle zamanla başlangıçtaki popülaritesi kaybolmuştur. Yıllar içinde transpediküler vida sistemlerinin geliştirilmesi ve metalik, karbon fiber, PEEK gibi çeşitli malzemelerden yapılan kafeslerle birlikte; 1988 de Steffe ve Sitkowski PLİF'e ek olarak pedikül vidası ile stabilizasyonu tanımlamış ve sadece PLİF uygulanan hastalara göre daha iyi füzyon oranları sağladıklarını belirtmişlerdir (1-6).

Hasta Seçimi

PLİF özellikle bel ağrısı olan ve buna kök basısının eşlik ettiği olgularda endikedir. Grade I-II dejeneratif veya istmik spondilolisteziste, spinal deformite düzeltmelerinde, pseudoartrozda, rekürren disk herniasyonlarında, başarısız bel cerrahisi sendromunda kullanılabilir.

Avantaj ve Dezavantajları

Tek bir insizyonla hem anterior hem de posterior kolonların stabilizasyonuna olanak sağlaması, anterior yaklaşımarda sık görülen hipogastrik plexus hasarlanması

ve buna bağlı retrograd ejakülasyon gelişme riskinin düşük olması, ön kolon desteği için ikinci bir ameliyat gerektirmemesi avantajları olarak sayılabilir.

Dezavantajları arasında greft çıkması, dura yaralanması, kök hasarı sayılabilir.

Araknoiditi olanlarda, akut omurga fraktürlerinde, gebelerde, spinal metastazlarda, yaşam beklentisi 3 aydan az olanlarda, morbid obezlerde ve ciddi osteopenisi olanlarda ve orta lomber seviyenin üzerinde özellikle konus ve yukarı seviyelerde uygulanması önerilmemektedir.

Cerrahi Teknik

PLİF yapılırken şunlara dikkat etmek gerekir;

1. Greftin omurgaya batmasını önlemek için endplatelerin korunmasına
2. Maksimum düzeyde diskektomi yapılmasına
3. Mesafenin ön kısmının otolog greftle doldurulmasına

Preoperatif hazırlık sırasında, gerek röntgen gerekse BT görüntüleri kullanılarak disk mesafesinin ön arka çapı ve yüksekliği ölçülerek uygun kafes seçimi yapılmalıdır. Ön arka uzunluk olarak hem anterior hem de posterior 3mm içeride olması gerektiğinden ölçülen değerden 6mm eksilti olarak kafes uzunluğu hesaplanır. Yükseklik hesaplanırken cerrahi uygulanacak disk mesafesi çok dejenere ve yüksekliği azalmış ise alt veya üst vertebral disk mesafesi ölçülerek karar verilebilir, genellikle 9-14mm arasında olması tavsiye edilir.

Hasta prone pozisyonunda iliak kanatları yumuşak silikon yastıklarla desteklenmiş olarak karın içi organlar boşlukta olacak şekilde ve derin femoral arteriyel ve venöz yapılar bası altında olmadan pozisyon verilir. Orbitaların bası altında olmadığı özellikle kontrol edilmelidir. Bu pozisyon özellikle epidural venöz göllenmeye bağlı gereksiz kanamaların önlenmesi için önemlidir. Skopi ile cerrahi uygulanacak mesafenin saptanmasının ardından saha temizliği ve örtümü yapılır. Orta hat insizyonunu takiben paravertebral adeleler bilateral künt diseksiyonla subperiosteal olarak sıyrılır. Daha sonra direkt lamina veya spinöz proçes bir alet yardımıyla tutularak tekrar skopi yardımıyla mesafe kesinleştirilir.

Tercihen PLİF uygulanacak mesafenin üst ve altına pedikül vidaları uygun bir şekilde yerleştirilir. Daha sonra radikal diskektomi yapılır; küretlerle end-plate'ler kazınır gerekirse kanama oluşturup füzyonu artırmak için end-plate'ler üzerinde birkaç yerde delikler açılabilir. Alınan kemik parçaları kafesin içine konulmak üzere nemli kalacak şekilde saklanmalıdır. Mesafenin ön kısmı, aldığımız otojen kemikler greftler ile doldurulduktan sonra içine yine otogreft ya da kemik benzeri füzyon kolaylaştırıcı greftler konulan kafes mesafeye çakılır. Kafesin ilerleyiş açısı orta hattı geçmemeli ve disk mesafesinden en az 3 mm derinde olmalıdır. Bu işlem aynı şekilde karşıya uygulanmalı ve iki kafes arasındaki mesafe yaklaşık 4 mm olmalıdır. Rodlar yerleştirilip pedikül vidalarına bilateral olarak kompresyon yapılır. Alt ve üst köklere bası olup olmadığı sinir hooklarıyla kontrol edilir. Daha sonra skopi ile mesafeye hem ön arka hem de yan film çekilerek kafeslerin pozisyonları kontrol edilmeli ve ön bölümlerinin özellikle karın içi organlara vasküler yapılara zarar verip vermediği posterior lateral bölümünün de forameni sıkıştırıp sıkıştırmadığına bakılmalıdır.

Transforaminal Lomber İnterbody Füzyon (TLİF)

Harms tarafından PLİF'e alternatif olarak geliştirilmiştir. Amacı nöral eleman retraksiyonu ve hasarını azaltmaktır. Ameliyat süresi kan kaybı ve hastanede kalış süreleri PLİF'den farklı değildir (7). Endikasyonları da PLİF'le aynıdır. PLİF'ten farkı, tam fasetektomi gerektirmesinden dolayı daha lateralden kafes yerleştirilmesi ve dolayısıyla dural sak ekartasyonu gerektirmediği için üst lomber seviyelerde uygulanabilir olmasıdır.

Cerrahi Teknik

Hasta yine prone pozisyonundadır. Uygun saha temizliği ve örtümünü takiben skopiyle mesafe saptanıp, 6-10 cm'lik bir orta hat insizyonu yapılır. Kaslar subperiosteal olarak

transvers proseslere kadar sıyrılır. Mesafenin üst ve altına bilateral olarak pedikül vidaları atılır. Mesafeye nöral dekompresyonun yapılacağı ve kafesin konulacağı taraftan hemilaminektomi yapılır. Faset eklemi tümüyle alındıktan sonra, alt ve üst sinir kökleri ortaya konur. Lateral disk mesafesi de saptanıp epidural venöz yapılar etkisiz hale getirilir. Bunu takiben mesafeye radikal diskektomi yapıp disk dokusu end-plate'lere kadar uygun küretler yardımıyla kazınır. End-plate'ler birkaç yerden kanatılır. Mesafenin ön tarafına bir miktar otogreft konulmasını takiben, TLİF kafesinin içi de otogreft ve/veya füzyon kolaylaştırıcı kemik benzeri greftler ile doldurulur. Uygun boyutlardaki kafes mesafeye orta hattı geçecek şekilde çakılır. Skopiyle kontrol edilir. Daha sonra rodlar konularak pedikül vidalarına bilateral olarak kompresyon yapıp sistem kilitletir. Bu aşamadan sonra alt ve üst köklere tekrar bakılarak herhangi bir bası olup olmadığı kontrol edilmelidir. Hemostazı takiben mesafeye dren konularak tabakalar usulüne uygun kapatılır.

TARTIŞMA

PLİF geleneksel lomber cerrahi yaklaşımların bir parçası olarak kabul edilebilir. PLİF, yeterli intervertebral mesafenin yeniden sağlanmasına ve nöral dekompresyonun sağlanmasına olanak sağlar (8). Ek olarak, tek cerrahi insizyon ile 360 derece füzyon sağlanmış olur. PLİF yaparken cerrahın dikkat etmesi gerekenlerin başında uzamış kas retraksiyonuna bağlı olarak iatrojenik parasipinal kas hasarı vardır (9,10). Bu durum hastanın iyileşmesini geciktirir. Bu teknikte koronal balansı ve lorduzu düzeltmek güçtür. Sinir kökleri retraksiyonuna bağlı fibrosis ve kronik radikülopati riskleri de mevcuttur (7, 11,12).

PLİF ile oluşabilecek retraksiyona bağlı sinir kökü hasarı, dural yırtık ve epidural fibrosis gibi komplikasyonlardan dolayı TLİF yaklaşımı düşünülmüştür. TLİF ile direkt olarak tek taraflı intervertebral foraminal aralığa ulaşılabilir. Retraksiyon daha az olduğundan spinal kasların hasarı daha azdır. Tek taraflı nöral foramen açıldığından sinir kökleri, dura ve ligamentum flavum gibi anatomik yapılara daha az hasar verilir (13).

PLİF ile TLİF'i karşılaştırmak için birçok çalışma yapılmıştır. Humphrey ve arkadaşlarının çalışmasında PLİF grubunda 10 komplikasyon varken TLİF yapılanlarda komplikasyon görülmemiştir (12). Park ve arkadaşları 99 PLİF hastasının 7'sinde komplikasyon görüldüğünü bildirirken, TLİF yapılan 29 hastanın hiçbirinde komplikasyon olmadığını bildirmişlerdir (11).

Radyolojik füzyon oranları PLİF ve TLİF gruplarında birbirlerine yakın ve %100'e yakın bulunmuştur (14-17). Zhang ve arkadaşlarının yaptığı meta-analizde TLİF'te PLİF'e göre daha az komplikasyon görüldüğü; bunun yanında füzyon oranlarının, kök yaralanmasının, greft malpozisyonunun, infeksiyon oranlarının ve klinik düzelmenin birbirlerine üstün olmadığı belirtilmiştir (13). TLİF'in komplikasyon ve durotomi oranlarını düşürdüğü ve işlem zamanını azalttığı gösterilmiştir.

SONUÇ

PLİF ve TLİF her ikisinde sık kullanılan posterior füzyon teknikleridir (18,19). PLİF ve TLİF'in klinik ve füzyon takiplerini yapan birçok çalışma yapılmıştır. Klinik bulgular ve radyolojik füzyon oranları açısından PLİF ve TLİF'in birbirlerine üstünlüğü yoktur (12).

KAYNAKLAR

- Branch CL. Posterior lumbar interbody fusion. In: Hardy RW Jr, ed. Lumbar Disc Disease, 2nd ed New York: Raven Press; 1993:187-200
- Castill RA Theoretical superiority of posterior lumbar interbody fusion. In: Lin PM, ed. Posterior Lumbar Interbody Fusion. Springfield, IL: Charles C Thomas; 1982:82-93
- Cloward RB. The treatment of ruptured lumbar intervertebral disc by vertebral fusion. Indications, operative technique and care. J Neurosurg 1953;10:154
- Foley KT, Smith NM. Microendoscopic discectomy. Tech Neurosurg 1997;3:301-307
- Hutter CG. Spinal stenosis and posterior lumbar interbody fusion. Clin Orthop 1985;193:103-114
- Steffee AD, Sitkowski DJ. Posterior lumbar interbody fusion and plates. Clin Orthop 1988;227:99-102
- Humphreys SC, Hodges SD, Patwardhan AG, et al. Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion. Spine (Phila Pa 1976) 2001;26:567-71
- Lestini WF, Fulghum JS, Whitehurst LA. Lumbar spinal fusion: advantages of posterior lumbar interbody fusion. Surg Technol Int 1994;3:577-90
- Cole CD, McCall TD, Schmidt MH, et al. Comparison of low back fusion techniques: transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) or posterior lumbar interbody fusion (PLIF) approaches. Curr Rev Musculoskelet Med 2009;2:118-26
- Fan SW, Hu ZJ, Fang XQ, et al. Comparison of paraspinous muscle injury in one-level lumbar posterior inter-body fusion: modified minimally invasive and traditional open approaches. Orthop Surg 2010;2:194-200
- Park J, Kim Y, Hong H, et al. Comparison between posterior and transforaminal approaches for lumbar interbody fusion. J Korean Neurosurg Soc 2005;37:340-4
- Zhang Q, Yuan Z, Zhou M, et al. A comparison of posterior lumbar interbody fusion and transforaminal lumbar interbody fusion: a literature review and meta-analysis. BMC Musculoskelet Disord 2014;15:367
- Mobbs RJ, Phan K, Malham G, Seex K, Rao PJ. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. J Spine Surg. 2015 Dec;1(1):2-18
- Audat Z, Moutasem O, Yousef K, et al. Comparison of clinical and radiological results of posterolateral fusion, posterior lumbar interbody fusion and transforaminal lumbar interbody fusion techniques in the treatment of degenerative lumbar spine. Singapore Med J 2012;53:183-7
- Sakeb N, Ahsan K. Comparison of the early results of transforaminal lumbar interbody fusion and posterior lumbar interbody fusion in symptomatic lumbar instability. Indian J Orthop 2013;47:255-63.
- Yan DL, Li J, Gao LB, et al. Comparative study on two different methods of lumbar interbody fusion with pedicle screw fixation for the treatment of spondylolisthesis. Zhonghua Wai Ke Za Zhi 2008;46:497-500
- Zhuo X, Hu J, Li B, et al. Comparative study of treating recurrent lumbar disc protrusion by three different surgical procedures. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi 2009;23:1422-6
- Gjessing MH. Osteoplastic anterior fusion of the lower lumbar spine in spondylolisthesis, localized spondylosis, and tuberculous spondylitis. Acta Orthop Scand 1951;20:200-13
- Cloward RB. Spondylolisthesis: treatment by laminectomy and posterior interbody fusion. Clin Orthop Relat Res 1981;74-82

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 yapılı 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 klemp 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 nedenli 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.

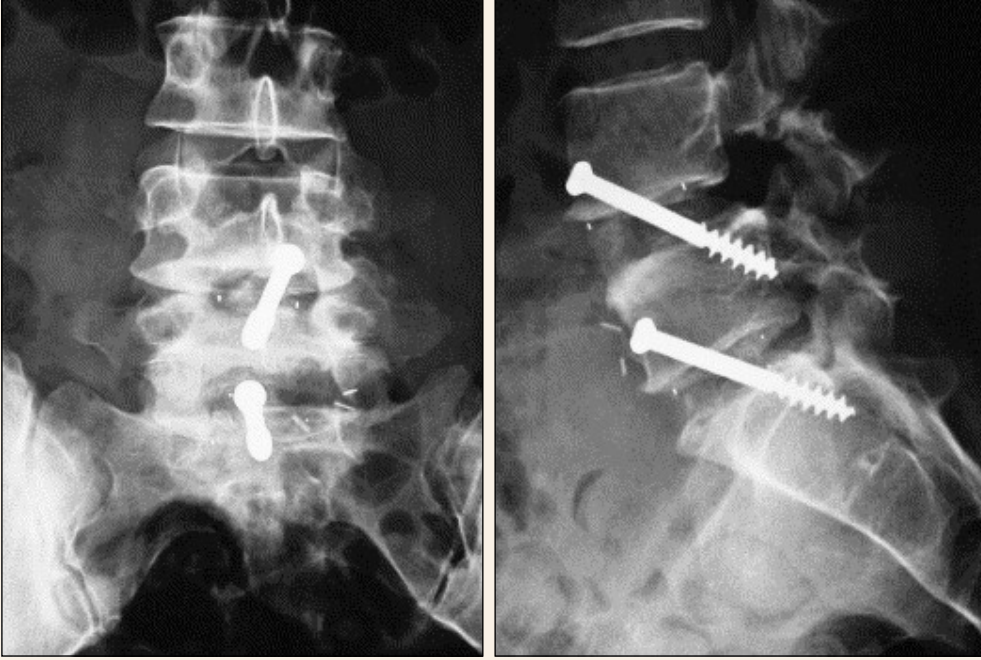
Tip D: yukarıdaki tiplerde sınıflandırılmayan grup.

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 ithmic 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.

LUMBOSAKROİLİAK STABİLİZASYON

Lumbosakral bileşke, hareketli olan omurga ile sabit olan pelvis arasında geçişi sağlar. Bu bölgenin zayıf kemik yapısı üzerine uygulanan yüksek güç ve kompleks anatomisi nedeniyle omurganın en zor füzyon oluşan bölgesidir (1).

Lumbosakral bileşkenin, instabilitesine neden olan travma, enfeksiyon, skolyoz ve dejeneratif omurga hastalıklarında lumbosakroiliak fiksasyon gerekebilir. Sakral pediküller tipik olarak geniş bir çapa sahiptir ve kanselöz kemik oranı fazladır. Bu nedenle sadece S1 pedikülünün stabilizasyonu yetersiz kalabilir. Bu durumda sakruma bikortikal vida yerleştirilmesi gibi alternatifler denenmiştir. Bu yöntemlerin yetersiz olacağı vakalarda ise stabilizasyona iliak kanat fiksasyonu eklenebilir (2). Sakruma kadar uzanan uzun füzyonlarda pelvisin füzyona katılması ile S1 pedikül vidası üzerindeki yük azaltılmış olur. Böylece psödoartroz ve enstrüman yetmezliği ihtimali azaltılır (3,4,5).

Lumbosakroiliak stabilizasyon teknikleri zaman içerisinde gelişim göstermesine rağmen temel mantık füzyonu sağlamaktır. Günümüze kadar çok çeşitli fiksasyon yöntemleri denenmiştir. Harrington iliak barları kanca kullanılarak omurgaya sabitlenmiştir. Luque stabilizasyon sisteminde sublaminar tel ve rod birarada kullanılmıştır. Cotrel-Dubousset sisteminde kanca ile monoaksial vida birlikte kullanılmıştır. Bu üç farklı yöntemde psödoartroz oranları yüksektir (2). 1980'li yıllarda uygulanmaya başlanan Galveston tekniği ile iliak kanatta stabilizasyona dahil edilmiştir. Daha sonra lomber vertebralarda tel yerine pedikül vidası kullanılması ile daha sağlam fiksasyon sağlayan modifiye Galveston tekniği geliştirilmiştir (6).

Omurganın stabilizasyonunda esas amacımız, biyolojik kemik kaynamasıdır. Enstürümantasyonlar, kemik füzyon oluncaya kadar stabilize edilen bölgenin hareketsiz kalmasını sağlar. Uygulanacak lumbosakroiliak fiksasyon füzyon oluşuncaya kadar yükü taşımalı ve omurganın yükünü dengeli biçimde pelvise ve bacaklara aktarabilmelidir.

Endikasyonlar

Lumbosakroiliak fiksasyon lumbosakral bileşkenin instabilitesine neden olan, kompleks sakral kırıklar, travmalar, L5-S1 spondilolistezisli erişkin skolyoz hastaları, lumbosakral füzyon revizyonu, erişkin isthtmik spondiloliztezis, yüksek evrelili displastik spondilolistezis, L5-S1 mesafesini etkilemiş enfeksiyon tümör ve skolyoz gibi hastalıklarda gerekebilir.

Cerrahi Teknikler

Sublaminar fiksasyon: Sakral laminalar incedir ve sublaminar sistemler için yeterli dirence sahip değildir. Sakruma kanca, mono veya multiflaman teller gibi fiksasyon yöntemleri kullanılabilir. Pelvise fiksasyon için rod-sublaminar tel yöntemi tanımlanmıştır. Bu yöntemle rodların distal uçları tellerle bikortikal olarak pelvise bağlanmıştır (7,8). Fakat bu yöntemin torsiyonel stabilize veya ekstansiyon rezistansına faydası yoktur. Lumbosakral bileşkede sublaminar aletlerle yapılan füzyonlardaki, füzyon hızı, enstürümantasyon kullanılmadan yapılan füzyonlardaki hız ile arasında fark yoktur. Bu nedenle lumbosakroiliak bölgede sublaminar fiksasyon sistemleri başarısız olarak kabul edilir (9).

Kanca ve Rod sistemleri: Distraktif enstrümanlar (harrington rodları gibi) sakral laminaların güçsüz

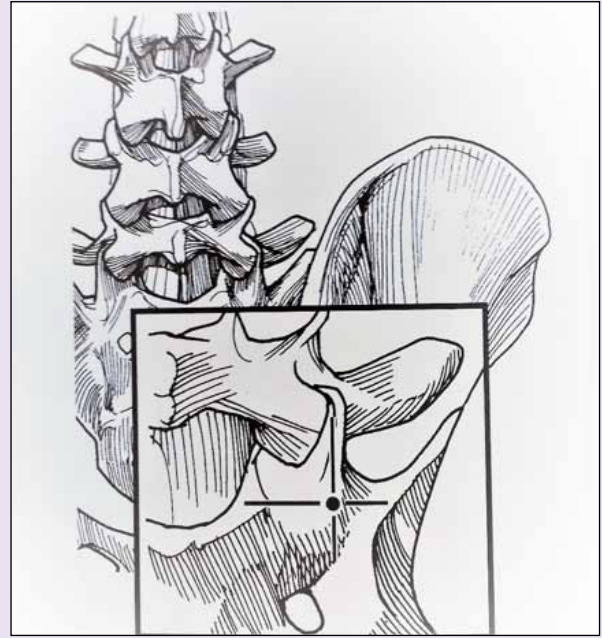
olması sebebi ile yeterli mukavemete sahip değildir. Ayrıca lomber omurgada distraksiyon uygulanması lordozun azalmasına ve düzleşmesine yol açmaktadır. Alar distraksiyon kancaları da tarif edilmiştir. Bu sistemler lateral eğilmelere karşı yeterli mukavemet sağlamasına rağmen fleksiyon ekstansiyon ve torsiyona karşı yetersizdir. Kanca rod sistemlerinin kompresif kullanımını sakral laminaların güçsüz yapısı kısıtlar (10)

Sakral pedikül vidası ve fiksasyon teknikleri:

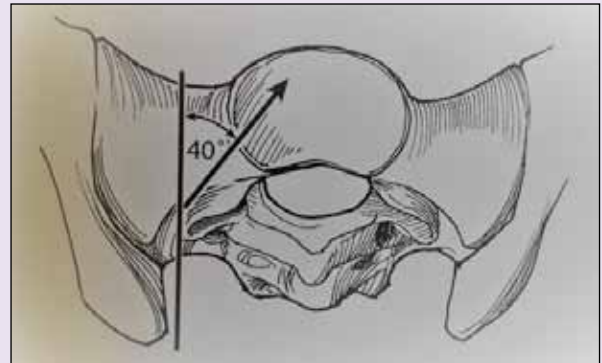
Birçok lumbosakral stabilizasyon sistemi sakral pedikül vidaları ile yerleştirilmesi ile yeterli fiksasyon sağlar. Pedikül vidaları temelli fiksasyon sistemleri omurganın her üç kolunun kontrolü ile rijit fiksasyon sağlar. Lumbosakral bileşimde de kısa segment fiksasyon için kullanılır. Bununla birlikte anatomik farklılıklar vidaları yerleştirilmesi seçeneklerini sınırlar çünkü pedikülün anatomik sınırları dışında vidaların yerleştirilmesi iyatrojenik nörovasküler hasarla sonuçlanabilir. Sakrum ile pelvis anatomisinin anlaşılması, yeterli ve gerekli cerrahi ekspozür sakruma güvenli vidaları yerleştirebilmenin önkoşullarıdır.

Mediale yönlendirilen bikortikal S1 vidaları tercih edilen tekniktir. Standart implantasyon uygulanmadığında, mediale yönlendirilen vidalar yerine veya onlara yardımcı olarak laterale sakral alaya doğru yönlendirilen vidalar kullanılabilir. Artmış mekanik stabilite için proksimal sakral fiksasyon bölgelerini destekleyen S2 pedikül vidaları kullanılır. Bu vidaları rod veya plaklarla fikse etmek, çıkma direncine karşı önemli ölçüde dayanıklılık sağlar. Bu iki yöntemde ortak yararı; sağlam ve dayanıklı biyomekanik avantajın sagittal plan trasesinde olması üzerinedir (11,12). Sakrum kanatları korpusa göre daha zayıftır ve yaş ile bu zayıflık artar, özellikle yaşlı hastalarda S1 vidası mutlaka S1 korpusunu penetre etmelidir (13). Zindrick ve ark. 6.5 mm çapında bikortikal vidaların çekip çıkartma kuvvetini %30 artırdığını göstermiştir (14).

Lumbosakral bileşkenin posterior elemanlarının cerrahi açılımı orta hat veya paramedain yaklaşımdan biriyle yapılır. Özellikle lumbosakral fasetlere ve alaya bitişik yumuşak dokular kemik nirengi noktalarının yeterli olarak görülebilmesi için sıyrılmalıdır. Mediale yönlendirilmiş S1 vidasının giriş noktası superior sakral fasetin tabanı ve sakrumun alasının birleşim yeridir (Şekil 1). Vidaları posterior sakral kortekse dik olarak,



Şekil 1: Mediale yönlendirilmiş S1 vidaları için giriş noktası superior sakral fasetin tabanı ve sakrumun alasının birleşim yeridir (24).



Şekil 2: Posterior giriş noktasından 0 derece mediale uygun medial açı verilmiş S1 ve S2 vidalarını gösteren proksimal sakrumun aksiyel görüntüsü. Vidaları ucu anterior sakral korteksin anteriorunda 2 mm den daha fazla çıkmamalıdır ve iliak damarların medialinde kalmalıdır (24).

20-30 derece mediale doğru sakral pedikül boyunca ilerletilir vidaları promontoriuma yönlendirilmelidir (Şekil 2). Burası en fazla kemik dansitesinin olduğu bölgedir (Şekil 3).

Ventral korteksin daha ilerisine vidaları penetrasyonu, nörolojik defisit lumbosakral trunkus yaralanması sempatik zincir yaralanması peritonit sepsis ve hemorajiye neden olabilir (15). 1 cm altındaki vidaları penetrasyonunda bu riskler minimaldir. Sakrum anterioruna bakıldı-

ğında en emniyetli yerin promontoryum etrafındaki medial saha olduğunu göstermiştir (16) (Şekil 4).

S2 pedikül vidaları benzer yöntemle yerleştirilir. Uygun giriş noktası posterior S1 ve S2 deliklerinin ortasında, S1 vida giriş noktasıyla aynı çizgidedir (Şekil 5).

Vida ile sakral fiksasyonu kuvvetlendirmek için sakral kanata ilave bir çift vida lateral olarak yerleştirilebilir (14). Bu yöntem biyomekanik açıdan avantaj sağlar (17). Bu vidalar daha önce yapılan enstrümantasyona kolaylıkla ilave olabilir.

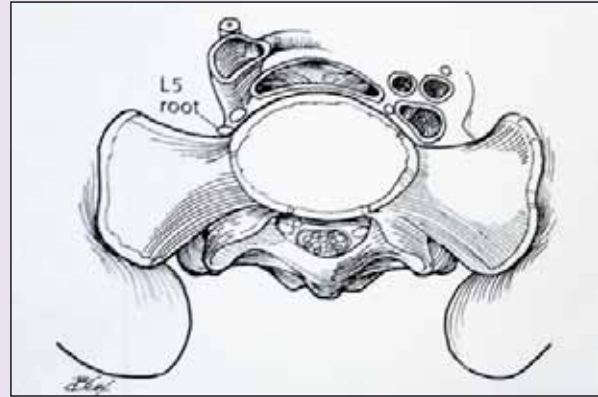
Sakral vida uygulamaları, kısa segment fiksasyonlarda (bir veya iki seviye) ve minimal instabiliteelerde başarılı olabilir. Eğer uzun segment enstrüman yerleştirilmişse sakral vidalar muhtemelen büyük güçlere maruz kalacak ve vidalar gevşeyecektir. Kostuik ve ark. tarafından (18) yapılan biyomekanik çalışmalar, lumbo sakral birleşme yeri üzerinde en rijit yapının dört sakral vida İki L5 pedikül vidası ve anterior L5-S1 yapısal greftinden oluşan bir kombinasyonun olduğunu rapor etmişlerdir. L5 pedikül vidalarının L5-S1 de dönüş gerilimlerini önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. Kostuik ve ark (19) tarafından yapılan sonraki çalışmalar, bir sakral çubuğun kullanılmasının iliak vida-



Şekil 3: Mediale yönlendirilmiş S1 pedikül vidalarının sagittal plandaki açıları. Videa ucu en fazla keik dansitesinin bulunduğu sakral promontoryuma girmelidir (24).

lara eşdeğer olduğunu göstermiştir. Jackson intrasakral tekniği en sağlam yapıyı sunmaktadır (Şekil6). Jackson intrasakral rod tekniğinde, rod sakral alaya dik olarak yerleştirilmektedir. Fakat bu teknik geniş bir sakral ala gerektirdiği için her vakada uygulanamaz (20).

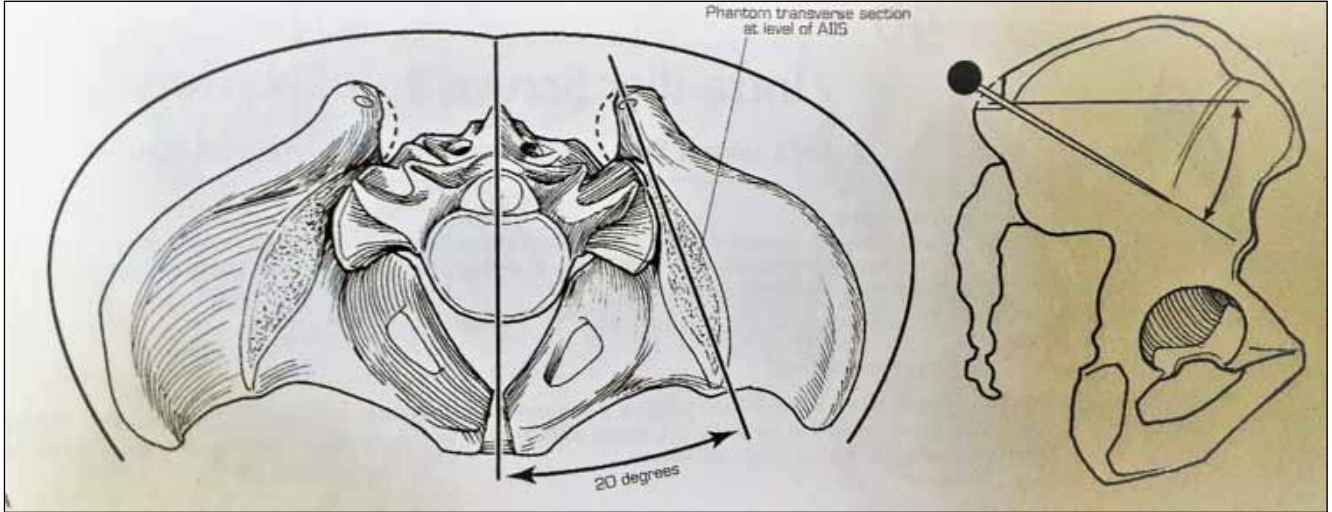
İliak Fiksasyon: Yüksek dereceli spondilolistezis, pelvik oblisite deformitesinin düzeltmeleri, uzun/çok seviyeli füzyonlarda, deformite düzeltilmesi ameliyatlarında daha sağlam bir stabilite sağlamak için lumbo-sakral omurgayı pelvise fikse etmek üzere kullanılan bir pelvik vida tutucu kullanımı gerektirir. Pelvise sıkıca tutunma sayesinde posterior intrailiak fiksasyon sakral enstrümantasyon üzerine biyomekanik avantaj sağlar.



Şekil 4: Ana iliak damarlar ve L5 sinir kökleri lumbosakral diskin hemen önünden ve S1 cisminde orta hattın lateralinden geçer ve bikortikal vida fiksasyonunu mümkün kılar (24).



Şekil 5: S2 vidası giriş noktası S1 ve S2 dorsal deliklerinin ortasında, S1 vida girişleriyle aynı çizgidedir (24).



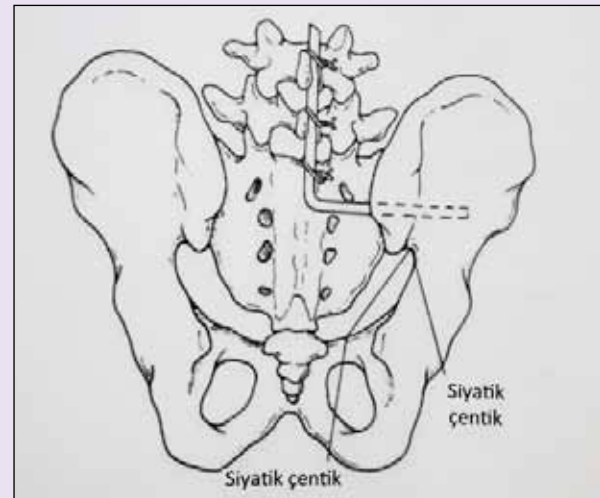
Şekil 6: İliak vidaların uygulanacağı transvers ve sagittal plan (24).

İntraliak fiksasyon spinal deformitelerin koreksiyonu uzun vertebral konstrüksiyonlar veya yüksek dereceli spondilolisteziste solid distal bir dayanak sağlar.

Pelvisi uzanan, uzun stabilizasyon sistemleri füzyonlar (skolyoz, travma, alt lomber osteotomi), pelvik oblisite le birlikte nöromüsküler skolyozun düzeltilmesi, sakrektomi sonrası rekonstrüksiyon işlemleri, anstabil sakral kırıkların fiksasyonu, yüksek dereceli lomber spondilolistezisin posterior stabilizasyonuna yardımcı yöntem olarak ve lumbosakral revizyon operasyonlarında kullanılır.

İntraliak vida fiksasyonunda cerrahi ekspozür lumbosakral bileşenin spinöz çıkıntılarına doğru inen posterior orta hat insizyonla yapılır. İliak vida yerleşimi için sıklıkla anatomik olarak direk S2 pedikül lateraline lokalize olan superior iliak krestin distal çıkıntısıdır. Vida yolu hazırlanırken hissedilen siyatik çıkıntı lokalizasyonuna bakılarak yapılır. Vida yerleşim yolu siyatik çentiğinin 1,5-2 cm yukarısında kalacak şekilde siyatik çentiğinin parmakla hissedilmesiyle belirlenir (Şekil 6). Vida uzunluğu 90mm den kısa çapı 6-8 mm dir. Daha uzun vida kalça eklemine penetre olabilir.

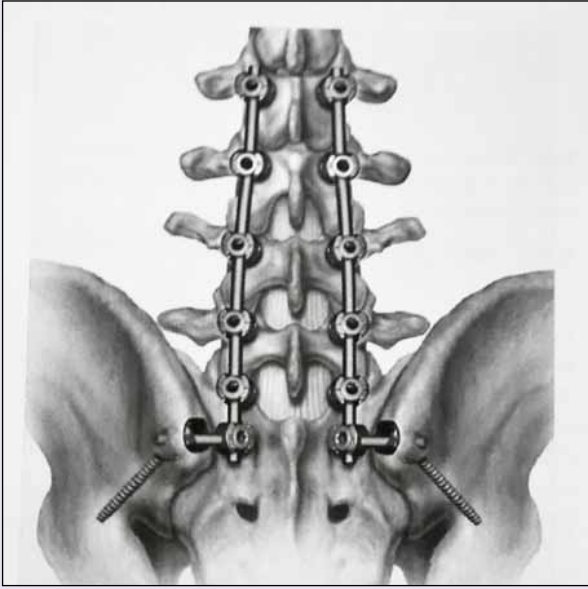
Sakropelvik tutunma için en çok kullanılan yöntem Galveston tekniği ve modifikasyonlarıdır. Bu girişim ilk olarak Allen ve Ferguson tarafından skolyoz cerrahisi için tarif edilmiştir (21,22). Bu teknik ilk uygulamaya başlandığında füzyon yapılmak istenen vertebral sublaminal tel ile bağlanıyor ve uzun bir rod gerekli konturlar verildikten sonra posterior iliak kristadan iliumun iki korteksi arasına yerleştiriliyordu. Rodun



Şekil 7: Galveston tekniğinde Lomber vertebraların sublaminal teller ile bağlanması ve uzun rodun ilium iki korteksi arasına yerleştirilmesi (24).

yukarı çıkan parçası ise sublaminal teller ile birleştirilip fiksasyon sağlanıyordu (Şekil 7).

Sonradan modifiye edilerek lomber pedikül vidaları kullanılmış ve halende bu şekilde kullanılmaktadır (21,22). Galveston yöntemi diğer spinopelvik fiksasyon sistemleri için esin kaynağı olmuştur. Rodların intrakortikal kalması ve doğru pozisyonda yerleştirilmesi 2 eşit önemli basamak gerektirir. İliak geçiş yolunun oluşturulması ve rodun yerleştirilmesi. Rodların özelliğini ve posterior iliak kanatların anatomisini bilmek gerekir, sakroiliak eğim yaklaşık olarak 60 derece olmalıdır. Daha sonra rodun distal iliak segmenti lumbosakral eğim yaklaşık 110 derece iken stabilenir.



Şekil 8: İliak vida tekniği (3)

Galveston tekniği ile aynı giriş noktasını kullanan fakat rod yerine vida yerleştirilen iliak vida tekniği uygulama kolaylığı galveston roda göre daha sıkı tutuş gücü sağlaması ve daha önce greft kullanılmış iliak kanatda uygulanabilmesi dirsek bağlantı ile kolayca ana roda bağlanabilmesi nedeni ile günümüzde tercih edilen teknik olmuştur (23) (Şekil 8).

KAYNAKLAR

1. Moshirfar A, Rand FF, Sponseller PD, Parazin SJ, Khanna AJ, Kebaish KM, Stinson JT, Riley LH 3rd. Pelvic fixation in spine surgery. Historical overview, indications, biomechanical relevance, and current techniques. *J Bone Joint Surg Am* 87:89-106,2005
2. Tumialan LM, Mummaneni PV, Long-segment spinal fixation using pelvic screws. *Neurosurgery* 63:183-190,2008
3. Gokaslan ZL, Romsdahl MM, Kroll SS, Walsh GL, Gillis TA, Wildrick DM, Leavens ME. Total sacrectomy and Galveston L-rod reconstruction for malignant neoplasm. Technical note. *J Neurosurg* 87:781-787,1997
4. Balderston RA, Winter RB, Moe JH, Bradford DS, Lonstein JE. Fusion to the sacrum for nonparalytic scoliosis in the adult. *Spine*. 11:824-829,1986
5. Kostuik JP, Errico TJ, Gleason TF. Techniques of internal fixation for degenerative conditions of the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res.* 203:219-231,1986
6. Kostuik JP. Treatment of scoliosis in the adult thoracolumbar spine with special reference to fusion to the sacrum. *Orthop Clin North Am.* 19:371-381,1988

7. Luque ER. The anatomic basis and development of segmental spinal instrumentation. *Spine* 7:256-9,1982
8. Luque ER. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. *Clin Orthop* 163:192-198,1982
9. Ogilvie JW, Bradford DS. Sublaminar fixation in lumbosacral fusions. *Clin Orthop* 269:157-161,1991
10. Fourney DR, Gokaslan ZL. Spinopelvic fixation. Zileli M, Özer F, Omurilik ve Omurga Cerrahisi, 2. Baskı, İzmir, Meta Basımevi, pp1673-85,2002
11. Carlson GD, Abitbol JJ, Anderson DR. Screw fixation in the human sacrum. An in vitro study of the biomechanics of fixation. *Spine* 17:S196-S203,1992
12. Zindrick M, Wiltse LL, Widell EH. A biomechanical study of intrapeduncular screw fixation in the lumbosacral spine. *Clin Orthop* 203:99-112,1986
13. Peretz AM, Hipp JA, Heggeness MH. The internal bony architecture of the sacrum. *Spine*. 23:971-974,1998
14. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop Relat Res* 203:7-17,1986
15. Litch NJ, Rowe DE, Ross LM. Pitfalls of pedicle screw in the sacrum. A cadaver model. *Spine* 17:892-896,1992
16. Mirkovich S, Abitbol JJ, Steinman J. Anatomic consideration for sacral screw placement. *Spine* 16:S289-S294,1991
17. McCord DH, Cunningham BW, Shono Y, Myers JJ, McAfee PC. Biomechanical analysis of lumbosacral fixation. *Spine* 17:235-243,1992
18. Kostuik JP, Musha Y. Fusion to the sacrum adult idiopathic scoliosis using C-D instrumentation (1986-1990). Paper presented at the Scoliosis Research Society Annual Meeting; Portland, OR, USA 1994
19. Kostuik JP, Valdevit D, Chang HG, Kanzaki K. Biomechanical testing of the lumbo sacral spine. *Spine* 23:1721-8,1998
20. Jackson RP, McManus AC. The iliac buttress. A computed tomographic study of sacral anatomy. *Spine* 18:1318-1328,1993
21. Allen BL Jr, Ferguson RL. The Galveston Technique for L-rod instrumentation of the Scoliotic spine. *Spine* 7:276-284, 1982
22. Allen BL Jr, Ferguson RL. The Galveston Technique of pelvic fixation with L-rod instrumentation of the Scoliotic spine. *Spine* 9:388-394, 1984
23. Schwend RM, Sluyters R, Najdzionek J. The pylon concept of pelvic anchorage for spinal instrumentation in the human cadaver. *Spine* 28:542-547, 2003
24. Vaccaro AR, Albert TJ. *Spine surgery tricks of trade* second edit. S139-S159, 2009
25. Zileli M, Özer AF. *Omurilik ve omurga cerrahisi*, 3 baskı, S1657-S1681, 2014