

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

TRANSPEDİKÜLER FİKSASYONDA

KARŞILAŞILAN SORUNLAR

VE ÖNERİLEN ÇÖZÜMLER

Uzmanlık Tezi

Dr Selim Yalçın

22574

İSTANBUL - 1992

İÇİNDEKİLER :

GİRİŞ VE AMAÇ:	1
GENEL BİLGİLER :	2
<i>Omurga cerrahisinde internal fiksasyonun önemi</i>	2
<i>Vertebrada internal fiksasyon amacı ile kullanılabilen oluşumlar</i>	3
<i>Vertebral kolonda internal fiksasyon uygulamalarının tarihçesi</i>	4
<i>Transpediküler fiksasyonun tarihçesi</i>	6
<i>Pedikül anatomisi</i>	8
<i>Transpediküler vida yerleştirme tekniği</i>	11
<i>I. Giriş yerinin bulunması</i>	11
<i>II. Vida yerleştirme yönü</i>	13
<i>III. Vida boyu</i>	13
<i>IV. Vida çapı</i>	14
<i>V. Vida şekli ve yivleri</i>	14
<i>VI. Saptanan noktadan vidanın yerleştirilmesi</i>	14
<i>VII. Vidanın plak veya çubuğa tesbiti</i>	15
<i>Transpediküler vida uygulama endikasyonları</i>	16
<i>Transpediküler vida ile fiksasyonun kontrendikasyonları</i>	17
<i>Transpediküler vida kullanımının üstünlükleri</i>	17
<i>Transpediküler vida ile fiksasyonun dezavantajları</i>	19
<i>Transpediküler vida uygulamalarında görülen komplikasyonlar</i>	19
<i>Transpediküler vida uygulamalarının biyomekanik üstünlükleri</i>	20
GEREÇ ve YÖNTEM :	25
SONUÇLAR :	33
KOMPLİKASYONLAR :	34
TARTIŞMA	35
SONUÇ	42
ÖZET	43
KAYNAKÇA	44

GİRİŞ VE AMAÇ:

Omurga cerrahisinde transpediküler vida ile internal fiksasyon uygulamaları giderek önem kazanmaktadır. Uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan internal fiksasyon sistemlerinin bazı hasta gruplarında istenen sonuçları vermemesi üzerine Fransa'daki merkezlerde 1963 den beri uygulanan transpediküler vida ile fiksasyon yöntemi 1985 lerden itibaren bütün dünyadaki omurga cerrahisi merkezlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve bu konuda birçok araştırmalar yapılmıştır. Son yıllarda çeşitli ülkelerde transpediküler vida içeren çok sayıda sistem geliştirilmiştir. Bu sistemler yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve oldukça iyi sonuçlar bildirilmiştir.

Biyomekanik olarak, laminar tel veya kanca (hook) içeren bütün sistemlerden daha rijid olan bu sistem hızla geliştirilmekte ve özellikle lomber ve sakral bölgeler için bilinen en sağlam vertebral implant olarak kabul edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı transpediküler fiksasyonun endikasyonlarını, avantaj ve dezavantajlarını gözden geçirmek, kliniğimizdeki uygulamalarda karşılaşılan problemleri ve gelişen komplikasyonları incelemek ve bunlara olası çözümler önermektir.

Bu çalışmada Türkçe karşılığı olmayan bilimsel terimler kullanılırken anatomik terimler Latince, diğer lisanlardaki terimler okunduğu gibi yazıldı.

GENEL BİLGİLER :

Omurga cerrahisinde internal fiksasyonun önemi

Omurga hastalıklarının tedavisinde uzun yıllar boyunca yaygın olarak kullanılmış olan kapalı tedavi yöntemleri (alçı, ortez vb) son yıllarda anesteziyolojik ve cerrahi tekniklerdeki ilerlemeler sayesinde yerini cerrahi yöntemlere bırakmıştır. Biyomateryal ve implant teknolojisindeki gelişmeler internal fiksasyon kullanımını hızla yaygınlaştırmıştır. İnternal fiksasyonun önemli avantajları ortezsiz erken mobilizasyon , hızlı ve yeterli kemik iyileşmesi sayesinde psödoartroz riskinin azalması ve minimum segmente füzyon uygulanmasıdır. ⁽¹³⁾

Ancak yakın zamanlara kadar kullanılan vertebral implantların rijiditesinin yetersiz kaldığı görülmüş ve bunun sonucu olarak postoperatif dönemde uzun süre eksternal immobilizasyon kullanılması gerekmiştir. ⁽⁵⁷⁾ Düzeltici kuvvet elde etmek için uzun segment immobilizasyonu yapılmasına rağmen komplikasyon sıklığı azaltılamamıştır. ⁽³⁹⁾ Dolayısıyla vertebra cerrahisinde kullanılan klasikleşmiş enstrümantasyon yöntemlerinin internal fiksasyondan beklenenleri veremediğini öne sürebiliriz.

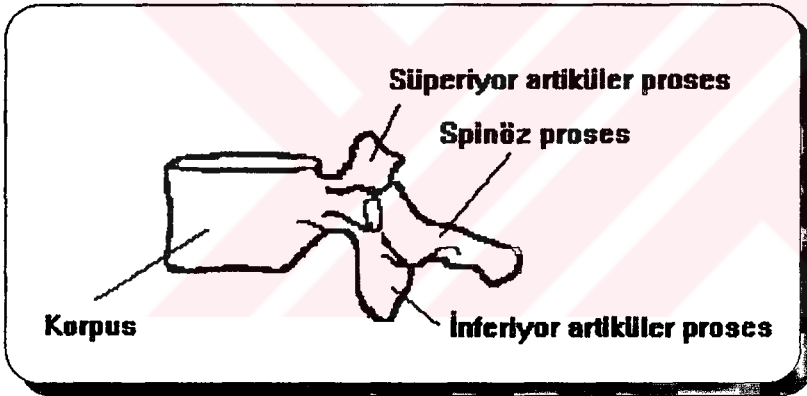
Son onyıda geliştirilen Luque, Cotrel - Dobousset ve transpediküler fiksasyon içeren sistemler omurga cerrahisinde internal fiksasyonun bütün avantajlarından faydalanılmasını sağlamıştır. ^(10,23,44,57)

Vertebrada internal fiksasyon amacı ile kullanılabilen oluşumlar

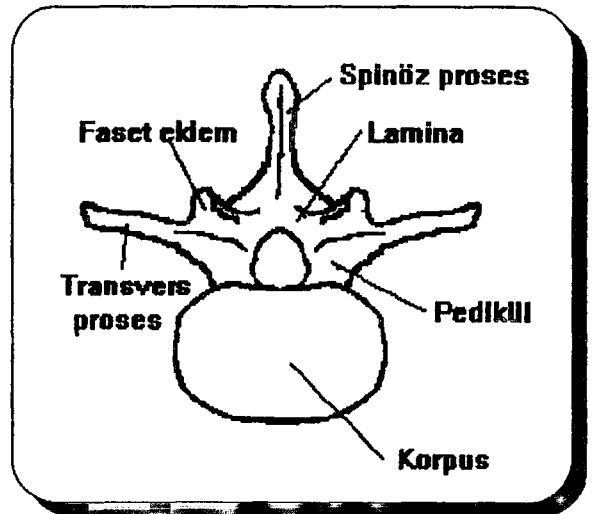
Vertebrada internal fiksasyon amacı ile implant yerleştirilebilecek olan anatomik oluşumlar Tablo 1 de gösterilmiştir. Bu bölgelere vida, tel, kanca , U çivi (staple), kortikal kemik grefti, çubuk (rod) ve plakların kombinasyonlarından oluşan implant sistemleri ile internal fiksasyon uygulamak mümkündür.^(7,44) Şekil 1 ve 2 de ise transvers ve sagittal vertebra kesitlerinde bu oluşumların yerleri görülmektedir.

- | |
|----------------------|
| 1 - Spinöz Proses |
| 2 - Lamina |
| 3 - Faset eklem |
| 4 - Transvers proses |
| 5 - Pedikül |
| 6 - Korpus |
| 7 - Disk Aralığı |

Tablo 1.
Vertebrada internal fiksasyon amacı ile kullanılabilen oluşumlar



Şekil 1,2.
Transvers ve sagittal kesitlerde vertebra anatomisi



Vertebral kolonda internal fiksasyon uygulamalarının tarihçesi

Omurga stabilitesini bozan patolojilerin tedavisinde düzeltici kuvvetlerin uygulanması ve immobilizasyon Hipokrat zamanından beri çeşitli kapalı yöntemlerle gerçekleştirilmiştir.^(39,57) 1891 yılında Hadra'nın spinöz prosesleri tel ile birbirine bağlaması ile omurga cerrahisinde bir çığır açılmış ve internal fiksasyon dönemi başlamıştır.^(25,57)

Başlangıçta internal fiksasyon uygulanan vakaların çoğunda operasyonla sağlanan düzelme ve stabilite korunamamıştır. 1911 yılında Albee ve Hibbs'in birbirlerinden habersiz olarak posteriyor spinal füzyon uygulamaları ile stabilitenin korunması için gerekli yöntem bulunmuştur. 1911 i takip eden yıllarda birçok cerrah tarafından yüzlerce hastaya posteriyor füzyon uygulanmış ancak düzeltme ve immobilizasyon amacı ile kullanılan yöntemlerin yetersizliği nedeni ile tedavi sonuçları tatminkar olmamıştır. Nitekim 1941 senesinde A.B.D. genelinde yapılan bir çalışmada posteriyor füzyon ve düzeltici alçı (Risser alçısı) uygulanan hastaların önemli bir bölümünde psödoartroz geliştiği ve yeterli düzelme sağlanamadığı saptanmıştır.⁽⁵⁷⁾

1946 senesinde Blount ve Schmidt daha güvenilir eksternal immobilizasyon uygulayabilmek ve daha fazla düzelme sağlayabilmek amacı ile serviko-torako-lombo-sakral ortezi (CTLSO veya Milwaukee cihazı) geliştirmişlerdir.⁽⁵⁷⁾

1910 da Lange'nin spinöz prosesleri bir çubuk ve tellerle birbirine bağlaması, Hibbs'in tibyal greft ve dikişlerle spinöz prosesleri bağlaması, 1940 da Wilson'un spinöz proseslerin bir tarafına plak diğer tarafına kortikal greft yerleştirerek bunları civatalarla (bolt) birbirlerine tesbit etmesi , yine 1940 da King'in faset ekleme transartiküler vida yerleştirmesi gibi internal fiksasyon yöntemleri biyomekanik ve metalürjik yetersizlikleri nedeni ile klinik uygulamada yaygınlaşmamışlardır.^(27,39,44,57)

1958 de Harrington'un kanca ve çubuk ile internal fiksasyon sistemini geliştirmesi omurga cerrahisinde modern internal fiksasyon dönemini başlatmış, 1960 lardan itibaren bütün dünyada Harrington ve benzeri sistemlerle binlerce hasta tedavi edilmiştir. Harrington cihazı ile internal fiksasyonun bazı yetersizliklerini gidermek amacı ile Moe, Knodt, Edwards, Andre, Jacobs bazı modifikasyonlar uygulamış ve daha başarılı sonuçlar almışlardır.^(25,57)

1970 lerin sonuna doğru Luque'nin geliştirdiği sublaminer tel ve çubuk ile internal fiksasyon sisteminde yeterli stabilite sağlandığı için uygun vakalarda ortez kullanılmayabilir.⁽⁷⁾ Luque yöntemi, Hartshill modifikasyonu ve Harrington - Luque olarak tanımlanan laminer kanca ve sublaminer tel kombinasyonu oldukça rijid olmalarına rağmen uygulamalarında bazı önemli sorunlar ile karşılaşmıştır.^(27,28)

Vertebra korpusuna anterior yaklaşımla internal fiksasyon uygulamak amacı ile birçok çalışmalar yapılmış, korpusa vida ve pul veya U çivi konarak bunları birbirine çubuk, tel veya plak ile bağlayan Harrington-Kostuik, Dwyer, Zielke, Dunn, Kaneda implantları gibi çeşitli sistemler geliştirilmiştir. Ancak bu sistemlerin tümünün ortak dezavantajları hayati organların ve büyük damarların yakınında geniş disseksiyon gerektirmesi ve vertebranın rotasyon eksenine çok yakından vida konması nedeni ile kaldıraç kolunun kısılması, düzeltme amacı ile büyük kuvvetlere gereksinim olmasıdır . Anterior enstrümantasyon sistemleri lomber 5. vertebra ve altında kullanılmadığı gibi geniş segmentleri ilgilendiren patolojilerde ekspozisyonun artan riskleri nedeni ile endikasyonları kısıtlıdır.^(40,44,57)

Klinik uygulaması 1963 de Fransa'da başlayan transpediküler vida ile fiksasyon omurga cerrahisinde büyük bir boşluğu doldurmuş ve özellikle son onyılda hızla gelişip yaygınlaşmıştır.^(23,31,45)

Transpediküler fiksasyonun tarihçesi

1959'da Kanada'da Boucher'in faset eklem içinden pediküle uzanan vida koyması ile başlayan transpediküler fiksasyon çalışmaları 1963 yılında Fransa'da Roy-Camille'in faset eklem inferiyorundan pedikülü geçerek korpus anterior korteksine kadar uzanan vidalar koyarak komşu segmentleri posteriyordan plakla tesbit etmesi ile hızlanmıştır.^(45,46,48) Judet ve Louis⁽³¹⁾ kendi isimlerini taşıyan plak-vida sistemlerini geliştirirken 1970 lerin sonuna doğru İsviçre'de AO grubundan Magerl⁽³⁴⁾ pediküle kapalı ve açık yöntemlerle Schanz vidası yerleştirmiş ve bunları eksternal fiksatörle birbirine bağlamıştır. Omurgada eksternal fiksatör kullanımının zorluklarından dolayı yine AO grubundan Dick bu sistemi modifiye etmiş ve 'Fixateur Interne ' adı verilen bu ilk vida-çubuk kombinasyonunu uygulamıştır.⁽¹³⁾ Bu implant bütün dünyada hızla yaygınlaşmış, kırıklarda , tümörlerde ve spondilolistezisin redüksiyon ve stabilizasyonunda kullanılmıştır.^(13,16,30,35)

Diğer taraftan 1980'lerin başında Amerika Birleşik Devletleri'nde Steffee⁽⁵¹⁾ VSP adı ile tanınan plak-vida sistemini , Krag ve arkadaşları ⁽²⁸⁾ ise Vermont spinal fiksatörü olarak isimlendirdikleri vida-çubuk sistemini geliştirmişlerdir. Aynı yıllarda Almanya'da Zielke anterior enstrümantasyon amacı ile yaygın olarak kullanılan sistemini modifiye ederek pediküler fiksasyon amacı ile kullanılabilir hale getirmiştir.⁽⁵²⁾ Japonya'da ise anterior fiksasyon sistemi ile tanınan Kaneda pediküler vida-çubuk sistemi geliştirmiştir.⁽⁴⁴⁾ Ülkemizde geliştirilen Alıcı sisteminde de transpediküler vida kullanılmaktadır.⁽¹⁾

Pediküler fiksasyon yöntemlerinin yaygınlaşmasında önemli bir aşama 1985 yılında pediküler vidalar içeren Cotrel-Dubousset spinal enstrümantasyon sisteminin kullanılmaya başlanması ve bütün dünyada hızla yaygınlaşması olmuştur.^(10,11) Bu sayede farklı seviyelere konan kanca, U çivi ve vidalar birlikte kullanılabilmiş ve birçok farklı tanı grubunda pediküler vidanın getirdiği stabiliteden yararlanma olanağı sağlanmıştır.

Saillant⁽⁴⁵⁾ , Roy Camille⁽⁴⁵⁾ , Zindrick^(59,60) ve Olsewski⁽⁴²⁾ pedikül anatomisi, Roy Camille⁽⁴⁵⁾ , Zindrick⁽⁵⁹⁾ , Carson⁽⁹⁾ pediküle vida yerleştirme tekniği konusunda ayrıntılı çalışmalar yapmışlardır Hatta pediatrik hastalarda da pedikül vidasının avantajlarından yararlanabilmek için 2 yaşından büyük çocukların pedikül anatomisi incelenmiştir. ⁽¹⁸⁾ Vidaların hangi yöne doğru gönderilmesi gerektiği, ideal vida uzunluğunun ne kadar olması gerektiği tartışılmıştır. ^(9,7,28,45,47,57,58,59) Postoperatif CT incelemesi ve nekropsilerle vidaların pozisyonu incelenmiş, farklı tiplerdeki vidaların tutma güçleri konusunda birçok deneysel çalışmalar yapılmıştır. ^(5,19,20,47,48) Yaşın ilerlemesi ile pedikül boyutlarında ve kemik yapısında oluşan değişimler incelenmiş, yaşlılarda transpediküler fiksasyon uygulamalarının güvenilirliği araştırılmıştır. ⁽⁴⁹⁾ Transvers bağlantı parçasının (DTT) mekanik katkısı sorgulanmış⁽²⁷⁾ , hatta pediküler sistemlerin biyomekanik olarak gerekenden daha rijid olduğunu iddia eden Goel⁽²¹⁾ sisteme esneklik kazandıracak ara parçalar geliştirerek deneysel çalışmalar yapmış ve bunların klinik uygulamasını da⁽²⁴⁾ gerçekleştirmiştir. Yeni geliştirilen sistemlerle alınan sonuçları ^(1,6,11,13,28,29,31,33,34,41,45,51,52) ve farklı hasta gruplarındaki uygulamaları bildiren yayınları ^(2,8,12,14,16,22,30,35,43,46,54,55) , geniş vaka serilerinde karşılaşılan komplikasyonları inceleyen çalışmaları da eklersek ^(17,20,36,56) son yıllarda transpediküler fiksasyon sistemlerinin geliştirilmesi için harcanan çabaları kısaca özetlemiş oluruz.

Pedikül anatomisi

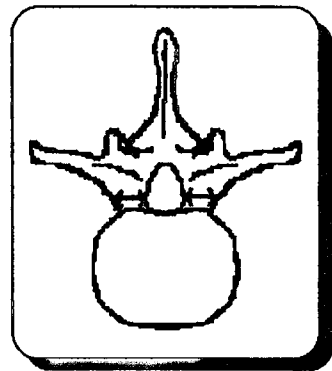
Pediküle yerleştirilecek vidanın çapı, yönü, boyu gibi değişkenler pedikül anatomisine bağlıdır. En uygun fiksasyonu elde etmek ve vidanın hayati oluşumları zedelemesini engellemek için pedikül anatomisinin çok iyi bilinmesi gerekir.^(20,42,60)

Pedikül vertebranın en güçlü kemikten oluşan kısmıdır.^(13,28) Gençlerde kalın kortikal kemikten oluşan pedikül yaşlılarda periosteal yeni kemik oluşumu ile genişler ve korteksi inceler, içerdiği spongiöz kemik miktarı artar.^(28,44,49) Yapılan biyomekanik çalışmalarda pediküle konan vidanın tutma gücünün korpusa konan vidanınkinden daha fazla olduğu gösterilmiştir.^(19,59)

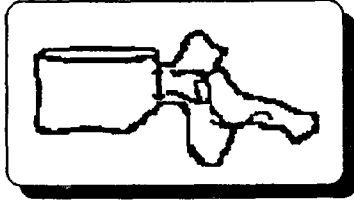
Pedikülün anatomisini incelemek amacı ile radyografi, CT, nekropsi piyeslerinin incelenmesi gibi yöntemlerle birçok çalışmalar yapılmıştır.^(18,42,59,60) Farklı serilerden çıkan sonuçlar pedikülün anatomisinde ırka ve cinsiyete bağlı küçük farklılıklar bulunduğunu ancak transpediküler fiksasyonun hemen hemen bütün hasta gruplarında uygulanabilir olduğunu göstermiştir.^(42,60) Ancak pedikül anatomisinin varyasyonları olduğu, incelenen geniş serilerin % 2.1 inde pedikül çapının 4.5 mm den küçük olduğu, 0.5 inde ise 4 mm den küçük olduğu gösterilmiştir.⁽⁴⁰⁾ Nadir olarak pedikül asimetrisine, hatta aplazisine rastlanılabileceği de bildirilmiştir.^(40,53) Ayrıca dejeneratif değişiklikler, skolyoz, kifoz gibi patolojiler de normal anatomiye bozabilirler.⁽²³⁾

Pediküle vida yerleştirirken şu anatomik değişkenlere dikkat etmek gereklidir:

- Transvers pedikül isthmus genişliği (Şekil 3)
- Sagital pedikül isthmus genişliği (Şekil 4)
- Transvers pedikül açısı (Şekil 5)
- Sagital pedikül açısı (Şekil 6)
- Efektif pedikül boyu (Şekil 7)

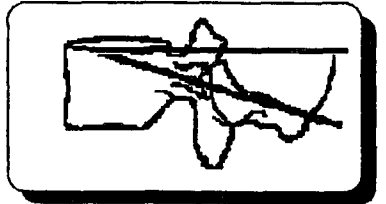


Şekil 3.
Transvers pedikül
isthmus genişliği

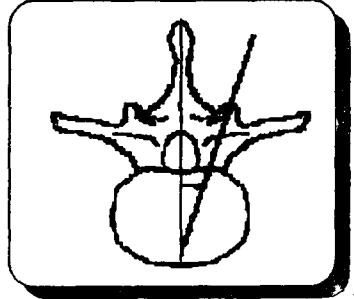


Şekil 4.
Sagittal pedikül
isthmus genişliği

Bütün bu değişkenler omurganın seviyelerine göre çok büyük farklılıklar gösterirler. Pedikül vidası yerleştirirken çalışılan seviyenin anatomisine göre vida çapını, boyunu ve yönünü belirlemek çok önemlidir.

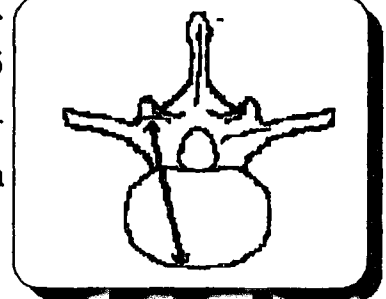


Şekil 6.
Sagittal pedikül
açısı

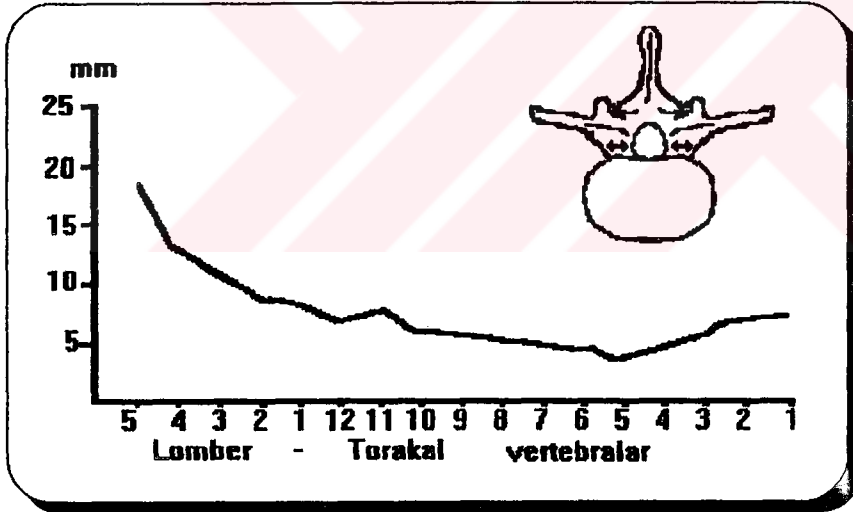


Şekil 5.
Transvers pedikül
açısı

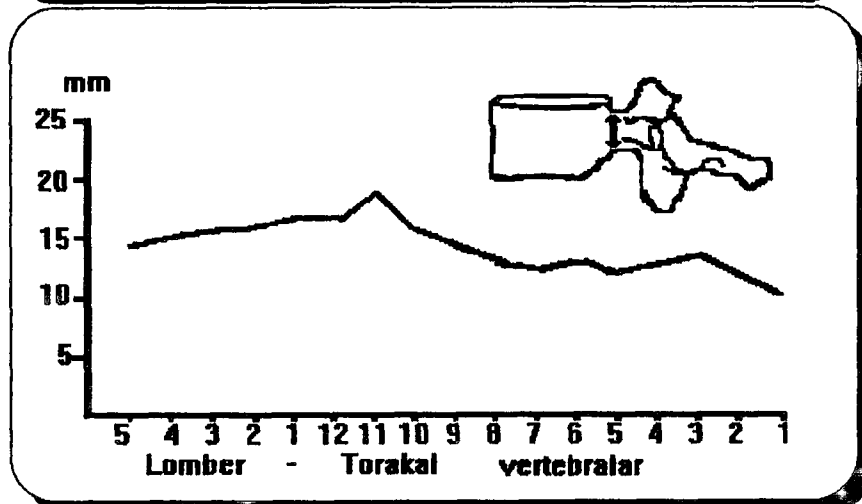
Şekil 8,9,10,11 ve 12de T1 ile L5 arasındaki vertebra pediküllerindeki anatomik değişkenlerin ölçüleri gösterilmiştir.⁽⁶⁰⁾



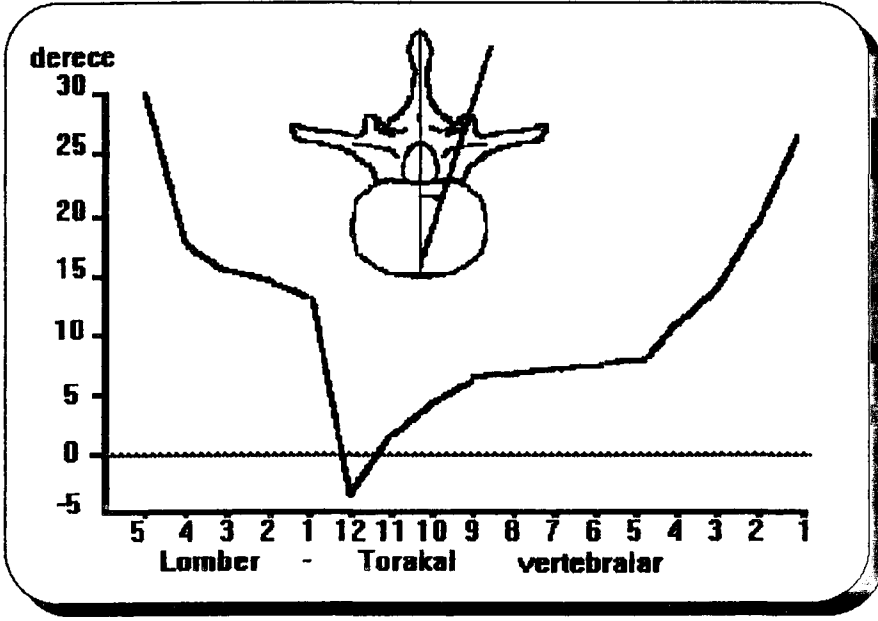
Şekil 7.
Efektif pedikül boyu



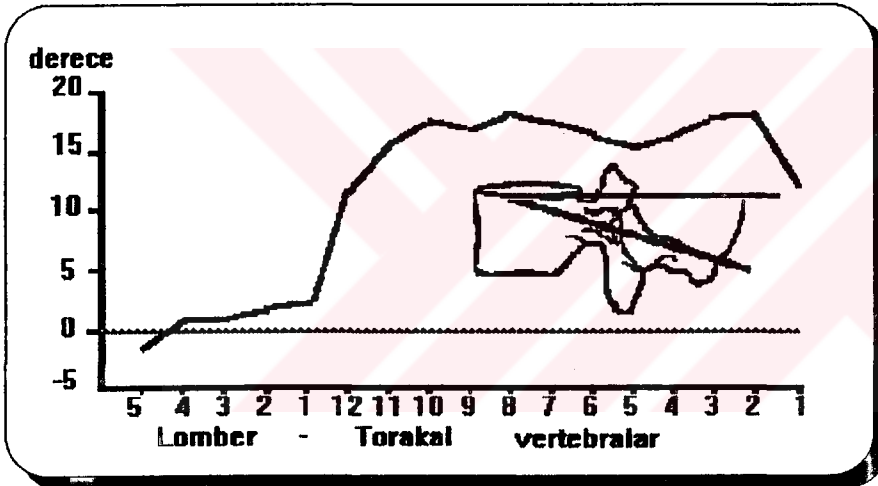
Şekil 8.
Transvers pedikül
isthmus ölçüleri



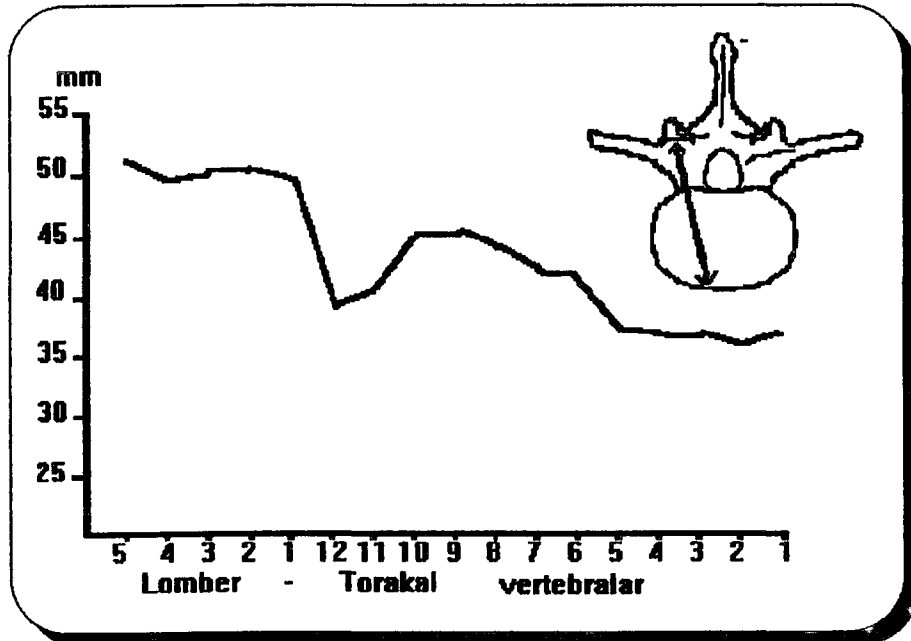
Şekil 9.
Pedikül sağıtal
isthmus ölçüleri



Şekil 10.
Transvers pedikül
açısı ölçümleri



Şekil 11.
Sajital pedikül
açısı ölçümleri



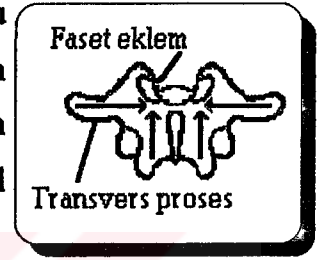
Şekil 12.
Efektif pedikül
boyu ölçümleri

Transpediküler vida yerleştirme tekniği

I. Giriş yerinin bulunması

Transpediküler vida yerleştirirken giriş noktasının bulunması için kullanılan birçok teknik vardır.^(15,23,27,45) Bunlardan en yaygın kullanılanlar şunlardır:

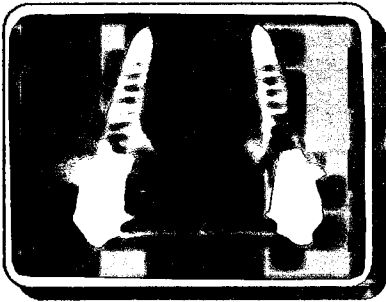
1 - **Kesişim tekniği (Roy Camille)** : Anatomik olarak transvers prosesler pedikül ile aynı aksiyel planda, faset eklem ise pedikülle aynı sajjital planda yer alırlar. Posteriyor oluşumların yeterli ekspozisyonunundan sonra bu anatomik özelliklerden faydalanarak transvers proses orta hattından geçen doğru ile faset eklem lateralinden geçen doğrunun kesiştirilmesi ile elde edilen noktanın izdüşümünde pedikül bulunmaktadır. Bu noktadan açılan giriş deliğinden seviyeye göre uygun transvers ve sajjital açıda ilerlenerek pedikül içinden korpus anteriyoruna uzanan vida yerleştirilebilir.⁽¹⁵⁾ (Şekil 13)



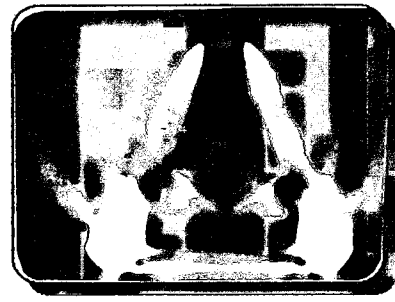
Şekil 13.
Kesişim tekniğinde
vida giriş yerinin
bulunması

2 - **Aksesuar çıkıntı tekniği** : Vakaların çoğunda kesişim tekniği ile saptanan noktanın hemen lateralinde aksesuar çıkıntı olarak tanımlanmış bir noktalık bulunur. Bu noktayı giriş deliği olarak kullanırken giriş yeri biraz lateralde kaldığı için transvers vida açısını artırarak ilerlemek gereklidir.⁽¹⁵⁾

3 - **Pars tekniği**: Lamina ile pedikülün kavuşma sahaları pars interartikularis olarak tanımlanır. Bu bölge pedikül posteriyorunu oluşturduğu için buradan girilebilir. Bu tekniği kullanırken giriş noktası diğer tekniklere kıyasla medyalde kaldığı için transvers vida açısını azaltarak vida yerleştirmek gereklidir.⁽¹⁵⁾



Şekil 14. Kesişim tekniği ile
yerleştirilmiş vidalar

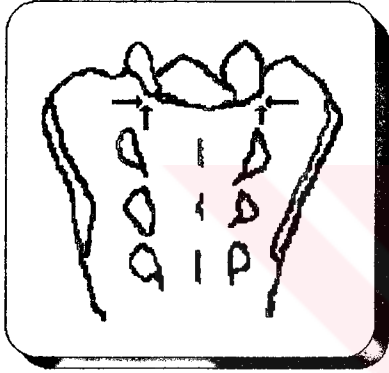


Şekil 15. Pars tekniği ile
yerleştirilmiş vidalar

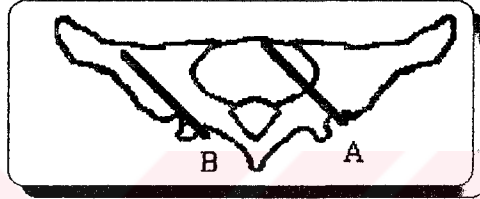
4 - Magerl ' in uyguladığı yöntemde kesişim tekniğinde tarif edilen noktanın daha lateralinden girilerek vida hafif medyale doğru yollar. Magerl bu teknikle kapalı olarak da Schanz vidası koymuştur.⁽³⁴⁾

5 - Krag ise giriş yerini ve ideal vida yönünü radyoskopi cihazına özel açılar vererek bulmuştur.⁽²⁷⁾

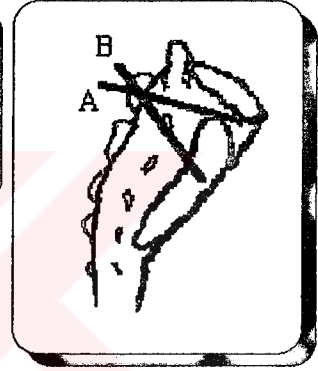
Sakral fiksasyonda ise vida Şekil 16 de gösterilen giriş yerinden promontoryuma veya sakrum kanadına doğru yerleştirilir.^(4;28) (Şekil 17,18,19)



Şekil 16.
Sakral fiksasyonda
vida giriş yeri



Şekil 17,18.
Sakral vida yönleri
A-Promontoryum
B-Sakrum kanadı



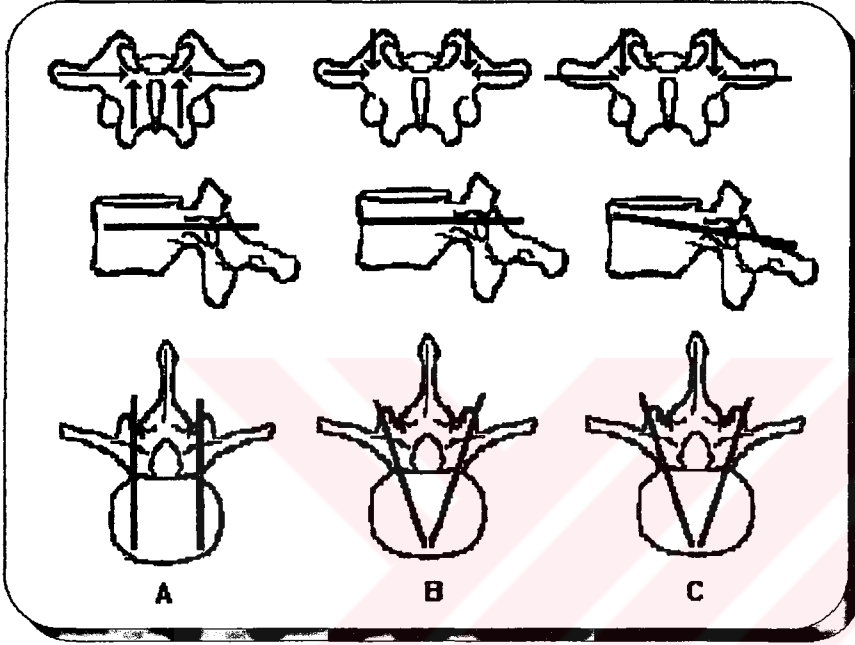
Şekil 19.
Sakrum kanadına vida
fiksasyonu

Bütün bu yöntemlerde gerektiğinde radyolojik kontrol yapılması tavsiye edilmektedir.

II. Vida yerleştirme yönü

Vidanın yönü konusunda tartışmalar sürmektedir. Genelde vidanın anatomi ile uyumlu olarak pedikül aksı boyunca konması tavsiye edilmektedir.⁽⁴⁵⁾(Şekil 20 A) Pars tekniğinde ise vida medyale doğru yollanmaktadır.⁽¹⁵⁾ (Şekil 20 B) Ancak bazı yazarlar vida yerleştirilirken sağıtal açının horizontalin üstüne, transvers açının medyale doğru

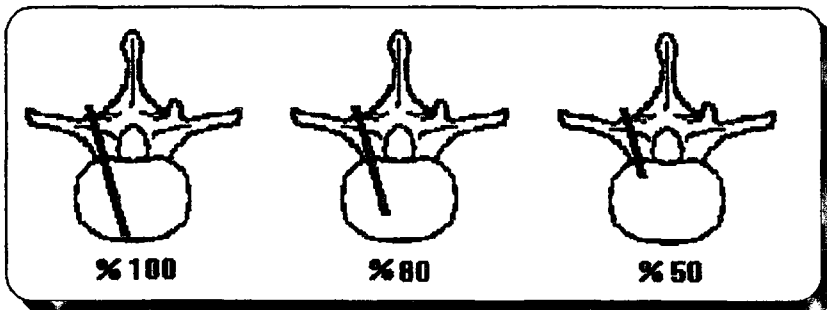
arttırılması halinde daha güvenilir fiksasyon elde edildiğini ve yakın komşuluktaki faset eklemin daha az zedelendiğini öne sürmüşlerdir.⁽²⁸⁾ (Şekil 20 C)



Şekil 20. Farklı tekniklerde vida giriş yerleri ve yerleştirme yönleri

III. Vida boyu

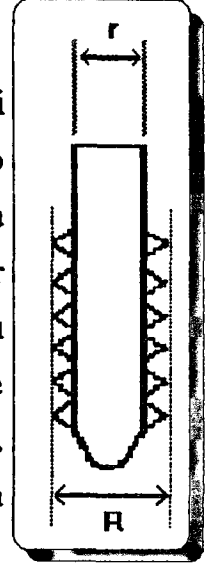
Vidanın boyunun ne kadar olması gerektiği konusunda da tartışmalar sürmektedir. Genellikle vidanın korpusun ön yarısına kadar ilerletilmesi önerilmektedir. Ama daha kesin fiksasyon elde etmek için vidanın korpus anterior korteksini yakalaması veya subkortikal kemiğe kadar uzanması gerektiğini savunanlar da vardır. Vidanın boyu uzadıkça tutma gücünün arttığı biyomekanik olarak gösterilmiştir.^(28,48,58) (Şekil 21)



Şekil 21. Vida boyları

IV. Vida çapı

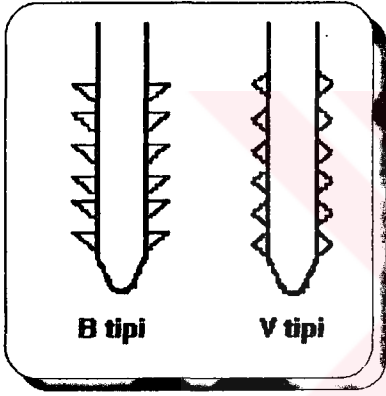
Halen kullanılan sistemlerdeki vidaların çapları arasında önemli farklar vardır. Vidanın tutma gücünü belirleyen en önemli etkenin dış çap (R), bükülmeye karşı direnci belirleyen değişkenin ise iç çap (r) olduğu biyomekanik çalışmalarla gösterilmiştir.^(5,28) (Şekil 22) Çoğu araştırmacılar her seviyeye komplikasyonsuz yerleştirilebilen en kalın vidanın konması gerektiği görüşünü savunmaktadırlar.^(10,11) Örneğin CD implant sisteminde torakal 12. vertebra ve üstünde 5 mm, lomber 1. - 4. vertebralarda 6 mm, uygun vakalarda lomber 5. vertebrada ve sakrumda 7 mm çapında vida kullanılmaktadır.⁽¹⁰⁾



Şekil 22.
Vidanın iç (r)
ve dış (R)
çapları

V. Vida şekli ve yivleri

Transpediküler vida ile en iyi ve en az komplikasyonlu fiksasyonu elde edebilmek için birçok vida şekli ve yiv tipi önerilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalarda ise farklı yiv tiplerinin sağladığı fiksasyonda önemli bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır.⁽²⁷⁾ (Şekil 23) Vida şeklinin ise silindirik olması önerilmektedir.



Şekil 23.
B ve V yiv tipleri

VI. Saptanan noktadan vidanın yerleştirilmesi

Giriş noktası belirlendikten sonra matkap, Steinmann teli, standart veya özel küret ile uygun sajjital ve transvers açılarda ilerlenir.^(10,13,23) Yol açıcı aleti ilerletirken büyük bir kuvvet uygulanmazsa alet pedikülün içindeki spongiöz kemiğin ortasından en uygun yolu kullanarak ilerleyecektir.⁽¹⁵⁾ Yol açıcıyı kullanırken aşırı kuvvet uygulanması durumunda alet pedikül duvarını delerek medyal veya inferiyordaki önemli oluşumlara doğru ilerleyebilir. Aletin ilerlememesi veya ucunun boşluğa çıkması halinde geri çekilerek oryantasyon kontrol edilir. Yolaçıcı tamamen doğal ilerlese bile ince Kirschner teli veya standart derinlik ölçücü gibi ucu kıvrık bir aletle pedikül duvarlarının bütünlüğünü koruyup korumadığı sınıanmalıdır..

Vida deliklerinin tümünün hazırlanmasını takiben bunlara Kirschner teli yerleştirerek veya vidaları koyarak radyolojik kontrol yapılması tavsiye edilmektedir⁽¹⁵⁾. Vidaları yerleştirmeden önce yiv açılmasına gerek olmadığı biyomekanik olarak saptanmıştır.⁽⁵⁹⁾

Vidayı ilerletirken gevşeme, aşırı bir direnç veya istenen yönden bir sapma ile karşılaşılırsa mutlaka oryantasyon kontrolü yapılmalıdır. Doğru yerleştirildiği radyolojik veya klinik olarak saptanan bir vida diğerlerini yerleştirirken referans olarak kullanılabilir.^(27,44)

VII. Vidanın plak veya çubuğa tesbiti

Planlanan manipulasyonun yapılmasını takiben kullanılan sisteme göre uygun bağlantı parçaları ile vidalar plak veya çubuğa tesbit edilir. En son olarak transvers bağlantı parçası (DTT) monte edilir.

İdealde vida yerini ve yönünü belirleyen tek etkenin anatomi olması istenir. Plaklı sistemlerde vida giriş yeri plağın deliklerine göre seçilmek zorundadır oysa çubuklu sistemlerde vida giriş yeri herhangi bir kısıtlama olmadan saptanmaktadır. Plaklı sistemlerde her yöne doğru düzeltici kuvvet uygulama olanakları da kısıtlıdır.

Transpediküler vida uygulama endikasyonları

1 - Kırık ve çıkıklar

2 - Deformite düzeltilmesi

a - Skolyoz

b - Kifoz

c - Konjenital deformiteler

d - Posttravmatik deformiteler

3 - Primer ve metastatik tümörlerin cerrahi tedavisi

4 - Spondilolistezis redüksiyon ve stabilizasyonu

5 - Spondilolizis stabilizasyonu

6 -Fiksasyon sorunları olan revizyon vakaları

7 - Posteriyor dekompresyon ve stabilizasyonun beraberce yapılması gereken vakalar

8 - Osteoporozlu hasta

9 - Tüberküloz spondilit

10 - Dejeneratif hastahkların tedavisi

a - Osteoartrit (Faset eklem vb)

b - Spinal stenoz

c - Disk hastahğı

11 - Psödoartroz tedavisi

12 - Total vertebrektomi sonrası stabilizasyon

Transpediküler vida ile fiksasyonun kontrendikasyonları

Transpediküler vida ile fiksasyonun kontrendikasyonları Tablo 2 de görülmektedir.

- | |
|-----------------------------|
| 1 - Üst torakal vertebralar |
| 2 - Pedikül anomalisi |
| 3 - Lateral dislokasyonlar |

Tablo 2.
Transpediküler
fiksasyonun
kontrendikasyonları

Sekizinci torakal ve üzerindeki vertebraların pedikül ve kanal anatomilerinin uygun olmaması nedeni ile transpediküler vida kullanımı tavsiye edilmemektedir.⁽¹³⁾ Bazı konjenital vertebra anomalilerinde pedikül anatomisi bozulabildiği için vida koymakta güçlük çıkabilir.^(40,53) Lateral komponenti olan dislokasyonlarda vidalı sistemlerin stabilize edici kuvvetlerinin biyomekanik olarak yetersiz olduğu öne sürülmektedir.⁽¹⁹⁾

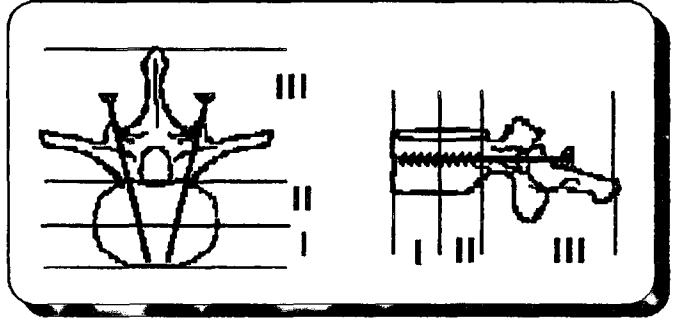
Transpediküler vida kullanımının üstünlükleri

- Üç boyutlu fiksasyon yapılması
- Üç boyutta her yöne doğru düzeltici kuvvet uygulanabilmesi
- Vertebranın en güçlü kemikten oluşan, osteoporozdan en az etkilenen bölgesinden fiksasyon yapılması
- Minimum segment fiksasyonu ile yeterli düzelme ve immobilizasyon sağlayabilmesi
- Tek segmente uygulanabilen tek sistem olması
- Psödoartroz riskinin çok az olması
- Geniş dekompresyon veya posteriyor eleman kırığı sonrası kullanılabilen tek posteriyor enstrümantasyon sistemi olması
- Ameliyat sonrası hasta bakımının kolay olması
- Ortez gereksiniminin en az olması, hastanın güvenle mobilize edilebilmesi

- Her üç kolonu fikse edebilen tek sistem olması⁽⁴⁸⁾ (Şekil 24)

- En kaudal vertebrada sekonder kifoz oluşturmaması⁽²⁷⁾

- Vida koyarken korpustan transpediküler biyopsi alınabilmesi



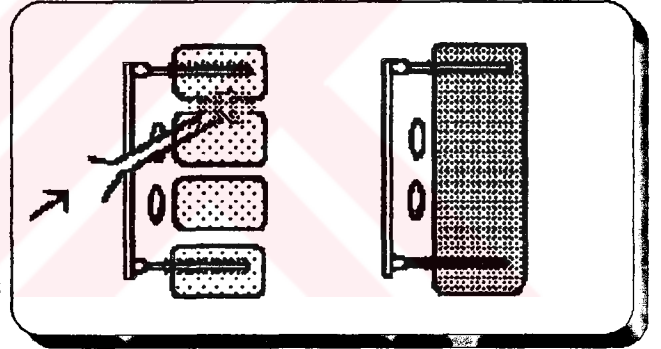
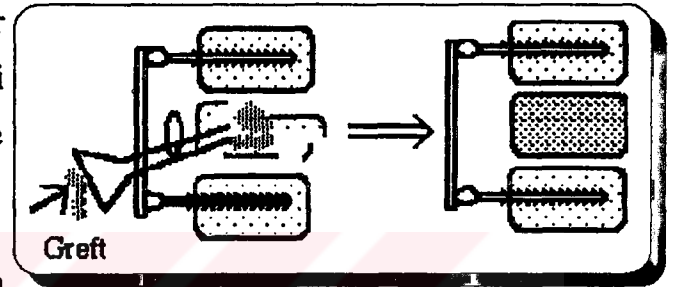
Şekil 24.
Transpediküler vida ile vertebranın 3 kolunun fiksasyonu

- Vida koyarken transpediküler teknikle anterior füzyon yapılabilmesi veya korpus içine kemik pastası şeklinde greft yerleştirilmesi^(12,13,14) (Şekil 25,26)

- Spondilolistezis redüksiyonu yapabilen tek sistem olması⁽²⁾

- Transvers bağlantı parçası (DTT) kullanımına gerek kalmaması⁽²⁷⁾

- Kanca veya sublaminer tel ile kombine edilebilmesi



Şekil 25, 26.
Transpediküler teknikle korpus içine veya disk aralığına kemik grefti konması

- Spinal kanala girmeden uygulanması

- Rod veya plakla kullanılabilmesi

- Sakral fiksasyon için en uygun sistem olması⁽²⁷⁾

- Fiksasyon sorunu olunca kemik çimentosu ile fiksasyonun güçlendirilmesi^(23,47) (Şekil 27)



Şekil 27.
Gevşeyen vidanın kemik çimentosu ile güçlendirilmesi

- Transpediküler enstrümanlarla kırık redüksiyonu yapılabilmesi^(12,13,14)

Transpediküler vida ile fiksasyonun dezavantajları

- Bazı yazarlara göre nörolojik hasar riskinin diğer sistemlerden yüksek olması⁽³⁶⁾
- Uygulamasının güçlüğü
- Spinal korda dik açı ile çalışılması
- Ameliyat süresinin uzunluğu
- Postoperatif infeksiyon oranının yüksekliği
- Radyoskopik kontrol gereksinimi
- Aşırı rijid olması
- Yayımlanan bazı serilerde vida kırılması ve bükülmesinin sıklığı^(13,23,36)
- Başarı ile uygulanması için özel eğitim ve tecrübe gerektirmesi

Transpediküler vida uygulamalarında görülen komplikasyonlar

- Vidanın uygun olmayan yere konmasına bağlı komplikasyonlar
 - spinal kord hasarı
 - kök hasarı
 - aort veya vena cava hasarı
- İmplant arızaları
 - Vida kırılması
 - Vida bükülmesi
 - Vida - çubuk bağlantısının gevşemesi
 - Çubuk kırılması

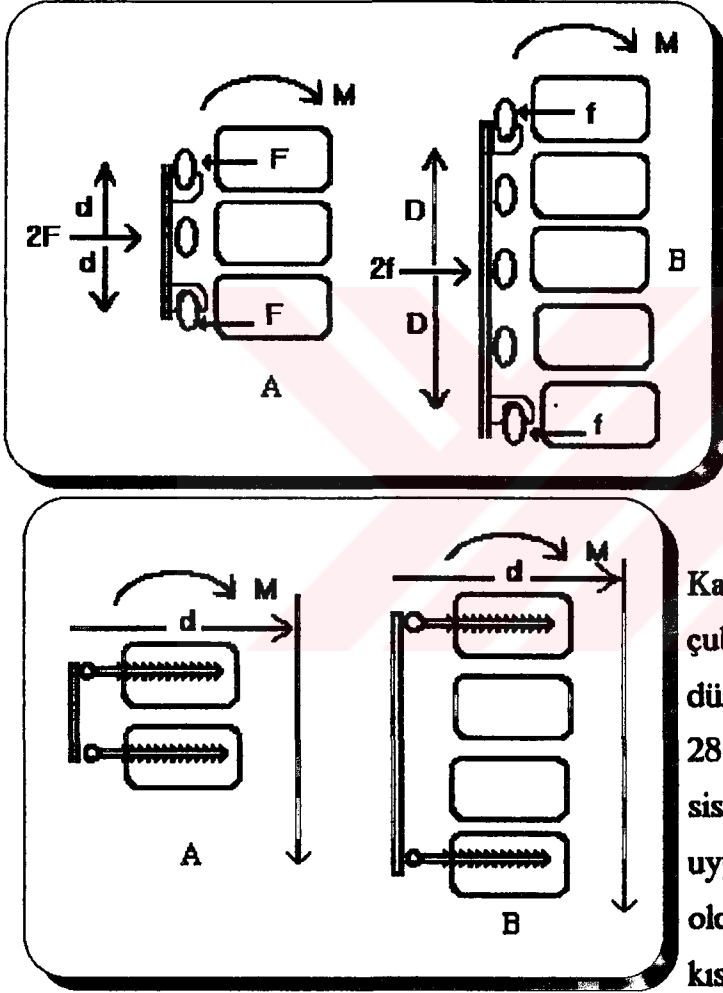
Transpediküler vida uygulamalarının biyomekanik üstünlükleri

1 - Üç boyutta her yöne doğru düzeltici kuvvet uygulanabilir. (Tablo 3)

2 - Düzeltici kuvvetlerin yönlendirilmesi için yumuşak dokuların katkısına gerek yoktur.⁽²⁷⁾

Kompresyon - Distraksiyon
Anteriyor-Posteriyor Translasyon
Lateral Translasyon
Rotasyon

Tablo 3.
Transpediküler vida ile uygulanabilen düzeltici kuvvetler



Şekil 28, 29.

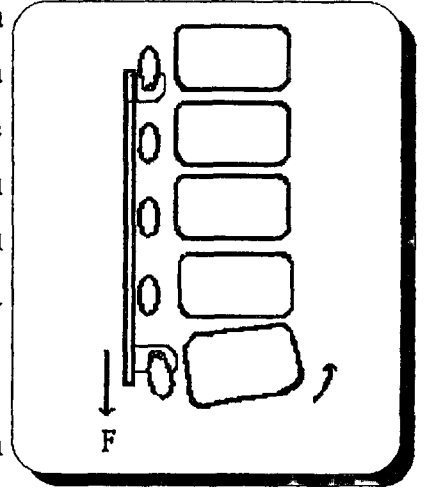
Kancalı ve vidalı sistemlerde uzun ve kısa çubukların kazandırdığı momentler

uzun çubuklu sistemle elde edilen momentin ($M_2 = F \times D$) kısa çubuğun iki katı olduğu görülmektedir. Şekil 29 A ve B de ise kısa ve uzun çubuklu transpediküler fiksasyon Sistemlerinin kazandırdığı momentlerin aynı olduğu görülmektedir.⁽²⁷⁾

3 - Transpediküler vida kullanılan sistemlerde yeterli düzeltici moment elde etmek için uzun çubuk kullanılmasına gerek yoktur. Hangi boydaki çubuk kullanılırsa kullanılsın kazanılan moment aynıdır. Bu biyomekanik özellik klinik uygulamada en az segment füzyonu ile istenen sonuçların alınabilmesini sağlar.

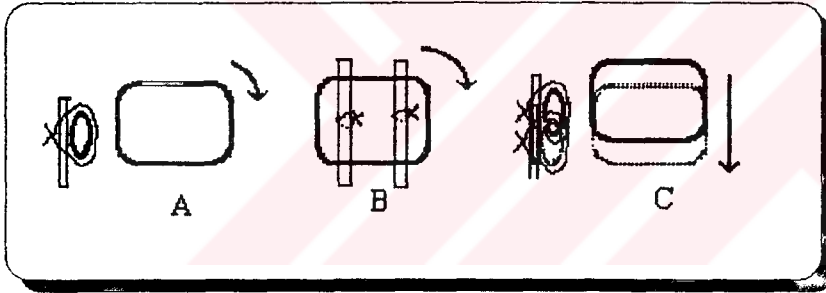
Kancalı sistemde ise ne kadar uzun çubuk kullanılırsa o kadar çok düzeltici kuvvet elde edilebilir. Şekil 28 A da görülen kısa çubuklu kancalı sistemde üstteki kancanın uygulayabildiği momentin $M_1 = F \times d$ olduğu görülmektedir. Klinik olarak kısa segmentli laminar kanca uygulamaları ile kazanılan momentin yetersiz olduğu saptandığı için uzun çubuk kullanılmaktadır. Şekil 28 B de

4 - Laminer kanca sistemlerinde distraksiyonla düzeltme yapılırken en kaudal vertebraya yalnızca posteriyor kolondan uygulanan kuvvet bu seviyede patolojik kifoza yol açacaktır. (Şekil 30) Vidalı sistemlerde her üç kolona aynı anda fiksasyon yapıldığı için vertebrada fleksiyon yaratacak bir moment oluşmamaktadır. (27)



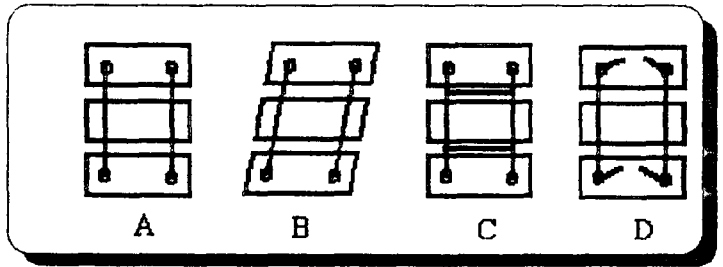
Şekil 30.
Kancalı sistemde kaudal vertebrada patolojik fleksiyon

5 - Sublaminer tel ile internal fiksasyon uygulamasında fleksiyon, aksiyel rotasyon, kompresyon ve yana eğilme hareketlerinde özellikle kısa segment fiksasyonlarında yeterli stabilite sağlanamamaktadır. (19) (Şekil 31 A,B,C) Vidalı sistemlerde her üç boyutta rijid fiksasyon uygulandığı için bu sorunların hiçbirisi ile karşılaşmamaktadır.



Şekil 31.
Sublaminer tel ile fiksasyonda fleksiyon, yana eğilme ve kompresyonda gözlenen instabilite

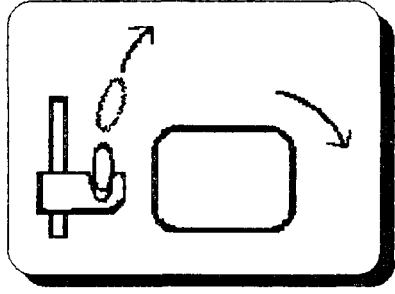
6 - Transpediküler vidalar birbirine paralel yerleştirildiğinde laterale doğru zorlayan kuvvetlere karşı yeterince dirençli olmamasına (Şekil 32 A,B) rağmen transvers bağlantı cihazı uygulandığında (Şekil 32 C) veya vidalar uygun açıda konduğunda (Şekil 32 D) her üç düzlemde yeterli stabilite elde edilir. (5,9,27)



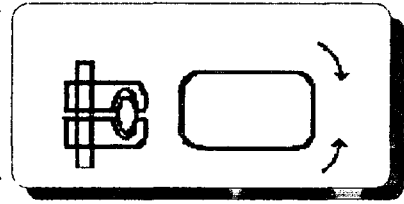
Şekil 32.
Vidalı sistemlerde lateral stabilite
A ve B: Paralel vidaların instabilitesi
C: DTT li sistemin stabilitesi
D: Nonparalel vidaların stabilitesi

7 - Transpediküler vida kullanılan sistemlerde vida - kemik temas yüzeyinde mikro hareket sözkonusu olmadığı için sistem vertebranın hiçbir hareketine izin vermez. Laminer kancalı sistemlerde fleksiyon - ekstansiyon hareketi tamamen kısıtlanamaz. Fleksiyonla laminanın kancadan kurtulması riski sözkonusudur ve klinikde kanca dislokasyonu oldukça sık sorun yaratmıştır.⁽²³⁾ (Şekil 33)

Bu dislokasyonu engellemek için önerilen çeşitli modifikasyonlardan en çok tutulanı yukarıya ve aşağıya bakan çift kanca kullanılmasıdır.⁽⁴⁴⁾ Ancak kancaların laminanın anatomik konturlarına tam uymaması durumunda fleksiyon - ekstansiyon hareketi yine de kısmen gerçekleşecektir.⁽²⁷⁾ (Şekil 34)

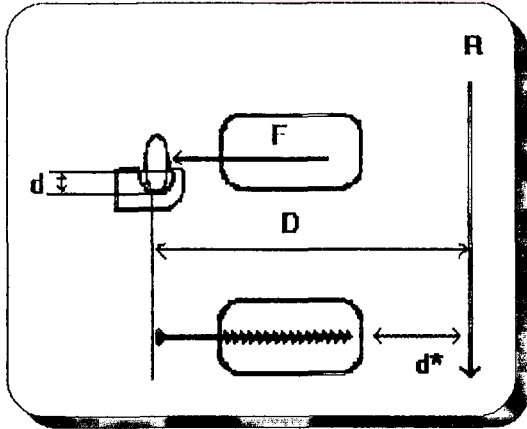


Şekil 33.
Kancalı sistemde
fleksiyonla kanca
dislokasyonu



Şekil 34.
Çift kancalı sistemde
fleksiyon-ekstansiyon

8 - Laminer kancalar vertebranın patolojik rotasyonunun düzeltilmesi için kullanıldığında biyomekanik yetersizliklerinden dolayı genellikle istenen düzelmeyi sağlayamazlar. Şekil 35 de görüldüğü gibi vücudun vertebra korpusunun anteriyorundan geçen rotasyon eksenini (R) ile lamina arasındaki mesafeyi (D) kancanın laminaya temas noktaları arasındaki mesafeden (d) defalarca



Şekil 35.
Kancalı ve vidalı sistemlerde
rotasyonel düzelmeyi elde etmek için
gerekli momentler

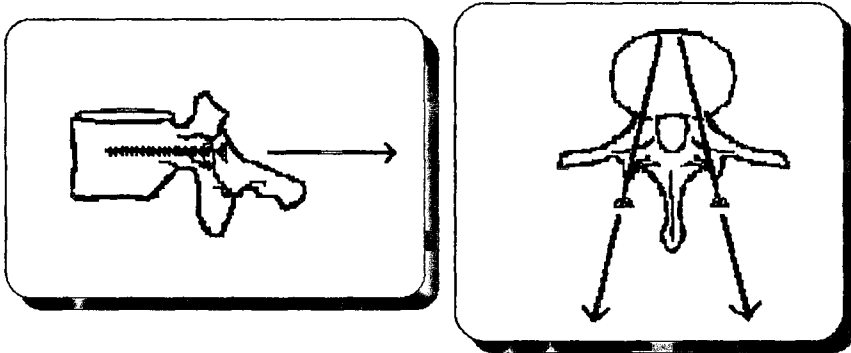
büyükür. Arzu edilen rotasyonel düzelmeyi sağlamak için gereken kuvvet F çok büyük olmak zorundadır. Oysa aynı şekilde gösterilen vidalı sistemde kaldıraç kollarının oranı (d^*/D) daha elverişli olduğu için düzelmeyi elde etmek için gerekli F kuvveti çok daha küçüktür.⁽²⁷⁾

9 - Lomber bölgede laminer kancalı sistemle distraktif düzelme uygulanırken lordoz düzleşecektir. Lordozu korumak için çubuğu bükme ve çubuğun rotasyonunu engelleyen özel Moe kancası kullanmak gerekir. Düz çubuğa takılan Edwards sleeve denen özel silindirik gömleğin de lordozu koruduğu bilinmektedir. Ancak bu sistemlerin ikisinin de çeşitli yetersizlikleri olduğu bildirilmiştir.⁽²⁷⁾ Transpediküler vida ile internal fiksasyon uygulamalarında sağıtal konturların elde edilmesinde veya korunmasında herhangi bir sorunla karşılaşmamaktadır.

10 - Vida - kemik temas yüzeyi $A = 3.14 \times R \times h$ denkleminde hesaplanabildiği gibi laminer kanca veya tel kullanımına oranla oldukça büyüktür. Bu denklemden elde edilen yüzeye yiv tipine göre kazanılan yüzey de eklendiği zaman kemiğe uygulanan basıncın ($P = F / A$) düşük olduğu görülecektir. Vidaların osteoporozlu hastalarda bile güvenilir fiksasyon sağlamasının nedenlerinden biri implantın kemikte kırığa yol açacak aşırı basınç uygulamamasıdır. Laminer kancalı sistemlerde ise zaman zaman aşırı yüklenmelere bağlı lamina kırıkları oluşmaktadır.

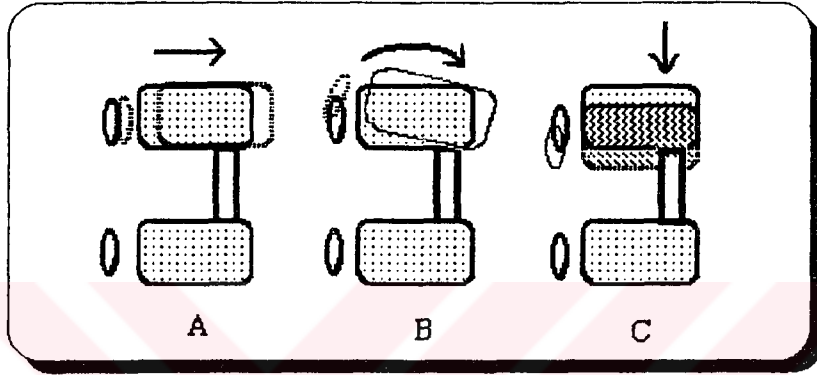
11 - Faset ekleme transartiküler vida konarak internal fiksasyon yapılması küçük bir müdahale ile büyük bir işin başarılması gibi görünmektedir. Ancak biyomekanik incelemeler bu şekilde yapılacak fiksasyonun kaldıraç kolunun çok kısa olmasından dolayı kemiğin kolaylıkla yırtılacağını ve stabilitenin kaybolacağını göstermiştir.⁽²⁷⁾ Transpediküler vida sistemlerinde kaldıraç kolu laminer tel, kanca ve faset eklem vidasından defalarca uzundur.

12 - Pedikül vidasının biyomekanik değerlendirmede en zayıf yönü vidayı aksiyel olarak geri sıyırma (pull out) güçlere karşı direncinin düşük olmasıdır.^(5,9,17,19,48)(Şekil 36,37)



Şekil 36,37. Sagittal ve transvers planda vidayı aksiyel olarak geri sıyırma güçleri

13 - En basit anterior implant olan kortikal kemik grefti altındaki ve üstündeki vertebraların 'end plate'lerinin füzyon amacı ile eksizyonu sonrasında kompresif güçlere karşı stabiliteyi koruyamaz. (Şekil 38 A) Anteriyordaki defekte yerleştirilen kemik greftinin posteriyor kolon defektinde makaslayıcı kuvvetlere (Şekil 38 B) , ligamentöz oluşumların ruptüründe ise fleksiyona karşı direnci (Şekil 38 C) yetersiz olacaktır.⁽²⁷⁾ Transpediküler vidalı sistemlerde bu tip sorunlar gözlenmemektedir.

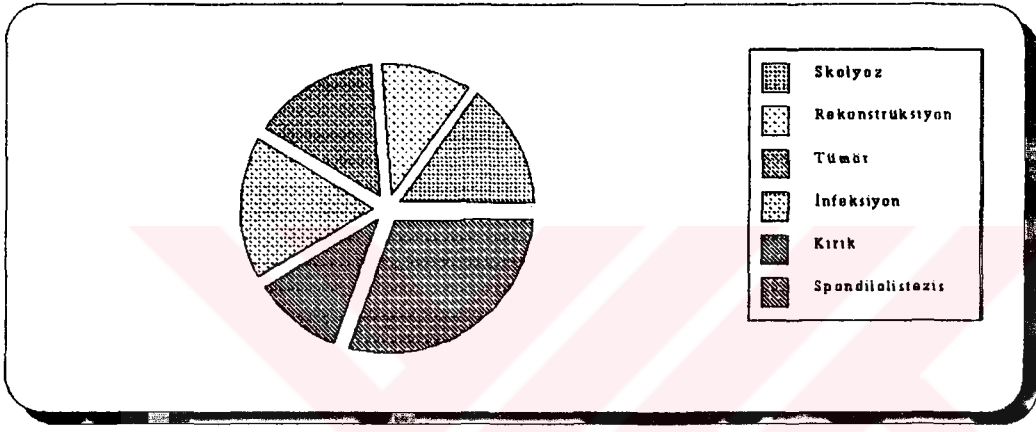


Şekil 38. Anterior kemik greftinin instabilitesi

14 - Laminer kancalı sistemlerde distraksiyonla kazanılan düzeltici kuvvetten sorunsuz seviyelere füzyon uygulamadan yararlanabilmek için Jacobs ' rod long - fuse short ' tekniğini geliştirmiştir. Bu teknikte 5 veya 7 vertebra içeren bir segmentin en alt ve en üstüne laminar kanca uygulanmakta , füzyon ise yalnızca leze seviyeye uygulanmaktadır. Eksternal immobilizasyonla takip edilen hastanın implantı kısa bir süre sonra çıkartılmaktadır. Bu sistemin uygulandığı hastalarda istenen düzelme elde edilememiş ve füzyonsuz takip edilen segmentlerin faset eklemlerinde dejeneratif değişiklikler gözlenmiştir.⁽¹³⁾

GEREÇ ve YÖNTEM:

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde 1989 - 1992 yılları arasında ameliyat edilen 26 kadın 20 erkek toplam 46 hasta çalışmaya alındı. Hastaların yaşları 13 ile 72 (ortalama 43.4) arasında idi. Bu hastalara skolyoz (n=7), tümör (n=7), infeksiyon (n=8), kırık (n=5) ve spondilolistezis (n=14) tanısı ile veya rekonstrüksiyon planlanarak (n=5) transpediküler vida içeren sistemlerle posteriyor spinal enstrümantasyon ve füzyon uygulandı. (Tablo 4)



Tablo 4. Hastaların tanı gruplarına göre dağılımı

Nörolojik defisiti olan hastaların duyu ve motor kayıplarının değerlendirilmesinde Frankel sınıflandırması kullanıldı.(Tablo 5)

Sınıf A	Belli bir seviyenin altında tam motor ve duyu kaybı
Sınıf B	Tam motor kayıp, duyu kısmen korunmuş.
Sınıf C	Motor kısmen korunmuş ancak fonksiyonel değil.
Sınıf D	Zayıf ama fonksiyonel motor.
Sınıf E	Nörolojik kayıp yok.

Tablo 5. Frankel Sınıflaması

Tümöre bağlı instabilite ve sinir basılarının değerlendirilmesinde Harrington sınıflandırması (Tablo 6) ,tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde ise Tablo 7 de görülen ölçütler kullanıldı.⁽²²⁾

- Sınıf 1** Nörolojik kayıp yok veya yalnızca çok az duyu kaybı var.
Sınıf 2 Kemik tutulumu var ancak instabilite yok.
Sınıf 3 Ciddi nörolojik kayıp var ancak stabilite bozulmamış.
Sınıf 4 Instabiliteye bağlı ağrı var ancak nörolojik kayıp önemsiz.
Sınıf 5 Instabilite ve ağır nörolojik kayıp.

Tablo 6. Harrington sınıflandırması

- Çok iyi :** Hastanın sorunları tamamen çözülmüş.
İyi : Hastanın sorunları kısmen çözülmüş.
Vasat : Hastanın sorunları devam ediyor.
Kötü : Hastanın sorunları artmış.

Tablo 7.
Tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan ölçütler

Skolyoz tanısı ile transpediküler vida konan 7 hastanın yaşı 13 ile 30 arasında değişmekte idi. Bu hasta grubu kliniğimizde aynı dönemde skolyoz nedeni ile cerrahi tedavi uygulanan 36 hasta arasından seçilmişti. Seçilme kriterleri lomber bölgede mümkün olduğu kadar az segmente füzyon uygulanması gereksinimi ve rijid fiksasyon istenmesi idi. Bu hastaların skolyoz tipleri, tutulan segmentleri, preoperatif Cobb açıları, düzelme oranları ve yerleştirilen implantlar Tablo 8 de gösterilmiştir.

vaka	yaş	cins	skolyoz tipi	segment	cobb	düzelme*	implant	vida	kanca	Takip
ŞR	30	K	idyopatik	T4 - L2	55-42**	% 64	CD	4	6	1 ay
BY	15	E	konjenital	T11- L4	38	% 37	CD	2	2	18 ay
TE	17	K	idyopatik	T11- L4	40	% 68	CD	5	2	9 ay
YA	14	K	konjenital	T2 - L1	37	% 52	CD	2	4	20 ay
SÇ	14	E	idyopatik	T5 - L3	60	% 66	CD	3	3	26 ay
TD	13	E	konjenital	T8 - S1	25	% 56	CD	2	4	16 ay
SA	14	K	paralitik	T3 - L2	102	% 38	CD	1	5	8 ay

Tablo 8. Skolyozlu hastalar
***Düzelme oranı Cobb açısındaki azalmanın preoperatif Cobb açısına oranıdır.** ** **Çift yaylı skolyoz**

Vertebra kırığı nedeni ile cerrahi tedavi uygulanan 5 hasta hakkındaki bilgiler Tablo 9 da gösterilmiştir. Bu hastaların 2 sine daha önceden başka bir klinikde başarısız anterior fiksasyon uygulanmış, bir hastada ise konzervatif tedavi sonrası deformite gelişmişti. Hastalar genelde kliniğimize kırık sonrası geç dönemde başvurmuşlardı.

Vaka	Yaş	Cins	Segment	Kırık süresi	Frankel preop	Frankel postop	Opere segment	Sistem	Vida	Kanca	Takip
AK	37	E	L1	7 ay	D	D	T11 - L3	CD	2	2	21 ay
AS	34	E	T12	1 ay	D	D	T11 - L1	CD	4	---	5 ay
NÖ	72	K	T11	15 gün	E	E	T9-T12	Alıcı	6	---	2 ay
ŞÖ	58	E	L2	4 ay	D	D	L1 - L3	CD	4	---	24 ay
İA	36	E	L1	3 ay	D	D	T12 - L2	Alıcı	4	---	22 ay

Tablo 9. Kırıklı hastalar

Çalışmamızda üçüncü etyolojik grubu oluşturan tüberküloz spondilitli 8 hastanın yaşları 21 ile 68 arasında idi. Bu hastaların yalnızca 1 ine preoperatif değerlendirme ile kesin tanı kondu. Klinik ve laboratuvar bulgulara dayanarak Tbc öntanısı konan 7 hastanın ameliyatında transpediküler biyopsi tekniği ile vertebra korpusundan alınan materyalin değerlendirilmesini takiben fiksasyon uygulandı. Hastaların birinde anterior girişimle, birinde posterolateral girişimle aynı seansda abse drenajı uygulandı, 1 hastada ise transpediküler biyopsi sırasında abse kısmen boşaltıldı. Hastaların tümüne öntanı konmasını takiben standart antitüberküloz kemoterapi uygulandı. Bütün hastaların kültürlerinde mycobacterium tuberculosis üremesi tanıyı kesinleştirdi. Bu hastalarda tutulan segmentler ve yerleştirilen implantlar Tablo 10 da görülmektedir.

vaka	yaş	cins	segment	primer odak	semptom süresi	abse drenajı	kifoz *	son kifoz	implant	vida	kanca	takip
KK	62	E	T10-11	?	2 ay	-	25	19	CD	4	2	12 ay
EZ	21	E	T12	?	3 ay	-	23	22	CD	4	-	9 ay
SA	74	K	L2-3	?	2 yıl	-	-17	-31	Alıcı	5	-	20 ay
SV	68	K	L2-3	uterus	1 yıl	-	2	-14	CD	4	-	16 ay
AB	50	K	T11	?	3 ay	-	54	13	Alıcı	2	4	-
MÜ	48	K	L4-5	?	1 yıl	+	-5	-5	CD	5	-	5 ay
HT	58	K	T8-9	?	6 ay	+	25	20	CD	2	4	2 ay
KS	54	E	L4-5	?	18 ay	+	9	9	CD	2	-	1 ay

Tablo 10. Tüberküloz spondilitli hastalar *(-) : lordoz

Çalışmamızdaki en büyük grubu oluşturan spondilolistezisli 14 hastanın bir kısmına (3 hasta) daha önceden başka kliniklerde cerrahi dekompresyon uygulanmış, ancak şikayetleri geçmeyen bu hastalar kliniğimize başvurmuşlardı. Tümünde bel ağrısı olan hastaların 11 inde kök basısına bağlı şikayetler ağır basmakta idi. Hastaların 1 inde yalnızca spondilolizis, 11 inde Grade 1 , 2 sinde ise Grade 2 spondilolistezis vardı. Hastaların şikayetlerinin süresi 10 sene ile 6 ay arasında (ortalama 2 yıl) idi. Olistezis, hastaların 4 ünde L 4 - L 5 , 9 unda ise L5-S1 segmentlerini ilgilendirmekte idi. Spondilolizis ise L5 i tutmuştu. Tablo 11 de bu hastaların değerlendirmesi sunulmuştur.

vaka	yaş	cins	seviye	grade	defisit	füzyon tipi	füzyon seviyesi	dekompresyon	implant	vida sayısı	takip (ay)
SA	70	K	L4-L5	1	+	PLIF	L4-L5	+	Dick	4	33
NA	38	E	L5-S1	1	+	PL	L5-S1	+	Dick	4	35
YB	36	K	L4-L5	1	+	P	L3-S1	---	Steffe	8	27
HB	52	K	L5-S1	2	+	PL	L5-S1	+	CD	4	21
HÖ	45	K	L5-S1	1	---	P	L4-S1	---	CD	6	34
HD	47	K	L5-S1	2	+	PL	L5-S1	+	CD	5	24
DA	60	K	L5-S1	1	+	A	L4-L5	+	CD	6	2
KD	30	E	L5-S1	1	+	PL	L4-S2	+	CD	6	12
BS	61	K	L4-L5	1	+	PL	L4-L5	+	CD	4	5
İG	54	E	L4-L5	1	+	PL	L3-S2	+	CD	6	6
ŞG	38	E	L5-S1	1	+	PL	L5-S2	+	CD	4	4
FŞ	45	K	L5	***	---	P	L5-S1	---	CD	4	12
ŞB	39	K	L5-S1	1	+	PL	L5-S2	+	Dimso	4	3
SÇ	45	K	L4-L5	1	+	P	L4-L5	+	CD	4	3

**Tablo 11. Spondilolistezisli hastalar
*** Spondilolizis**

Çalışmaya alınan diğer bir grup tümörlü hastalardan oluşuyordu. 3 ü primer 4 ü metastatik olan neoplazilerin dökümü Tablo 12 de görülmektedir. Hastaların klinik bulgularının Harrington sınıflandırmasına göre değerlendirilmesi ve nörolojik bulgularındaki değişimin Frankel sınıflandırmasına göre değerlendirilmesi de Tablo 12 de gösterilmiştir. Vakaların 3 ünde preoperatif değerlendirmede primer odak saptanmış veya CT yardımı ile kapalı biyopsi uygulanarak tanıya varılmış, 4 ünde ise ameliyat sırasında frozen section ile tanı konmuştur. Bu hastaların yalnızca 2 sinde klinik olarak instabilite varken diğer vakalarda internal fiksasyonun amacı hastalığın ilerlemesi ile veya rezeksiyon - dekompresyon amaçlı girişimler sonucu oluşacak olan instabilitenin engellenmesi idi.

Vaka	Yaş	Cins	Tanı	Harrington grade	Frankel Gr. preop-postop	Opere Segment	Eksizyon	Sistem	Vida	Kanca	Takip
FK	57	E	Sakrum myeloma	IV	D C	L3 - ilium	+	CD	6	---	1 ay
ZY	45	K	L5 Schwannoma	II	D C	L4 - S2	+	Alıcı	4	---	14 ay
ND	66	E	L1-2 Prostat Ca	III	C E	T10 - L4	+	CD	6	2	18 ay
MS	62	E	T11 Plazmasitom	III	D D	T9 - L1	+	CD	8	---	5 ay
BZ	67	K	L1-2 Akciğer Ca	III	E E	T12 - L3	+	CD	6	---	1 ay
HU	32	K	L4 Akciğer Ca	IV	D E	L3 - L5	---	CD	6	---	5 ay
MŞ	67	E	L3 Prostat Ca	I	D D	L2 - L5	---	CD	4	---	1 ay

Tablo 12. Vertebra tümörlü hastalar

Daha önceden çeşitli tanımlarla spinal füzyon uygulanmış ancak başarılı sonuç alınamamış olan 3, instabil kırıkların geç komplikasyonları ile başvuran 2 hastadan oluşan son gruptaki 5 hastaya transpediküler vida sistemi ile rekonstrüksiyon uygulanmıştır. Bu hastaların birine daha önceden kliniğimizde dejeneratif skolyoz tanısı ile enstrümentsiz posteriyor lumbosakral füzyon uygulanmış, ancak aşırı kilo nedeni ile psödoartroz gelişen hastaya ilk ameliyattan 2 yıl sonra pediküler vida ile enstrümentasyon ve füzyon revizyonu yapılmıştır. Adolesan skolyoz tanısı ile 6 yıl önce posteriyor füzyon ve Harrington cihazı ile enstrümentasyon uygulanmış olan ancak balans bozukluğu gelişmiş olan 2. hastada füzyon sakruma kadar ilerletilerek denge sağlanmıştır. Son iki hasta geçirilmiş vertebra kırığı sonrası gelişen kronik instabiliteye bağlı sorunlarla başvurmuş, bu vakalara tek seanslı anterior serbestleştirme, kifoz düzeltilmesi ve posteriyor füzyon , transpediküler vida ile internal fiksasyon yapılmıştır. (Tablo 13)

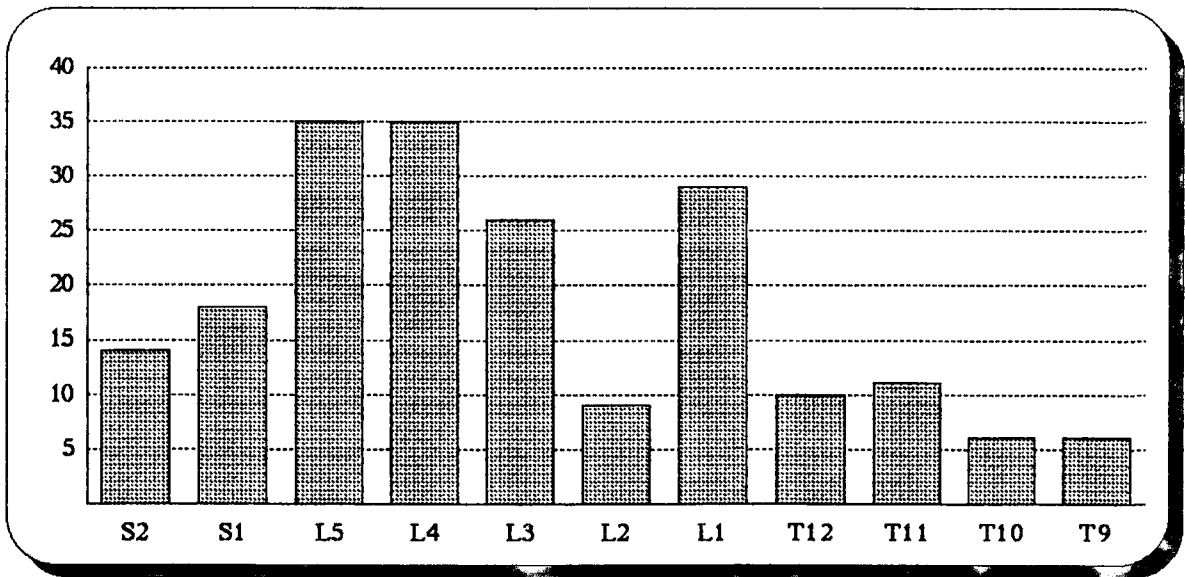
Vaka	Yaş	Cins	Tanı	Sorun	Önceki Tedavi	Yapılan	Sistem	Vida	Kanca	Takip
SR	31	K	Dejeneratif skolyoz	Psödoartroz	PF	PFE	CD	8	---	19 ay
BY	15	E	Konjenital skolyoz	Kanca çıkması	PFE	PFE	CD	3	2	15 ay
DM	22	K	Adolesan Skolyoz	Balans bozukluğu	PFE	PFE	CD	2	2	14 ay
AT	40	K	Kırk T 12	Kifoz	Ortez	AR + PFE	CD	4	---	6 ay
MD	53	E	Kırk L1	Kifoz	Ortez	AR + PFE	CD	8	---	2 ay

Tablo 13. Rekonstrüksiyon uygulanan hastalar

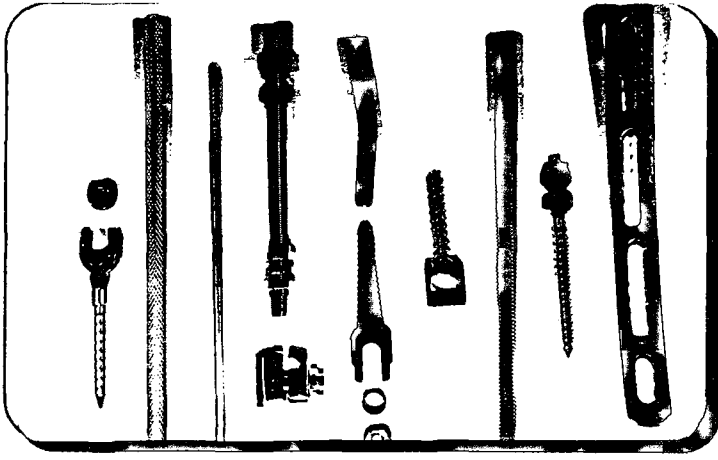
PF: Posteriör füzyon , PFE: Posteriör füzyon +enstrümantasyon
AR: Anteriör gevşetme

Bütün hastalara etyolojilerine göre uygun preoperatif hazırlıkların yapılmasını takiben Dick (n=2) , Steffee(n=1), Cotrel-Dubousset (CD) (n=37), Dimso (n=1) ve Alıcı (n=5) sistemleri ile enstrümantasyon uygulandı. İki veya daha fazla segment fiksasyonu planlanan vakalarda CD sistemi tercih edildi. 5 hastada ucuzluğu nedeni ile yerli yapım konvansiyonel olmayan implantlar kullanıldı. Kullanılan implantlar Şekil 39 da görülmektedir.

Vakaların 17 sinde lombosakral bileşkeye, 16 sında L4 - L5 bileşkesine füzyon uygulandı. Hastaların T9 ile S3 vertebraları arasındaki segmentlerine toplam 199 adet transpediküler vida kondu. (Tablo 14)



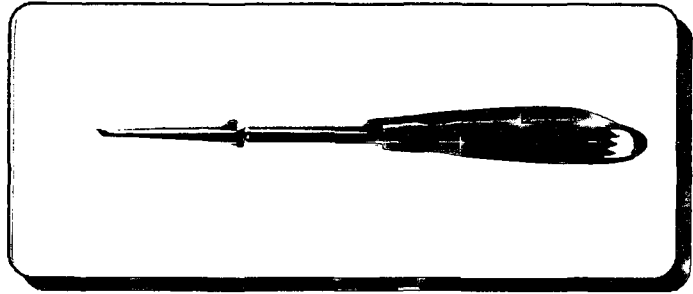
Tablo 14. Kullanılan vidaların segmentlere göre dağılımı



Cerrahi Teknik:

Hastaya genel anestezi altında yüzüstü pozisyon verilmesini takiben posteriyor orta hat insizyonu ile girilerek standart yöntemle spinöz prosesler ekspoze edildi, subperiosteal olarak paravertebral adelelerin ve yumuşak dokuların disseksiyonunu takiben laminalar, faset eklemler, kostotransvers eklemler veya transvers prosesler ekspoze edildi. Ameliyatın bu aşamasında radyoskopik olarak seviye tayini yapıldı.

Uygun seviyeler saptandıktan sonra kesişim tekniği veya aksesuar proses tekniği ile giriş yerleri bulundu. Küret veya ronjörle kortikal kemiğin açılmasını takiben özel pedikül küreti (Şekil 40) ile vida yolu açıldı. Oryantasyonda sorun olan vakalarda radyoskopik kontrol yapıldı. Küret ilerletilirken bir kaç kez geri çekilerek özel pedikül sondası ile pedikül duvarlarının bütünlüğü sınıandı. Sondalamada herhangi bir şüphe duyulursa oryantasyon kontrol edildi, gerekirse radyoskopik kontrol yapıldı. Şüpheli durumlarda vida koymaktan vazgeçilerek, enstrümentasyon planı değiştirildi. Küret girilen segmente göre uygun ölçüde ilerletildikten sonra korpus ön duvarının aşılıp aşılmadığı yine sonda ile araştırıldı.



Şekil 40.
CD sisteminde kullanılan özel küret

Pediküle kürele delik açılırken sağital vida açısının horizontal düzlemde veya üzerinde olmasına dikkat edildi. Vidalar seviyeye göre uygun açılarda gönderildi. Her seviyede pedikül anatomisine göre yerleştirilebilecek en kalın vida kullanıldı . Vida boyu saptanırken en az korpusun ön yarısına tercihan anterior korteksin subkondral kemiğine gidecek kadar uzun vida seçildi.

Vidaların tamamının yerleştirilmesini takiben enstrümantasyon uygulanan segmentlere Moe tekniği ile posteriyor füzyon veya posterolateral füzyon uygulandı. Spondilolistezisli hastaların 1 inde posteriyor lomber interbody füzyon, 1 inde ise anterior füzyon tercih edildi. Tüberküloz spondilitli 1 hastada posteriyor füzyona ek olarak abse drenajı için uygulanan torakotomide strut greft ile anterior füzyon uygulandı. Tümörlü 1 hastada füzyon uygulanmadı. Anterior + posteriyor girişimin tek seansda yapıldığı vakalarda kosta grefti , diğer bütün vakalarda ilium posteriyorundan alınan sponđiöz otogreftler kullanıldı. Vidalara özel şekil verilmiş çubuk veya plakların ve transvers bağlantı parçalarının tesbit edilmesi ve düzeltme planlanan vakalarda gerekli manipulasyonun yapılmasını takiben fasya ve ciltaltı sütürleri kondu. Cild 'skin stapler' ile kapatıldı. Geniş ekspozisyon yapılan vakaların tümünde fasya üstüne 1 veya 2 adet aspiratif dren yerleştirildi. Hastanın sırtüstü pozisyona çevrilerek uyandırılmasını takiben yoğun bakım servisinde takibe alındı. Alçı yatağı kullanılmadı.

Ameliyatlar ortalama 5.5 saat (2 - 10 saat) sürdü. Hastalara ortalama 4,7 ünite (0 -21 ünite) homolog kan transfüze edildi. Ototransfüzyon cihazının (Electromedics Inc. AT 1000) kullanıldığı 9 vakada ortalama 450 ml (150 - 1600 ml) konsantre eritrosit süspansiyonu hastaya geri verildi. Hastaların hepsine perioperatif antibiyotik profilaksisi uygulandı. (Cefazolin İV 4 x 1 g / 3 gün)

İlk 24 saatten sonra servise alınan hastalar 7 ila 10. günde dikişleri alınarak enstrümantasyon seviyesine göre Taylor, Milwaukee veya TLSO tipi korselerle mobilize edildiler. Komplikasyon gelişmeyen vakalar genelde 8 ila 15. günler arasında taburcu edildiler. Ayaktan aylık kontrollerle takip edilen hastaların 2 si haricinde tümü en geç 6. ayda korseden çıkarılarak kademeli olarak gündelik faaliyetlerinde serbest bırakıldılar.

Hastaların hepsinin preoperatif, erken postoperatif, postoperatif 2.,6.ay ve 1.,2. yıllık kontrollerinde ön arka ve lateral torakolomber grafileri alındı.46 hastanın 37 sinde vida seviyelerinden geçen bilgisayarlı tomografi incelemesi yapıldı. Böylece kullanılan 199 vidanın 165 inin pediküle göre konumu incelendi.

SONUÇLAR

6 aydan fazla takibi olan 27 hasta için ortalama takip süresi 19,1 aydı. En uzun takip süresi 35 aydı. Tümörlü hastaların birine füzyon yapılmamıştı. Füzyon uygulanan ve 6 aydan fazla takip edilen bu 27 hastanın 1 i hariç tümünde klinik olarak füzyonun geliştiği gözlemlendi.

3 aydan fazla takip edilen 41 hastanın değerlendirilmesinde tedavi sonuçlarının 31 vakada çok iyi (% 76), 7 vakada iyi (% 17), 3 vakada vasat (% 7) olduğu saptandı. Hastaların hiçbirinde tedavinin sonucu kötü olarak değerlendirilmedi.

Bilgisayarlı tomografi ile incelenen 165 vidanın 148 inin (% 90) pedikül içinde ideal olarak tanımlanabilecek konumda olduğu saptandı. 9 (% 5) vidanın pedikülün lateraline, 1 (% 0,6) vidanın pedikülün süperiyoruna doğru yerleştirildiği saptandı. 7 (% 4) vidanın pedikül medyal duvarını aşarak kanala girdiği gözlemlendi. Vidaların hiçbirisi pedikül inferiyoruna geçmemişti. Vida boyları incelendiğinde vidaların 87 tanesinin korpus ön yarısına uzandığı ancak hiçbirinin korpus ön duvarını aşmadığı görüldü.

Hastaların 17 sinde lumbosakral bileşkeye, 16 sında en zor füzyon elde edilen seviye olarak bilinen L4 - L5 bileşkesine ⁽²⁴⁾ müdahale edilmiş, psödoartroz tanısı ile ameliyat edilen 1 vaka dışında hiçbir hastada füzyon sorunu ile karşılaşmamıştır.

Hastaların radyolojik takiplerinde korreksiyon kaybı , psödoartroz , vida kırılması, vida bükülmesi, vida - çubuk bağlantısının gevşemesi, vida kemik temas yüzeyinde gevşeme, vida sıyrması gibi komplikasyonlar araştırıldı. Hastaların 2 sinde vida bükülmesi,3 ünde vida sıyrılması, psödoartroz gelişen tek hastada vida - çubuk bağlantısında gevşeme gözlemlendi. Vida veya plak kırılmasına rastlanmadı. Vida sıyrması gelişen hastalar dışında ölçülebilir korreksiyon kaybı gözlenmedi .

KOMPLİKASYONLAR :

3 Hastada vida sıyrmasına bağlı korreksiyon kaybı ve rezidüel kifoz olduğu saptandı. Bu hastaların birincisi konjenital kifoskolyoz düzeltilmesi, ikincisi kırık sonrası gelişen rezidüel kifoz düzeltilmesi, üçüncüsü ise osteoporoza bağlı torakal kompresyon kırığına sekonder kifozun düzeltilmesi amacı ile ameliyat edilmişti. Bu hastaların tümünde kaudal vidaların kemiğin içinden sıyrılarak geri çekildiği gözlemlendi. Son hastada korreksiyon kaybı ile birlikte belirginleşen implant üzerinde basınca bağlı cild nekrozu gelişti, implant çıkartılması ile yara iyileşti. Kifoskolyozlu hastada da implant çıkartılarak, oluşan düzelme kaybı kabul edildi.

Tümörlü hastaların 2 si, tüberküloz spondilitli hastaların 1 i postoperatif 1. ayda omurga cerrahisi ile ilişkisi olmayan nedenlerden ex oldular.

Psödoartroz tanısı ile ameliyat edilen 1 hastada klinik bulguların gerilemesine rağmen psödoartrozun devam ettiği gözlemlendi .

Vidanın kanal içine girdiği 7 vakanın yalnızca 1 inde kök basısı bulguları gelişti. Ameliyattan 2 ay sonra bu vidanın çıkartılması ile hastanın şikayetleri hızla iyileşti. Radyolojik kanal invazyonu olan diğer hastalarda hiçbir klinik bulgu saptanmadı. Spondilolistezisli hastaların 2 sinde postoperatif 2. günde başlayan kök basısı bulguları 4 ila 6 ay içinde tamamen geçti.

2 hastada erken dönemde postoperatif yara enfeksiyonu, 1 hastada operasyondan 2 ay sonra başlayıp kronikleşen düşük virulanslı enfeksiyon gelişti. Bu hastanın zaman zaman tekrarlayan akıntısından staphylococcus aureus üredi. Derin enfeksiyon gelişmeyen hastada 3. senede implant çıkartılarak enfeksiyon eradike edildi. Postoperatif erken dönemde derin enfeksiyon gelişen diğer 2 hastada geniş debridman ve parenteral antibiyotik kullanımı ile implant çıkartılmadan enfeksiyon tedavi edildi.

1 Hastada insizyon yerinde ağrılı nöroma oluştu, lokal kortikosteroid enjeksiyonu ile hasta rahatladı.

1 Hastada pediküle küretilerle delik açılırken beyin omurilik sıvısı kaçağı oluştu. Dura tamiri uygulanmayan bu hastada postoperatif dönemde herhangi bir sorun gözlenmedi.

TARTIŞMA

Vertebra cerrahisinde en uygun tekniklerin seçilip geliştirilmesi ortopedinin diğer dallarından daha geç olmuştur. Yeni geliştirilen sistemlerin hasta populasyonlarında denenmesi veya yeni ve eski tekniklerin çift kör çalışmalarda beraberce kullanılmasının etik olmaması ve başarısız tedavinin komplikasyonlarının ağırlığı nedeni ile bu sahada klinik araştırma yapmak güçtür. ⁽³⁾ Bu nedenle yeni sistemlerin geliştirilmesi , farklı sistemlerin karşılaştırılması gibi deneysel çalışmalar insan omurgasına pek benzemeyen hayvan omurgaları veya sentetik kemikler üzerinde yapılabilmektedir. Vida sıyırması, kanca dislokasyonu, kancanın laminayı kesmesi , implant arızaları gibi önemli komplikasyonlar ise ancak biyomekanik laboratuvarında in vitro olarak incelenebilmektedir. ⁽³⁾

İnsan omurgasının biyomekaniği, implant uygulamalarının etkileri gibi çok önemli konular ancak son yıllarda araştırılabilmiştir ve bu konulardaki tartışmalar sürmektedir. Önceleri sağlam ve leze omurgaların biyomekanikleri hakkında bilinenler kısıtlı olduğu için üretilen internal fiksasyon sistemlerinin çoğu biyomekanik temellere dayanmamış, a priori dizayn edilmiş , deneme yanılma yöntemi ile geliştirilmiştir. Omurga cerrahisinin tarihçesi incelendiğinde son elli yılda üretilen ve defalarca modifiye edilen , büyük bir kısmı terkedilen implant sistemlerinin sayısının çokluğu dikkat çekmektedir. ⁽⁵⁷⁾

Transpediküler vida içeren sistemler gibi modern implant sistemlerinin geliştirilmesi önceki yıllarda araştırmacıların karşılaşmadığı bir sorunu ortaya çıkarmıştır: implant sistemlerinin aşırı rijid olması. Birçok araştırmacılar implant sistemlerinin hem yeterince rijid, hem yeterince esnek olması, hem de kemik iyileşmesi tamamlandıktan sonra yükü kemiğe aktarması gerektiğini öne sürmektedirler. ^(3,5,24)

Ancak ideal rijidite ve esnekliğin miktarı hakkında güvenilir veriler elde edilememiştir. ^(3,57,9,21) Verilerin yetersizliği bir yana bu kadar çelişkili üç özelliği birden sağlayabilecek bir implant sisteminin üretilmesi olanaksız görülmektedir. Halen kullanılan implant sistemleri arasında en güvenilirlerinden biri olan transpediküler vidalı sistemler aşırı rijid oldukları ve taşıdıkları yükleri zamanı gelince kemiğe aktarmadıkları için eleştirilmektedirler. ^(21,24) Nitekim bazı vaka serilerinde gözlenen yüksek vida bükülmesi ve kırılması oranları bu varsayımı doğrulamaktadır. ^(13,23,26)

Omurga cerrahisinde posteriyor füzyon ve enstrümantasyon ameliyatının yaygınlaşması uzun kemik cerrahisinde gözlenmeyen, kemik ve eklem fizyolojisine aykırı bir fenomen yaratmıştır. Posteriyor füzyon sonrası omurganın yalnızca posteriyor kolonunda füzyon oluşmakta, orta ve ön kolonlarda hareket devam etmektedir.⁽³⁾ Laminer kancalı sistemlerde çeşitli etkileri görülen bu paradoks pedikül vidasının kullanıma girmesi ile yeni bir tür komplikasyona neden olmuştur. Füzyon uygulanmayan orta ve ön kolonların vida ile fiksasyonu ameliyat sonrası geç dönemde vida bükülmesine ve kırılmasına yol açabilmektedir.⁽³⁷⁾

Bu komplikasyonların engellenmesi için yapılan çalışmalar birbirine zıt iki yönde ilerlemektedir. 1 - İmplant rijiditesinin artırılması ^(10,27,32) 2 - İmplant esnekliğinin artırılması.^(21,24) Bazı yazarlarsa vida kırılması ve bükülmesinin tek kolon füzyonuna karşı üç kolon fiksasyonunun doğal sonucu olduğunu öne sürmektedirler. Bizim vakalarımızda vida kırılmasının hiç görülmemesinin, vida bükülmesinin ise yalnızca 2 hastada görülmesinin kullandığımız vidaların çoğunun 2. nesil CD vidası gibi geliştirilmiş bir implant olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Halen kullanılan vertebral implant sistemleri içinde üç boyutlu fiksasyon yapabilen ve her yöne doğru düzeltici kuvvet uygulayabilen tek sistem olan transpediküler fiksasyonun bu kadar güvenilir olmasının en önemli nedeni pedikül gibi vertebranın kuvvet çekirdeği olarak tanımlanmış bir bölgeden fiksasyon uygulanmasıdır.^(13,28)

Tübüler yapıdaki pedikül kalın kortikal kemikten oluşur ve yaşın ilerlemesi ile vertebra korpusu ve laminada gelişen osteoporozdan pek etkilenmez. Osteoporozun pedikülü pek zayıflatmaması bu sistemin yaşlılarda veya yatalak hastalarda diğer sistemlere göre daha güvenilir olmasının başlıca nedenidir.⁽⁴⁹⁾ Korpusta gelişen osteoporoz vidanın tutma gücünü azaltırsa pedikül içinden bu bölgeye yerleştirilecek kemik greftleri veya kemik çimentosu ile tutma gücünü arttırmak olasıdır.^(23,47)

Transpediküler fiksasyon sistemlerinin omurga cerrahisine getirdiği en önemli yenilik bir posteriyor enstrüman sistemi ile çok geniş bir tanı grubunda rijid internal fiksasyon yapılabilmesidir. Bu sistem kırık, çıkık gibi travmatik lezyonlarda, çeşitli nedenlerle gelişmiş deformitelerin düzeltilmesinde, Harrington sisteminin kullanıldığı yıllarda büyük bir sorun olan lomber skolyozlarda başarı ile kullanılmaktadır. Daha önceleri iyi sonuçlar alınamayan spondilolistezis redüksiyonu, total vertebrektomi, tümörlü segmentlerin stabilizasyonu gibi rijid ve versatil fiksasyon gerektiren vakalarda ve bazı zor revizyon vakalarında da transpediküler vida uygulamaları ile başarılı sonuçlar bildirilmektedir.

Bu sistemin uygulanmasına kesin bir kontrendikasyon yoktur. Pedikül anomalisi gibi çok nadir görülen patolojiler dışında hemen her nevi vakada kullanılabilen bu sistemle T 8 ve üstündeki segmentlere de fiksasyon uygulandığı bildirilmiştir.⁽¹³⁾ Vidalar medyale ve yukarıya doğru yollandığında implant sisteminin rijiditesi kemik defekti olmayan vakalarda transvers bağlantı parçası kullanmaya gerek bırakmayacak kadar artmaktadır.⁽¹⁹⁾ Vidaların bu şekilde konması veya sisteme transvers bağlantı parçası eklenmesi ile vertebranın kırıklı çıkıklarında istenen stabilite sağlanabilmektedir.^(9,27)

Laminer kanca ile distraksiyon veya kompresyon uygulayan sistemlere karşı her 3 kolonun fiksasyonu, sağıtal konturların korunması , en az segment fiksasyonu ile istenen neticenin alınması ,spinal kanala girilmeden çalışılması , kaldıraç kollarının avantajlı olması, implant - kemik temas yüzeyinde mikro-hareket olmaması ve aşırı basınçlar oluşmaması gibi çok belirgin üstünlükleri olan transpediküler vidalı sistemler laminer kancalı veya telli sistemlerden çok daha rijiddirler.⁽²⁷⁾ Biyomekanik çalışmalarla saptanan bu klinik özellikler klinik gözlemlerle de doğrulanmıştır.

Laminer kancalarla sağlanan stabiliteyi arttırmak için aynı laminaya yukarıya ve aşağıya bakan iki ayrı kanca yerleştirilmesi yöntemi geliştirilmiş ancak kord basısı yapabilecek kadar fazla implantın tek seviyede kanal içine konmasının sakıncaları nedeni ile bu sistem pek tercih edilmemektedir. Bu yöntemle fleksiyon - ekstansiyon hareketinin tamamen engellenemediği de öne sürülmektedir.

Yeni geliştirilen bazı anterior implant sistemleri bazı tanı gruplarında transpediküler vidaya tercih edilebilse bile üç kolona birden fiksasyon yapabilmeleri ve posterior yaklaşım gibi cerrahi riskleri çok az olan bir yöntemle yerleştirilmeleri özellikle uzun segment fiksasyonlarında transpediküler vidanın tercih edilmesini gerektirmektedir.

1980 lerin başında dünyaya tanıtılmalarına ve birçok modifikasyonla geliştirilmelerine rağmen sublaminer tel ve çubuk sistemleri biyomekanik yetersizlikleri ve nörolojik komplikasyon oranlarının yüksekliği nedeni ile eleştirilmektedir.

Sakral fiksasyon için önerilen birçok yöntem arasında en çok beğenilenler transpediküler sakral vida uygulaması ve Galvestone tekniği ile intralyak çubuk uygulaması olmuştur. Galvestone sisteminde sakroilyak ekleme artrodez uygulamadan fiksasyon yapılması nedeni ile bazı komplikasyonlar gelişebileceği öne sürülmektedir. Transpediküler vida ile sakral fiksasyon uygulamalarından ise oldukça başarılı sonuçlar alınmaktadır. Çeşitli tanı gruplarındaki 17 hastamızda vida ile sakral fiksasyon uygulamalarımız psödoartrozlu bir vaka haricinde başarılı olmuştur.

Bazı yazarlar transpediküler vida uygulamasının teknik yönden güç olduğunu ve spinal kord ve kök hasarı riskinin yüksek olduğunu öne sürmektedir. Son yıllarda bu konuda yayınlanan bütün çalışmalarda tekniğin güçlüğü kabul edilmekte ama tecrübe ve titiz çalışma sayesinde çok iyi sonuçlar alınabildiği bildirilmektedir. Yeni enstrümantasyon tekniklerinin de yardımı ile bazı merkezlerde nörolojik komplikasyon oranı % 0.1 in altına kadar düşürülmüştür. Aort veya vena cava gibi hayati oluşumların zedelenmesi olasılığı ise yok denecek kadar azdır.

Transpediküler vida uygulamasının ameliyat süresini uzatması nedeni ile tercih edilmemesi gerektiğini düşünenler vardır. Oysa alışkın ellerde vida uygulaması kanca uygulamasından daha fazla zaman gerektirmemektedir, hatta ameliyat süresini kısalttığı bile iddia edilebilir. Transpediküler vida uygulanan ameliyatlardan bir kısmında tümör rezeksiyonu, rekonstrüksiyon, spondilolistezis, skolyoz ve başka deformitelerin redüksiyonu, kök dekompresyonu gibi cerrahi girişimler ve füzyon ameliyat süresinin önemli kısmını oluşturmada, vida yerleştirilmesi ameliyatın bitiminde kısa sürede gerçekleştirilmektedir. Omurga cerrahisinde girişimin boyutları nedeni ile ameliyatlardan uzunca sürmesi kabul edilmektedir.

Transpediküler vida uygulayan bazı merkezlerden bildirilen sonuçlarda postoperatif infeksiyon oranının yüksekliği dikkati çekmiş ve vida uygulamaları bu yönden eleştirilmiştir. Yakın zamanlarda yayınlanan geniş vaka serilerinin sonuçlarında ise infeksiyon oranının çok düşük olduğu (% 1) ve genellikle implant çıkartılmadan iyileşme sağlandığı dikkat çekmektedir. Kliniğimizde ameliyat edilen hasta grubunda da infeksiyon önemli bir sorun olmamıştır.

Transpediküler vida içeren sistemlerle 6 farklı hasta grubunda uyguladığımız tedavinin başarı oranının oldukça yüksek olduğunu öne sürebiliriz. Tüberküloz spondilit, metastatik tümöre bağlı instabilite, spondilolistezis ve lomber skolyoz, kırıklar ve rekonstrüksiyonlarda klasik spinal fiksasyon sistemleri ile genelde çok iyi sonuçlar alınmamıştır. Oysa kliniğimizde transpediküler vida ile fiksasyon uygulanan vakalarımızda oldukça iyi neticeler aldığımız görülmektedir. Bu yüzdürücü sonuçların elde edilmesinde ilerleyen cerrahi ve anesteziyolojik tekniklerin önemli bir yeri vardır ancak kullanılan transpediküler vida sistemleri sayesinde kazanılan stabilite ve her yöne doğru düzeltici kuvvet uygulayabilme olanağının birincil derecede önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Bütün hastalarımızda sajital konturların korunabilmesi, vida sıyrılması ile düzelme kaybı olan 2 hasta haricinde tüm vakalarda yeterli stabilitenin sağlanabilmesi ve dikkate değer implant arızası ile karşılaşılması kullandığımız implant sistemlerinin internal fiksasyondan beklenenleri verebildiğini göstermektedir.

Yerleştirdiğimiz vidaların pozisyonlarının bilgisayarlı tomografi ile incelenmesinde saptanan % 90 ideal fiksasyon, %4 kanal invazyonu oranı vida oryantasyonu konusunda son yıllarda geliştirilen tekniklerin güvenilirliğini göstermektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda vidanın en uygun pozisyona yerleştirilebilmesi için tekniklere titizlikle uyulması, sıklıa radyolojik kontrol yapılması ve tecrübenin önemi konusunda görüş birliği vardır.

Hastalarımızın önemli bir bölümünde L4 - L5 ve L5 - S1 gibi füzyon başarı oranlarının en düşük olduğu seviyelere müdahale edilmiş, psödoartroz tanısı ile ameliyata alınan aşırı kilolu 1 hasta haricinde füzyon oluşmaması gibi bir sorunla karşılaşılmamıştır. Bu gibi füzyon sorunları olan hastalarda füzyonun ve internal fiksasyonun defalarca revizyonu gerekebilmektedir. Aşırı kilosu nedeni ile transpediküler vidanın sağladığı stabilitenin postoperatif geç dönemde kaybedildiği bu hastada revizyon planlanmaktadır.

İnfeksiyon gelişen ilk 2 hastamızın daha önceden ameliyat edilmiş revizyon vakaları olmaları ve kliniğimizde yapılan ilk vida uygulamaları olmaları dikkat çekmektedir. 3. hasta ise anterior + posterior çift girişimle sakrum rezeksiyonu uygulanan, anusun yakın komşuluğunda çalışılan infeksiyon yönünden riskli bir vaka idi. Bu hastaların tümünde stabilite kaybı olmadan infeksiyonun eradikasyonu sağlanabilmiştir. Hastalarımızda infeksiyon hospitalizasyon süresini uzatmış, postoperatif mobilizasyonu geciktirmiştir, ancak tedavi sonuçlarını etkilelememiştir. Transpediküler vida uygulamalarında yara infeksiyonunun ciddi bir sorun yaratmadan tedavi edilebilen nadir bir komplikasyon olduğunu düşünmekteyiz.

Bilgisayarlı tomografi incelemesi ile kanal invazyonu saptanan hastaların büyük kısmında nörolojik defisit gelişmemesi epidural yağ dokusunun varlığına bağlanmaktadır. Gertzbein 8 mm e kadar kanal invazyonunun genellikle klinik sorun yaratmadığını öne sürmektedir.⁽²⁰⁾ Bizim hastalarımızda kanal invazyonu olan 7 vakanın yalnızca birinde nörolojik defisit gelişmiştir. Spondilolistezis tanısı ile ameliyat edilen bu hastanın sakral vidalarının birisinin S1 köküne bası yaptığı bilgisayarlı tomografi ile gösterilmiş, postoperatif 3. aya kadar beklenerek bu vida çıkartılmıştır. Sakral fiksasyon uygulamalarında posteriyor elemanların varyasyonları ve sakrumda gerçek anlamda pedikül olmaması nedeni ile oryantasyon sorunları ile karşılaşılabilir. Sakral fiksasyon uygulanacak hastalarda promontoryum fiksasyonu yerine alar fiksasyon uygulanması kök basısı gelişme olasılığını azaltabilir.

Spondilolistezisli hastalarımızın 2 sinde görülen, implantın neden olduğu bası ile açıklanamayan nörolojik bulgular redüksiyon sonrası diskin kök basısı yaratması ile açıklanmaktadır.⁽¹³⁾ Hastaların şikayetlerinin konservatif tedavi ile iyileşmesi bu varsayımı kısmen doğrulamaktadır.

Bilindiği gibi transpediküler vidanın biyomekanik olarak en az direnç gösterebildiği kuvvetler pull out olarak tanımlanan vidayı posteriyora doğru disloke etme eğilimindeki kuvvetlerdir.⁽⁴⁸⁾ Vida ve yiv niteliklerindeki yenilikler vidanın sıyrıcı kuvvetlere direncini kısmen arttırmıştır ancak vida sıyrması bizim vakalarımızın 3 ünde de görüldüğü gibi nadiren de olsa klinik sorunlar yaratabilmektedir. 72 Yaşındaki bir kadın hastamızda alt torakal vertebra kırığı için uygulanan Alıcı enstrümantasyonu sonrası kaudal vidaların sıyrması ile düzelme kaybedilmiştir. Konjenital kifoskolyozlu 2. hastamızda pedikül ve lamina anomalisi nedeni ile lomber fiksasyon yapılamamış, yalnızca sakruma vida yerleştirilebilmiştir. T10 dan sakruma kadar uzanan çubuğun kaudal ucunda oluşan sıyrıcı güçlerin yarattığı moment ameliyat sonrası erken dönemde düzelme kaybına neden olmuştur. Torakolomber bileşkedeki patolojik kifozu düzeltmek amacı ile rekonstrüksiyon uygulanan 3. hastada gelişen çok az düzelme kaybı klinik sorun yaratmamıştır. Vida sıyrılması komplikasyonu gelişebilecek vakalarda çok segment fiksasyonu yapılması, vidaların farklı açılarda yollanması, hatta gereken vakalarda sıyrıcı kuvvetlere karşı direnci daha yüksek olan laminer fiksasyonun eklenmesi uygun olabilir.

SONUÇ

Transpediküler vida uygulaması omurga cerrahisinde bir çığır açmıştır. Bu sayede ameliyat endikasyonları genişlemiş, tedavi sonuçları yüzgüldürücü olmuştur. Postoperatif dönemde hasta bakımı ve mobilizasyonu sorun olmaktan çıkmıştır. Önceleri yalnızca bazı kırık vakalarında, veya ağır skolyoz, kifoz gibi majör deformitelerde göze alınabilen omurga ameliyatları transpediküler fiksasyon ve bazı başka rijid fiksasyon yöntemlerinin sağladığı stabilite sayesinde hastalar ve hekimler tarafından tercih edilen bir tedavi yöntemi haline gelmiştir.

Bütün bu gelişmelere rağmen omurga cerrahisinde halen çözülememiş birçok sorunlar vardır, gelişim hızla devam etmektedir. Örneğin şu anda yaygın olarak kullanılan transpediküler vidalı implantların geliştirilip yaygınlaştırılması 1985 lerde başlamış, kliniğimiz ülkemizde transpediküler fiksasyonu en yoğun şekilde kullanan merkezlerden biri olmuştur. Bu süre içinde CD implant sisteminde 2 nesil vida üretilip, bunların çeşitli yetersizlikleri nedeni ile 3. nesil vidalar dizayn edilmiş ve kullanıma girmiştir. Yeni ve daha üstün implant sistemlerinin geliştirilmesi ve genel kullanıma arz edilmesi hızla sürmektedir.

Transpediküler vida uygulamalarının komplikasyonları düşünüldüğü kadar sık ve ciddi değildir. Bizim vakalarımızda ve dünyadaki bellibaşlı omurga cerrahisi merkezlerinin sonuçlarında görüldüğü gibi bu komplikasyonların çoğu tedavi sonucunu etkilemeden iyileşmektedir.

İmplant sistemleri ne kadar gelişkin olursa olsun transpediküler vidanın kullanımı için özel cerrahi eğitim ve tecrübe şarttır. Tecrübeli ellerde sonuçların daha iyi olduğu bütün yazarlarca kabul edilmektedir. Buna rağmen en tecrübeli ellerde bile zaman zaman komplikasyonlar görülmektedir. Komplikasyon sıklığını azaltmak ve cerrahi tedavinin başarı oranlarını yükseltmek için yeni geliştirilen tekniklerin öğrenilmesi ve titizlikle uygulanması, tecrübeli bir cerrah önderliğinde bu konuda eğitilmiş hekim, hemşire ve anesteziyologlardan bir ekip oluşturulması şarttır. Teknik yetersizlikleri giderilmiş transpediküler vida sistemleri ile özel omurga cerrahisi merkezlerinde yapılacak uygulamalarda omurga hastalıklarının önemli bir kısmına çok başarılı tedaviler yapılması olasıdır.

ÖZET

Bu çalışmada kliniğimizde transpediküler vida ile internal fiksasyon uygulanan 46 hasta vida uygulamalarının avantajlı ve dezavantajlı yönleri, komplikasyonları yönünden gözden geçirildi. Bu hastaların tanıları skolyoz (n=7), tümör (n=7), infeksiyon (n=8), kırık (n=5) ve spondilolistezis (n=14) idi. 5 Hastada ise rekonstrüksiyon uygulandı. Bu hastalar 1 ila 36 ay takip edildiler. 3 Hastada vida sıyrmasına bağlı düzelme kaybı, 3 hastada infeksiyon, 1 hastada dura mater yırtığı, 1 hastada vidanın neden olduğu kök basısı bulguları, 2 hastada nedeni belirsiz geçici kök basısı bulguları, 1 hastada psödoartroz ve bir hastada insizyon yerinde nöroma oluştu. Bu komplikasyonların çoğu tedavi sonucunu etkilemeyecek şekilde iyileşti. Tedavi sonuçlarının % 76 çok iyi, % 17 iyi, % 7 vasat olduğu saptandı.

Transpediküler vida uygulamalarının klinik ve biyomekanik özellikleri gözden geçirildiğinde omurga cerrahisinde kullanılan diğer sistemlere karşı önemli üstünlükleri olduğu saptandı. Üç boyutlu rijid fiksasyon yapması, her yöne doğru düzeltici kuvvet uygulanabilmesi, transpediküler teknikle biyopsi, drenaj, redüksiyon, greftleme yapılabilmesi gibi diğer sistemlerde olmayan özelliklerin bu sistemin üstünlükleri olduğu saptandı.

Sonuç olarak iyi eğitilmiş bir ekip tarafından tekniklere titizlikle uyularak yapılan uygulamalarda transpediküler vida fiksasyonu ile birçok omurga hastalıklarında başarılı tedaviler yapılabileceğini öne sürebiliriz.

KAYNAKÇA:

- 1- Alıcı E : Stable spinal instrumentation. A new group of instruments used in deformities and diseases of the columna vertebralis. The Journal of Turkish Spine Surgery 1:1,1990
- 2- Ani N, Keppler L, Biscup SR, Steffee DA: Reduction of high-grade slips (Grades 3-5) with VSP instrumentation. Spine 16:302-310,1991
- 3 - Asazuma T, Stokes IAF, Moreland MS, Suzuki N: Intersegmental spinal flexibility with lumbosacral instrumentation. Spine 15:1153-1158,1990
- 4 - Asher AM, Strippgen EW: Anthropometric studies of the human sacrum relating to dorsal transsacral implant designs. Clin Orthop 203:58-62,1986
- 5 - Ashman RB, Galpin DR, Corin JD, Johnston CE: Biomechanical analysis of pedicle screw instrumentation systems in a corpectomy model. Spine 14:1398-1405,1989
- 6 - Bhorraj SY, Archik SG: Early results of unconventional pedicular screw-plate fixations. Spine 16:1192-1195,1991
- 7 - Bradford SD: Instrumentation of the lumbar spine. Clin Orthop 203:209-218,1986
- 8 - Carl A, Tromanhauser S, Roger DJ: Pedicle screw instrumentation and posterior spinal fusion for unstable thoracolumbar and lumbar fractures and fracture dislocations. Presented at the Annual Meeting of Scoliosis Research Society, Minneapolis, Minnesota, September 24-27,1991
- 9 - Carson LW, Duffield CR, Arendt M, Ridgely JB, Gaines WR: Internal forces and moments in transpedicular spine instrumentation. Spine 15:893-901,1990
- 10 - Chopin D : Cotrel-Dubousset Instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. In Bridwell KH, DeWald RL (eds): Textbook of Spinal Surgery. pp 183-211. Philadelphia, JB Lippincott Co,1991
- 11 - Cotrel Y, Dubousset J, Argenson C, Chopin D, Graf H, Guillaumat M, Passuti N: First clinical evaluation of C-D vertebral screws. In 5 th Proceeding of the International Congress on C-D Instrumentation, pp 229-232. Montpellier, Sauramps Medical, 1988
- 12 - Daniaux H, Seykora P, Genelin A, Lang T, Kathrein A : Application of posterior plating and modifications in thoracolumbar spine injuries. Spine 16: 125-133,1991
- 13 - Dick W: The Fixateur Interne as a versatile implant for spine surgery. Spine 12:882-900,1987
- 14 - Ebelke KD, Asher AM, Neff JR, Kraker DP: Survivorship analysis of VSP spine instrumentation in the treatment of thoracolumbar and lumbar burst fractures. Spine 16:428- 432,1991
- 15 - Esses SI, Bednar DA: Posterior pedicular screw techniques. In Errico TJ, Waugh T, Bauer RD (eds): Spinal Trauma, pp 301-308. Philadelphia, JB Lippincott Co,1990
- 16 - Esses SI, Botsford DJ, Wright T, Bednar D, Bailey S : Operative treatment of spinal fractures with the AO internal fixator. Spine 16: 146-150,1991
- 17 - Esses SI, Sachs BL : Complications of pedicle screw fixation. Presented at the Annual Meeting of Scoliosis Research Society, Minneapolis, Minnesota, September 24-27,1991
- 18 -Ferre B, Crawford A : Morphometric analysis of the pedicles of the immature spine. Presented at the Annual Meeting of Scoliosis Research Society, Minneapolis, Minnesota, September 24-27,1991
- 19 - Gaines WR, Carson LW, Satterlee CC, Groh IG: Experimental evaluation of seven different spinal fracture internal fixation devices using nonfailure stability testing. Spine 16:902-909,1991

- 20 - Gertzbein SD, Robbins ES: Accuracy of pedicular screw placement in vivo. Spine 15:11-14,1990
- 21 - Goel VK, Lim T, Gwon J et al : Effects of rigidity of an internal fixation device . A comprehensive biomechanical investigation. Spine 16: 155-161, 1991
- 22 - Hirabayashi S, Kumano Kiyoshi, Kuroki T : CD Pedicle screw system for various spinal disorders: Merits and problems. Spine 16: 1298-1304,1991
- 23 - Hsu K, Zucherman JF, White AH, Wynne Gar: Internal fixation with pedicle screws.In White AH (ed): Lumbar Spine Surgery, pp 332-338. St Louis, CV Mosby Co,1987
- 24 - Kabins MB, Weinstein JN, Spratt KF, Found EM, Goel VK, Woody J,Sayre HA: Isolated L4-5 fusions using the Variable Screw Placement system : Unilateral versus bilateral. Journal of Spinal Disorders 5:39-49,1992
- 25 - Klein HA: History of spinal fusion In White AH (ed): Lumbar Spine Surgery, pp 237-245. St Louis, CV Mosby Co,1987
- 26 - Kostuik JP, Errico TJ, Gleason TF: Techniques of internal fixation for degenerative conditions of the lumbar spine. Clin Orthop 203:209-231,1986
- 27 - Krag M: Biomechanics of thoracolumbar fixation. A review. Spine 16: 84-99,1991
- 28 - Krag MK, Beynonn DB, Pope HM, Frymoyer JW, Haugh LD, Weaver DL: An internal fixator for posterior application to short segments of the thoracic, lumbar or lumbosacral spine. Clin Orthop 203:75-98,1986
- 29 - Lapresle P, Missenar G: Diapason spinal fixation: techniques-results.(Kişisel yazışma) 1991
- 30 - Lindsey WR, Dick W : The Fixateur Interne in the reduction and stabilization of thoracolumbar spine fractures in patients with neurologic deficit. Spine 16: 140-145, 1991
- 31 - Louis R: Fusion of the lumbar and sacral spine by internal fixation with screw plates. Clin Orthop 203:18- 33,1986
- 32 - Lui KY, Njus OG, Bahr AP, Geng PO: Fatigue life improvement of nitrogen-ion-implanted pedicle screws. Spine 15:311-317,1990
- 33- Luque ER: Interpeduncular segmental fixation. Clin Orthop 200:54-57,1986
- 34 - Magerl PF: Stabilization of the thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation. Clin Orthop 189:125-141,1984
- 35- Marchesi DG, Thalgot J, Aebi M : Application and results of the AO internal fixation system in nontraumatic indications. Spine 16: 162-169,1991
- 36 - Matsuzaki H, Tokuhashi Y, Matsumoto F, Hoshino M, Kiuchi T: Problems and solutions of pedicle plate fixation of lumbar spine. Spine 15:1159-1164,1990
- 37 - Mayfield J,Sawa A,KoenemanJ, Winters J: CD pedicle screw spinal instrumentation stiffness and 3-D motion analysis with and without intervertebral disc removal. Presented at the Annual Meeting of Scoliosis Research Society, Minneapolis, Minnesota, September,24-27.1991
- 38 - McAfee PC, Weiland DJ, Carlow JJ: Survivorship analysis of spinal instrumentation. Spine 16:422-427,1991
- 39 - Montane I: Historical perspectives of spinal trauma. In Errico TJ, Waugh T, Bauer RD (eds): Spinal Trauma,pp 1-10. Philadelphia, JB Lippincott Co,1990
- 40 - Nagel AD, Edwards WT, Schneider E: Biomechanics of spinal fixation and fusion. Spine 16: 151-154, 1991
- 41 - Olerud S, Sjostrom L, Karlstrom G, Hamberg M: Spontaneous effect of increased stability of the lower lumbar spine in cases of severe chronic back pain. Clin Orthop 203:67-74,1986

- 42 - Olsewski JM, Simmons EH, Kallen CF, Mendel CF, Severin MC, Brens LD: Morphometry of the lumbar spine: anatomical perspectives related to transpedicular fixation. *J Bone J Surg* 72-A(4):541-550, 1990
- 43 - Perez-Grueso FS, Baillo NF, Arienza I, Sanchez-Giron L: CDI lumbosacral fixation: clinical results. 7th Proceeding of the International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation. pp 87-90 Montpellier, Sauramps Medical, 1990
- 44 - Ray RC: Anatomic strategies of internal fixation. In White AH (ed): *Lumbar Spine Surgery*, pp 74-85. St Louis, CV Mosby Co, 1987
- 45 - Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C: Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop* 203:7-17, 1986
- 46 - Sasso CR, Howard BC, Jeffrey DR : Posterior fixation of thoracic and lumbar spine fractures using DC plates and pedicle screws. *Spine* 16: 134-139, 1991
- 47 - Shiba R, Kondo H, Honma G, Soshi S : An experimental study on transpedicular screw fixation for the lumbar spine. Presented at the Annual Meeting of Scoliosis Research Society, Minneapolis, Minnesota, September, 24-27, 1991
- 48 - Skinner R, Maybee J, Transfeldt E, Venter R, Chalmers W: Experimental pullout testing and comparison of variables in transpedicular screw fixation. *Spine* 15:195-201, 1990
- 49 - Soshi S, Ritu S, Kondo H, Mrota K : An experimental study on transpedicular fixation in relation to osteoporosis of the lumbar spine. *Spine* 16: 1335 - 1341, 1991
- 50 - Steffee DA, Sitkowski JD, Topham SL: Total vertebral body and pedicle arthroplasty. *Clin Orthop* 203:203-208, 1986
- 51 - Steffee DA, Biscup SR, Sitkowski: Segmental spine plates with pedicle screw fixation. *Clin Orthop* 203:46-53, 1986
- 52 - Stoltze D, Harms J : Zielke pedicle screw systems for thoracic and lumbar spine fractures. In Bridwell KH, DeWald RL (eds): *Textbook of Spinal Surgery*. pp 991-1000. Philadelphia, JB Lippincott Co, 1991
- 53 - Tachdjian M : *Pediatric Orthopaedics*. Second edition pp 2229-2230, WB Saunders, Philadelphia, 1990
- 54 - Temple HT, Kruse RW, Van Dam BE : Lumbar and lumbosacral fusion using Steffee instrumentation. Presented at the Annual Meeting of Scoliosis Research Society, Minneapolis, Minnesota, September 24-27, 1991
- 55 - Thalgott J, Larocca H, Gardner V, Wetzel T, Lowery G, White J, Dwyer A : Reconstruction of failed lumbar surgery with narrow AO DCP plates for spinal arthrodesis. *Spine* 16: 170-175, 1991
- 56 - West LJ, Ogilvie JW, Bradford DS: Complications of variable screw plate pedicle screw fixation. *Spine* 16:576-579, 1991
- 57 - Wiltse LL : History of lumbar spine surgery. In White AH (ed): *Lumbar Spine Surgery*, pp 5-24. St Louis, CV Mosby Co, 1987
- 58 - Wu S, Albanese S, Edwards WT, Fay L, Zou D, Yuan HA : Orientation of transpedicular vertebral screws : Effects of screw - vertebra interface. Presented at the Annual Meeting of Scoliosis Research Society, Minneapolis, Minnesota, September 24-27, 1991
- 59 - Zindrick MR, Wiltse LL, Widell EH, Thomas JC, Holland RW, Field TB, Spencer WC: A biomechanical study of intrapeduncular screw fixation in the lumbosacral spine. *Clin Orthop* 203:99-112, 1986
- 60 - Zindrick MR, Wiltse LL, Doornik A, Widell EH, Knight WG, Patwardhan GA, Thomas JC, Rotham LS, Fields TB: Analysis of the morphometric characteristics of the thoracic and lumbar pedicles. *Spine* 12:160-165, 1987