

## ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ CERRAHİ TEDAVİSİNDE KORREKSİYON VE ENSTRÜMANTASYON TEKNİKLERİ

### CORRECTION AND INSTRUMENTATION TECHNIQUES IN SURGICAL TREATMENT OF ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS

İ. Teoman BENLİ\*, Alper KAYA\*\*

#### ÖZET:

İdiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde son 20 yıl içinde önemli gelişmeler olmuş, hastalığın üç boyutlu patolojisi daha iyi anlaşıldıktan sonra, çoklu çengel ve tranpediküler vidaları kullanan modern segmenter sistemler kullanılmaya başlanmıştır. İdiopatik skolyoz tedavisinde, köşe taşı olan Harrington Rod sisteminin temel olarak kullandığı düzeltici kuvvet, gerdirme (distraksiyon) idi. Yeni geliştirilen 3. jenerasyon sistemlerden Dünya çapında en çok popüler olanı, bir devrim niteliğinde bir gelişme olarak görülen Cotrel Dubousset enstrümantasyon sistemiydi. Bu sistem, düzeltici manevra olarak derotasyon adı verilen manevrayı kullanıyor ve stratejik omurlara konulan çengel ve vidalara, eğriliğe uyacak şekilde eğilerek yerleştirilen rodun, eğriliğin konkav tarafına döndürülmesi işlemi ile skolyotik eğriliğin düzeltilmesine dayanıyordu. CD sistemi ve modifikasyonlarına ait yüksek düzeltme oranları bildiren yayınların yapılmasına rağmen, sistemin gövde dengesi üzerinde olumsuz etkilerinin de olduğuna dair çalışmalar yapılmıştır. 1990'ların başında bu

problemleri elimine etmek üzere eğriliğin orta hatta çekilmesi yani translasyon adı verilen düzeltici manevrayı kullanan ISOLA, USS gibi sistemler kullanılmaya başlanmıştır. 2000 yılından bu yana, idiyopatik skolyozun cerrahi tedavisinde 3. jenerasyon modern sistemlerin birer birer piyasadan kaybolduğu ve yeni bir gelişmenin yaşanmadığı yıllara girilmiştir. Bu yıllarda tüm bu sistemlerin uzun dönem sonuçları, hastaların tedaviden tatmin düzeyleri yayınlanmaya başlanmıştır. Bu yıllarda, ayrıca Harms ve arkadaşlarının geliştirdiği tüm seviyelere vida tespiti, Benli ve arkadaşlarının rapor ettikleri translasyon ve derotasyonu kombine kullanan güçlendirilmiş korreksiyon girişimlerine ait çalışmalar da yayınlanmıştır. Bir süredir bir duraklama içine girdiği izlenen idiyopatik skolyozun cerrahi korreksiyonu konusunda önümüzdeki yıllar yeni gelişmelere gebe dir.

**Anahtar kelimeler:** İdiopatik skolyoz, cerrahi tedavi, enstrümantasyon, distraksiyon, derotasyon, agumantasyon

**Kanıt Düzeyi:** Düzey V

(\* ) Prof. Dr., Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

(\*\* ) Yard. Doç. Dr., Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

**SUMMARY:**

Many important developments occurred in idiopathic scoliosis surgery at last 20 years, as modern segmenter systems with multipl hook and transpedicular screws were used after understanding the three dimensional pathology of the disease. The main correction force in Harrington rod system which was the "corner stone" of treatment of idiopathic scoliosis was distraction. The most popular one of the 3rd generation systems in the world was Cotrel Dubousset instrumentation system. This system was using derotation maneuver as correction force and it was correcting the curve with turning the rod that was bent and placed similar to curve to the concave site of the curve. Although there were several articles that reported high correction rates with CD system and its modifications, some studies reported that it had negative effects on body equilibrium. At early

1990's, new systems as ISOLA and USS were started to use to transvers the curve to midline to eliminate this problem. Since 2000, the 3rd generation modern systems disappeared from the market, and there was not any new developments occurred. At these years, articles about the long term results and satisfaction rates of the patients published. Additionally, some articles about all segment screw fixation described by Harms et al., and stronger correction occurred by combination and translation described by Benli et al. published at these years. Despite unproductive period of surgical correction of idiopathic scoliosis for recent years, new developments will be expected.

**Key words:** Idiopathic scoliosis, surgical treatment, instrumentation, distraction, derotation, augmentation

**Level of evidence:** Level V

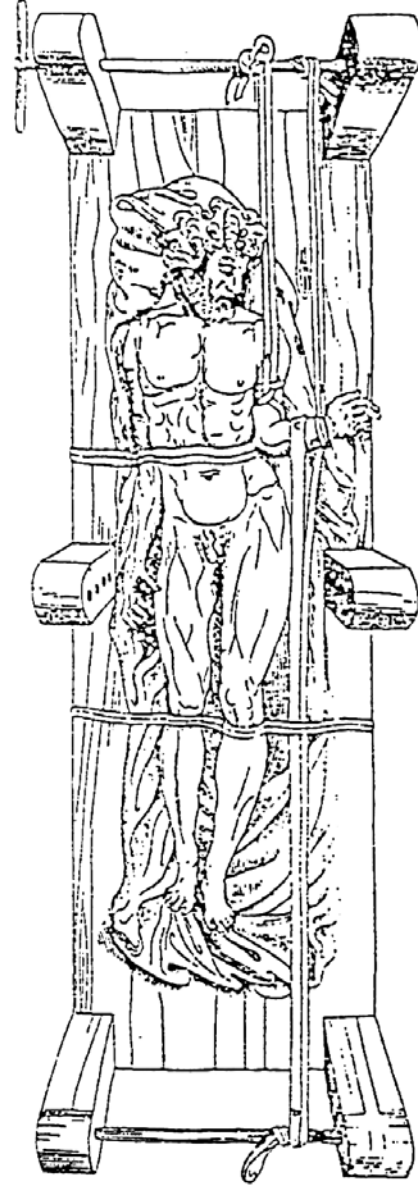
## GİRİŞ:

İdiopatik skolyozun üç boyutlu patolojisinin daha iyi anlaşılmasından sonra hastalığın cerrahi tedavisinde büyük gelişmeler sağlanmıştır <sup>(73,94)</sup>. Son yirmi yıldır, çoklu çengel, transpediküler vidalar, çapraz bağlantı ve çift rodlardan oluşan üçüncü jenerasyon modern enstrümantasyon sistemlerinin kullanıma girmesiyle, cerrahi tedavi ile eğriliklerde elde edilen düzeltme miktarları artmış ve bu sistemlere ait başarılı sonuçlar bildiren çalışmalar literatürde artmaya başlamıştır <sup>(43-44,46,49,52,54,56,59,61,64,67,73,84,89,94-</sup>

96,101,104,112,114-115,122,127,135,137,149,156,159-161,173,181,191-192)

Temel olarak skolyozun cerrahi tedavisinde amaç, deformitenin mümkün olduğunca çok düzeltilmesi, omurganın düzeltilmiş halinin - eğrilik boyunca dondurularak (füzyone edilerek)- korunması ve düz bir pelvis üzerinde, başın orta hatta yer aldığı, fizyolojik sagittal konturların eşlik ettiği dengeli bir omurga elde etmektir <sup>(112)</sup>.

Skolyotik eğriliklerinin düzeltilmesi fikri, MÖ 400 yıllarından beri, hekimlerin uğraş konularından biri olmuştur. Corpus Hipocraticum eserinde, Hipokrat, Scammon adını verdiği bir traksiyon cihazı ile eğriliklerin distraksiyon yoluyla düzeltilebileceğini ileri sürmüştür (Şekil-1) <sup>(137)</sup>. Yüzyıllar boyu, bu öğretiler, çeşitli şekillerde uygulanmış, ancak 19. yüzyıla dek herhangi bir gelişme sağlanamamıştır. Bu yıllarda alçı ile korreksiyon, Avrupa'da uygulanmaktaydı. Hastalara gövde alçısı yapılmakta, aralıklı olarak alçı kesilerek, eğriliğin aksi yönünde hasta bend edilerek tekrarlayan alçılama ile korreksiyon sağlanmaya çalışılmaktaydı <sup>(125,135)</sup>.



**Şekil 1.** Hipokrat'ın skolyoz tedavisinde kullandığı scammon cihazı.

1947 yılında Harrington, Houston, Texas'ta poliomyelit tedavisi ile meşgul olduğu sırada, eğriliklerde artışın solunum fonksiyonlarını bozduğunu tespit etmesi üzerine, bu sorunun çözümü için omurga deformitelerinin düzeltilmesi gerektiğini düşünmüştür. Kendi ifadesine göre, yeni dikilen fidanların eğilmemesi için ağaçların yanlarına konan çubuklar ona ilham vermiştir. Bilindiği üzere eğri bir ağacın bağlı olduğu çubuk

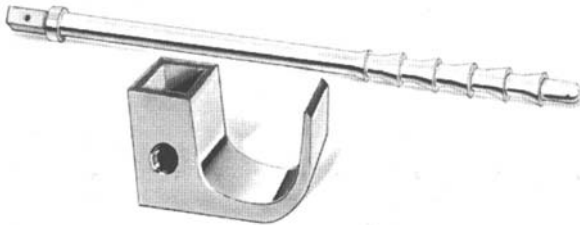
imgesi, daha sonraları ortopedi ve travmatoloji bilim dalının da sembolü olmuştur (Şekil-2). Kendi geliştirdiği çengeller ve çam ağacı şeklindeki rodtan oluşan sistemini kullanarak, 1949 ile 1954 yılları arasında 19 hastayı ameliyat etmiş ve bu süre içinde sistemde 35 önemli modifikasyon yapmıştır (Şekil-3). Bu dönemde Harrington, bu gün için artık skolyotik deformitenin düzeltilmesinde hiç kullanmadığımız bir düzeltici kuvveti, yani gerdirme (distraksiyon) kuvvetini kullanmıştır. Harrington, başlangıçta distraksiyon rodlarını, eğriliğin konkav tarafında, üst ve alt omurlarına birbirine zıt yönde yerleştirdiği çengeller arasına yerleştirmiştir (Şekil-4) <sup>(153)</sup>.



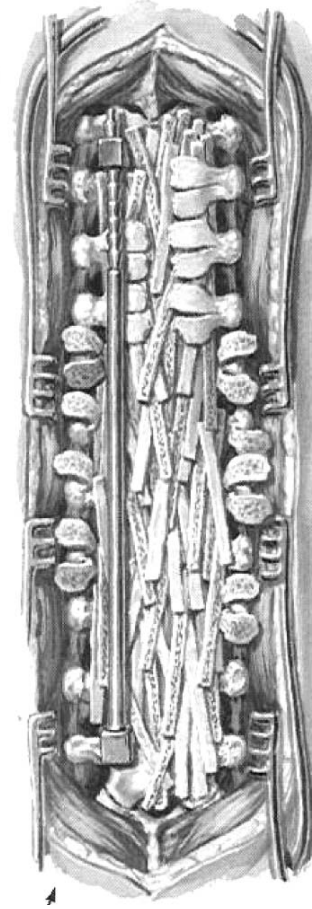
## TOTBİD

**Türk Ortopedi ve Travmatoloji  
Birliği Derneği**

Şekil 2. Türk Ortopedi ve Travmatoloji Berliği (TOTBİD)'in amblemi



Şekil 3. Harrington rod sistemi ve çengelleri



Şekil 4. HRSF uygulaması

1955 ile 1960 yılları arasında, bu kez sistemine, yivli bir rod ilave etmiş ve yine eğriliğin üst ve alt omurlarına koyduğu çengeller arasında kompresyon uygulamasını ikinci düzeltici manevra olarak kullanmıştır. Harrington, kısıtlı olanaklarla metalik implantların biyomekanik dayanıklılık testlerini de yapmıştır. 1960 yılında çalışmalarının sonuçlarını, Amerikan Ortopedi Birliği (AOS) yıllık toplantısında ilk kez sunmuştur. İlk 68 vakanın sonuçlarını, 1962 yılında yayınlamıştır <sup>(81,153)</sup>. Harrington, kendi sistemini kullanarak opere ettiği 573 vakanın sonuçlarını, 1973 yılında yayınlamış ve bu yayını takiben, sistem tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır <sup>(90)</sup>.

Harrington, aslında idiopatik skolyozda ilk düzeltici cerrahi girişimi gerçekleştiren kişi değildir. 1960'lı yıllarda zaten spinal füzyon yapılmakta ve postoperatif olarak füzyon sahası uzun süre gövde alçıları ile korunmakta idi. Hibbs ve Albee, bu konuda oldukça geniş seriler yayınlamışlardı <sup>(135)</sup>. 1900'lü yıllarda Lange, ilk metal tespitini idiopatik skolyozda uygulayan kişidir. 1955 yılında Allan, gerdirici kaldıraç (distraction jack) sistemi ile idiopatik skolyozda enstrümantasyon uygulamaya başlamıştır. 1958 yılında Gruca, Allan'ın sistemine benzer bir enstrümantasyon sisteminin ilk sonuçlarını yayınlamıştır. Ne var ki, bu iki sistem de lokalize kalmış, Harrington Rod Sistemi (HRSF) gibi dünya çapında yaygın kullanım olanağına kavuşmamıştır <sup>(153)</sup>.

Harrington rod sistemi, 1980'li yıllara kadar tüm Dünya ortopedistlerince tüm omurga hastalıklarında kullanılmış, bir çok yayın yapılmıştır. Sistemin bazı modifikasyonları da piyasaya çıkmış ve başarılı sonuçlar bildiren çalışmalar rapor edilmiştir <sup>(35,40,45,62,66,73)</sup>.

1982 yılında Meksikalı bir ortopedist olan Luque, sublaminar telleme ile skolyoz düzeltilmesini içeren çalışmasını yayınlamıştır <sup>(128-129)</sup>. Sistemin yüksek nörolojik defisit oluşturma oranları, bu sisteme beklenen ilgiyi azaltmıştır <sup>(44,73,81,93,184)</sup>. Luque, Harrington'dan farklı olarak, günümüzde idiopatik skolyozun korreksiyonu için halen kullanılmakta olan translasyon manevrasının ilk uygulamasını da gerçekleştirmiştir. Nörolojik riskleri nedeniyle tellerin spinöz proseslerden geçirildiği Drummond modifikasyonu da geniş kullanım alanı bulamamıştır <sup>(66)</sup>.

1984 yılında iki Fransız cerrah, Yves Cotrel ve Jean Dubousset, idiopatik skolyoz tedavisinde, bir devrim niteliğinde olan apikal vertebradaki rotasyonel deformitenin düzeltilmesi felsefesine dayanan yeni bir sistem

geliştirdiler (Şekil-5). Bu yeni sistemle birlikte, omurgadaki skolyotik deformitenin sadece frontal plandaki yana doğru olan eğriliklerden oluşmadığı, bu deformitenin temel olarak sagittal konturları bozan bir rotasyonel deformite olduğu fikri de kabul edilmeye başlanmıştır <sup>(52,54,67)</sup>.

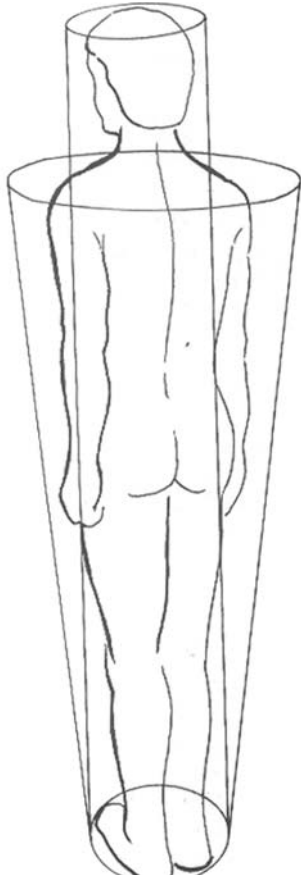


Şekil 5. Yves Cotrel ve Jear Dubousset

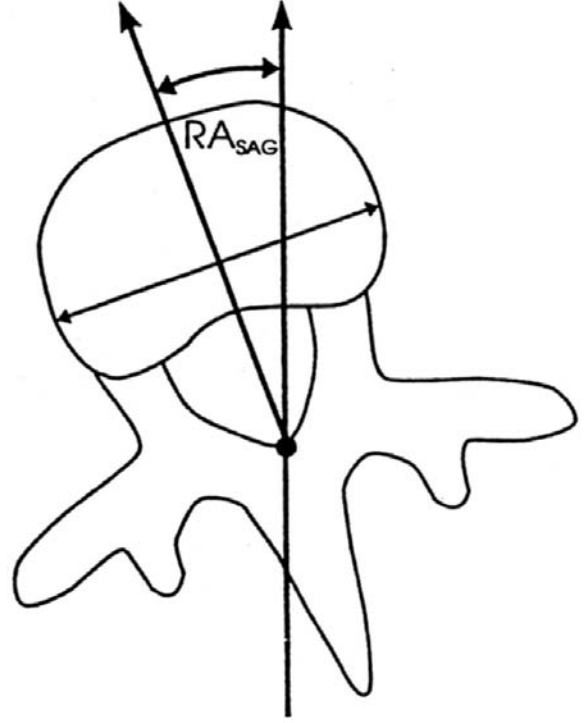
Cotrel omurganın stabil olduğu bir koni içinde yer aldığını ileri sürmüştür (Şekil-6). Aslında bu görüş, daha önceleri yine bir Fransız olan Stagnara'nın, hastalığın etiopatogenezinde ortaya attığı teori üzerine kurulmuştu. Stagnara, idiopatik skolyozun, omurgadaki bir rotasyonel deformitenin önce sagittal konturları bozduğunu, özellikle torakal bölgede bir lordotik deformite oluştuğunu, skolyotik eğriliğin bunu takiben geliştiğini ileri sürmüştür <sup>(54,164)</sup>. Stagnara, "plan d'election" olarak adlandırdığı deformitenin tanımlamasında, eğriliğin gerçek derecesinin ölçümü için apikal omurdaki rotasyon kadar bir



açı ile çekilen oblik grafilerde ölçülebileceğini iddia etmiştir. Stagnara, idiopatik skolyozdaki sagittal planda görülen belli başlı kalıpları da tanımlamıştır <sup>(164)</sup>. Aslında omurgadaki skolyotik deformitede rotasyonun önemini üzerinde, ilk kez 1824 yılında Londra'da John Show durmuştur. 1865 yılında Adams, skolyozu torsiyonel bir deformite olarak tanımlamıştır <sup>(54)</sup>. 1978 ile 1979 yılları arasında Henri Graf ve Jerome Hecquet, direk röntgen ve kompüterize tomografi (CT) görüntülerini bilgisayar ortamında analiz ederek, skolyotik deformitedeki omurların rotasyonel deformitelerini tek tek ölçmeyi başarmışlardır (54). 1980'li yıllarda Aaro ve Dahlborn, Apikal omurgadaki orta hatta ve vertebranın sagittal aksına göre ölçülen rotasyon açılarını tanımlamışlardır (Şekil-7) <sup>(1-2)</sup>.



**Şekil 6.** Cotrel'e göre omurganın stabil olduğu hareket konisi.



**Şekil 7.** Aaro ve arkadaşlarının önerdikleri vertebral rotasyon ölçümü

Cotrel Dubousset (CD) Enstrümantasyon sistemi, 3. jenerasyon modern sistemlerin öncüsü olmuştur. Bir çok çengel vida, DTT adı verilen çapraz bağlantılar ve elmas şeklinde çıkıntılara sahip rodlardan oluşan sistem, biyomekanik olarak var olan tüm enstrümantasyon sistemlerinden oldukça dayanıklı ve güvenilir olduğu saptanmıştır. CD sisteminde, skolyotik eğriliğin düzeltilmesi için pençe şeklindeki karşılıklı ters çengeller kullanılmış, aynı rod üzerinde distraksiyon ve kompresyon uygulanabilmesi ve ilaveten sagittal konturların oluşturulması için "detorasyon" manevrası uygulanabilmesi sağlanmıştır <sup>(52,54,67)</sup>. CD uygulamasına ait ilk sonuçlar 1986 yılında Avrupa'da sunulmuş, ancak Dünya çapındaki popülaritesi, 1988 yılında Denis tarafından yapılan tanıtımından sonra gerçekleşmiştir <sup>(59,67)</sup>. Takip eden 10 yıl içinde CD sisteminin aşağı

yukarı tüm omurga hastalıklarında kullanımına ait başarılı sonuçlar yayınlanmıştır (3-4,23-29,38,41-42,52,54,99,110-111,113,117-118,124,142,147,151-152,157,173)

90'lı yıllarının başında, Texas Scottish Rite Hastanesi doktorları olan John Herring ve arkadaşları, CD sistemine benzeyen ve benzer manevraları kullanan, ancak rod çengel bağlantısında üç nokta kilitleme sistemi, anatomik çengeller ve pürtüklü sert rodların kullanıldığı ve transvers bağlantı için daha rijit "cross link" plaklarının kullanıldığı yeni bir sistem geliştirdiler (17-18,46,94) (Şekil-8).



Şekil 8. TSRH sistemini yaratan grubun başında yer alan John Herring

Derotasyon manevrasıyla, apikal vertebrada beklendiği gibi belirgin düzelme olmadığı, buna karşın rotasyonel deformitenin iyatrojenik olarak normal segmentlere aktarıldığı, buna bağlı olarak dengesizlik (imbalans) ve dekompanzasyon sorunları ortaya çıktığına ait

yayınlar, idiopatik skolyozda yeni korreksiyon yöntemlerinin arayışını ortaya çıkarmıştır (22,28,31-32,42,80,110-111,133,171-172,188). Gerçekte esas problemin, özellikle Tip II ve Tip IV eğriliklerde yetersiz veya hatalı preoperatif planlamanın ve aşırı düzeltmenin (overcorrection) bu problemleri ortaya çıkardığını gösteren ve ileri süren çalışmalar da yapılmıştır. (24,27-28,31,46). Bu problemlerden kaçınmak üzere Marc Asher ve arkadaşları, sublaminar tellerin kullanıldığı ancak Luque sisteminden farklı olarak çengel ve Stefee vidalarının kullanıldığı ancak düzeltici manevra olarak orta hatta çekme yani translasyonun kullanıldığı ISOLA sistemini geliştirdiler. Sistemin skolyotik eğriliği yüksek oranda düzelttiği ve gövde dengesini oluşturmada oldukça başarılı olduğu ve imbalans ve dekompanzasyon sorunlarına yol açmadığı rapor edilmiştir (8-9,14). Bu sistemi takiben yine translasyon kullanarak korreksiyon öneren AO grubunun USS sistemi ve Moss Miami sistemleri de kullanılmaya başlanmıştır (56,73,115,181).

Son yıllarda, bu tartışmalara ilaveten, idiopatik skolyozun kozmetik bir sorun olduğu göz önünde tutularak, hem cerrahi endikasyon sınırları genişletilmiş hem de eğriliğin daha fazla düzeltilmesine yönelik çabalar artmıştır (33,89,121). Harms tarafından her seviyeye bilateral transpediküler vida kullanılarak, eğriliklerde önceki klasik ve 3. jenerasyon modern sistemlere nazaran daha fazla korreksiyon elde edildiği ileri sürülmüştür. Güçlendirme (Augmentation) adı verilen bu yöntem kısa zamanda tüm dünyada kullanılabilir hale gelmiştir (121).

2004 yılında, Benli ve arkadaşları tarafından, stratejik torakal omurlara çengel, torakolomber ve lomber bölgede transpediküler vidalar, Apikal bölgede konkav tarafta sublaminar teller kullanılarak, translasyon ve derotasyonun

kombine kullanıldığı agumantasyon yöntemi ile tüm eğrilikler dahil edildiğinde ortalama % 80 ± 13.5 korreksiyon elde edildiği, Tip III eğriliklerde ise düzeltme oranının % 98'e ulaştığı rapor edilmiştir<sup>(33)</sup>.

Son 5 yıldır, idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde özellikle eğriliğin korreksiyonu açısından yeni bir sistem veya yöntem geliştirilmediğini görmekteyiz. Son yıllarda HRSF'den başlamak üzere, ikinci ve üçüncü jenerasyon sistemlere ait uzun dönem sonuçlar yayınlanmakta ve hastalara yapılan anketler ile hastaların tedaviden tatmin düzeyleri, ağrı ve fonksiyonel kapasitelerini değerlendiren çalışmalar rapor edilmektedir<sup>(10-13,15,19-20,34,53,83-85)</sup>.

Son 5 yıl Dünya çapında kullanım alanı bulan CD, ISOLA, TSRH gibi sistemlerin üretimlerinin durduğu ve uluslararası enstrümantasyon pazarında bir daralma olduğu ve ulusal sistemlerin kullanımının arttığı izlenmektedir. Artık yaygın olarak tüm seviyelere çoğunlukla bilateral olarak transpediküler vida fiksasyonu kullanılmakta, çengeller ve sublaminar teller kullanılmamaktadır. Düzeltici kuvvet olarak daha çok translasyon tercih edilmektedir.

### **IDIOPATİK SKOLYOZDA DÜZELTİCİ MANEVRALAR VE ENSTRÜMANTASYON SİSTEMLERİ:**

Skolyoz cerrahisinde enstrümantasyonun amacı deformiteyi mümkün olduğunca düzeltmek, füzyon kitlesi oluşuncaya kadar omurgayı düzeltilmiş pozisyonda sabitlemektir. Çok iyi düzeltilmiş bir omurga eğilme momentine ve tensil kuvvetlere daha az maruz kalır. Ancak sistemin biyomekanik dayanıklılığı iyi bir füzyon oluşana dek en önemli ön gerekliliği oluşturur<sup>(73,112)</sup>.

İdeal bir spinal enstrümantasyon sistemi bu nedenle biyomekanik olarak yüksek

dayanıklılığa sahip, güvenli ve etkili olmalıdır. Dış destek, cihaz veya alçı gerektirmeden bütün fizyolojik yüklenmelere karşı düzeltilmiş omurgayı koruyabilmelidir. Ameliyat süresini uzatmayacak kadar basit uygulanabilir, frontal, sagittal ve transvers plandaki deformitelerin düzeltilmesini sağlamalı, frontal ve sagittal plandaki fizyolojik konturları<sup>(37)</sup> oluşturarak gövde dengesini restore etmelidir. Enstrümantasyon sistemi vücuda ve daha sonra yapılacak radyolojik girişimlere (özellikle MR) uyumlu olmalıdır. Ne aşırı sert ne de aşırı yumuşak bir metalden yapılmış olmamalı, korozyon veya aşınma yoluyla metal hastalığına yol açmamalıdır. Gerektiği zaman revize edilebilmeli veya istendiğinde kolaylıkla çıkartılabilmelidir<sup>(73,94,100)</sup>. Son olarak enstrümantasyon sistemi ekonomik olarak elverişli ve ucuz olmalıdır<sup>(94)</sup>.

Günümüzde MR uyumlu titanyumdan yapılmış çoklu çengel – vida, multifilaman teller ve daha rijit rodlar ile yapılan ve transvers bağlantılarla rijid bir çerçeve kurabilen üçüncü jenerasyon modern segmenter sistemler, kısmen bu özellikleri üzerinde toplasa da, günümüzde ideal bir sisteme ulaşıldığı söylenemez. Malesef, sonuç olarak tüm bu özellikleri üzerinde toplayan halihazırda ideal bir enstrümantasyon sistemi günümüzde mevcut değildir.

İdiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde tarihsel olarak ilk kullanılan yöntem, eğriliğin karşı tarafına doğru hastanın eğilmesinden oluşan "bending" yöntemidir. Bu yöntem uzun yıllar posteriordan yapılan füzyonu takiben açılama esnasında kullanılmıştır. Moe tarafından kullanılmaya başlayan bu manevra ile hastaların büyük kısmında füzyonun tam oluşmaması, psödoartroz sonucu eğriliklerde artışlarla sonuçlanmıştır<sup>(119,135,137,173)</sup>.



Tarihsel olarak skolyotik eğriliğin düzeltilmesi için baştan beri enstrümantasyon sistemleri kullanılmış ve metal implantlarla düzeltilmiş olan omurga sabit tutulmaya çalışılmıştır. Enstrümantasyon sistemlerini, geliştirildiği döneme ve kullanım özelliklerine göre üçe ayırmak mümkündür. Buna göre birinci, ikinci ve üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleri olarak sınıflanmaktadır. Birinci nesil enstrümantasyon sistemi Harrington Rod sistemidir. Luque'nin "Segmental Spinal Enstrümantasyon" sistemi ve Harrington rodu kullanan sublamina tellerle düzeltme yöntemleri 2. nesil enstrümantasyon sistemleridir. Cotrel - Dubousset ile enstrümantasyonu ile başlayan dönem ise "Modern Segmenter Spinal Enstrümantasyon Sistemleri" olup, bunlar çoklu çengel, vida ve telleri kullanan, çapraz bağlantılarla rijit bir çerçeve kuran, aynı rod üzerinde hem kompresyon hem de distraksiyon uygulanabilen, 3. nesil enstrümantasyon sistemlerini oluşturmaktadır. CD dışında TSRH, Isola, Moss Miami, AO-USS gibi ve bunların modifikasyonları 3. nesil enstrümantasyon sistemlerinden bir kaçını oluşturmaktadır<sup>(73,94)</sup>.

Her spinal enstrümantasyon sistemi, skolyotik eğriliğin düzeltilmesinde yeni bir düzeltici manevrayı da beraberinde getirmiştir. Gerçek anlamda implantasyon sistemlerinin ilki kabul edilen HRSF'den itibaren sırasıyla düzeltici kuvvet olarak, distraksiyon, distraksiyon – kompresyon, translasyon, derotasyon ve kombine translasyon ve derotasyon manevraları kullanılmıştır<sup>(43-44,73,153)</sup>.

Harrington tarafından geliştirilen distraksiyon rod sistemi ile düzeltici manevra olarak konkav tarafta distraksiyon kuvveti uygulanmaya başlanmıştır. Takip eden yıllarda HRSF sistemine konveks tarafa da bir rod ilavesiyle konveks tarafta da kompresyon uygulanmaya başlanmıştır<sup>(153)</sup>.

1980 yıllarında, Luque bu kez sublamina teller kullanarak birbirine doğru bükülmüş çift roda doğru eğriliğin çekildiği bir sistem geliştirmiş böylece idiopatik skolyozun düzeltilmesinde 2. bir manevra yani "translasyon" kullanılmaya başlamıştır<sup>(128-129)</sup>.

1986 yılında CD sisteminin geliştirilmesiyle 3. jenerasyon modern sistemler kullanıma geçmiş ve skolyotik eğriliğin düzeltilmesinde "derotasyon manevrası" kullanılmaya başlanmıştır<sup>(52,54)</sup>. Sistemin gövde dengesi üzerindeki olumsuz etkilerini elimine etmek üzere geçmişe bir dönüş olmuş ve translasyon sistemini kullanan ancak çengel ve vidalarla kombine edilmiş sublamina tellerinin kullanıldığı ISOLA sistemi gibi 3. jenerasyon yeni modern segmenter sistemler geliştirilmiştir<sup>(6)</sup>.

Günümüzde HRSF'nin kullandığı distraksiyon sadece çengellerin sublamina yerleştirilmesi sırasında minimal kullanılmakta olup, nöral defisite sebep olan en önemli kuvvet olduğu için artık skolyotik eğriliğin korreksiyonunda kullanılmamaktadır.

Kompresyon ise enstrümantasyon sisteminin sağlamlığını artırmak için yapılan transversopediküler çengel pençesi oluşturmak için ve lomber bölgede lordotik etki oluşturmak üzere kullanılmaktadır. Sonuç olarak günümüzde sadece derotasyon ve translasyon manevraları skolyotik eğriliğin düzeltilmesinde kullanılan manevralardır.

## **BİRİNCİ NESİL ENSTRÜMANTASYON SİSTEMLERİ VE DİSTRAKSİYON, DİSTRAKSİYON – KOMPRESYON:**

### **- HARRİNGTON ROD SİSTEMİ (HRSF) VE MODİFİKASYONLARI:**

1962 yılında Harrington idiopatik skolyozda ilk etkili enstrümantasyon sistemini geliştirmiştir.

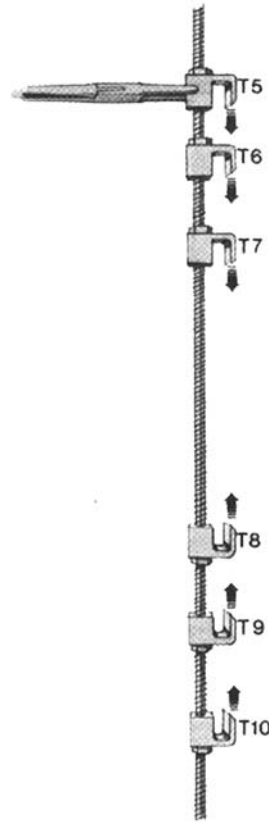
Bunu takip eden yaklaşık 30 yıllık bir süre, posterior füzyon ve 6-9 ay süre ile cihaz veya alçı ile immobilizasyon ile kullanılan HRSF idiopatik skolyozun altın standart tedavi metodu olmuştur. Bu teknikle nörolojik defisit oranı yaklaşık % 1 olarak bildirilmiştir. Psödoartroz oranları bir çok yayında farklı oranlar verilmesine karşın % 10 civarında olduğu rapor edilmiştir. Sistem yaklaşık olarak eğilme grafiğinde saptanan düzelme oranları kadar eğrilikleri düzeltebilmektedir. Global olarak eğriliği gerdirerek yapılan düzeltme ile ortalama % 50 civarında korreksiyon oranları elde edildiği bildirilmektedir<sup>(81)</sup>.

Harrington rod sisteminde gerdirici üst çengel eğriliğin üst son vertebraına yerleştirilir. Bu gerdirici çengel önceleri sublaminar yerleştirilirken, sonraları laterale çengelin yer değiştirilerek çıkmasını önlemek üzere Zielke'nin bifid pediküler çengeli ile subpediküler olarak yerleştirilmeye başlanmıştır<sup>(153)</sup>.

Alt gerdirici çengel ise eğriliğin hemen altında yer alan stabil omura sublaminar olarak üstteki çengelle ters yönde yani aşağı doğru yerleştirilir. Daha sonra araya konulan üst kısmı çam ağacı şeklinde olan Harrington rodu bu iki çengelle sokulur bir distraktör (outrigger) yardımıyla eğrilik bir bütün olarak gerdirilir (Şekil-9). İlk yıllarda, işlem, bu şekilde sonlandırılıp, posterior füzyon yapılırken, daha sonra Harrington, sisteme konveks tarafa yerleştirdiği kompresyon sistemini ilave etmiştir (Şekil-10). Kompresyon sisteminde, alttaki yukarı yönlendirilmiş olan açık çengel, önceden rodu yerleştirilmiş olan somunların yivli rod üzerinde çevrilerek sıkıştırılması ile üstte oluşturulan bir çengel pençesine doğru komprese edilir ve böylece eğriliğin konveks tarafında uygulanan bu sıkıştırıcı moment ile eğriliğin daha da düzeltilmesine veya düzeltilmiş olan eğriliğin korunmasına yardımcı bir etki sağlanmış olur<sup>(153)</sup>.



Şekil 9. HRSF sisteminde distraksiyon için kullanılan outrigger cihazı



Şekil 10. HRSF sistemine eklenen kompresyon rodu

Harrington, 1947'den beri üzerinde çalıştığı sistemin, ilk sonuçlarını, 1962'de yayınladı. Bu çalışmada, ilk 129 hastanın başarılı sonuçları yer almakta idi. Daha sonraki yıllarda Harrington Rod sisteminin güvenli ve etkili olduğuna dair bir çok yayın yapılmıştır <sup>(153)</sup>. Düzeltme yüzdesi ve füzyon oranları önceki tekniklerle mukayese edildiğinde daha fazla olduğu saptanmıştır. HRSF sistemi kullanıma geçmesini takip eden 25 yıl boyunca Dünya yüzeyinde en çok kullanılan sistem olmuştur <sup>(62,72,81,126,153)</sup>.

Harrington sistemindeki sonraki yıllardaki en önemli modifikasyonlardan biri postoperatif gövde alçısı uygulama süresidir. Başlangıçta ameliyat sonrası 10 gün uygulanması önerilirken, bu sürenin hastanın durumuna göre 6- 9 ay olması gerektiği ileri sürülmüştür. Alçı ile immobilizasyon alçıdan kaynaklanan ciddi sorunları da beraberinde getirmiştir. Bazı yaraları, alçı sendromu, osteoporoz ve kaslarda atrofi, hasta uyumsuzluğu bu sorunların başlıcalarıdır <sup>(153)</sup>.

1990 yılında Dickson ve arkadaşları, 1961 – 1963 yılları arası opere edilen hastanın 21 yıllık sonuçlarını yayınlamışlardır. Bu çalışmada hastaların fonksiyonel kapasitede azalmasının ve bel ağrılarının kontrol grubu nazaran daha fazla olduğu belirlenmiştir <sup>(62)</sup>.

Zaman içinde mükemmel dekortikasyon ve otolog greflerle daha iyi bir füzyon uygulamalarıyla füzyon oranları artmış, ancak yine de yüksek psödoartroz riskinin varlığı benzer olarak devam etmiştir <sup>(53,65,73,146,185)</sup>. HRSF ile daha ciddi eğrilere (90° üzerinde % 70), flexibl eğrilere (45° - % 35) nazaran daha fazla düzeltme sağlandığına ait yayınlar, posterior enstrümantasyon öncesi, her hastaya anterior gevşetme ve/veya preoperatif traksiyon uygulanmış olmasına bağlanmaktadır <sup>(73)</sup>.

Harrington Rod sistemi ile distraksiyon uygulaması ile korreksiyon sırasında gerdirici kuvvet özellikle üst ve alt distraktif çengelleri aracılığı ile eğriliğin üst ve alt son omurlarına uygulanmaktadır. Yüklenme, omurların dayanma gücünün üstüne çıktığında lamina veya pedikül kırıkları oluşmaktadır. Distraksiyon bazen de rodun distal çengelden çıkmasına yol açabilmektedir (73,94). HSRF'ye ait rod kırılma oranları, % 40 civarında bildirilmektedir <sup>(53,94)</sup>.

HRSF'nin sahip olduğu en önemli risklerden biri nörolojik defisit gelişmesi riskidir. Bu risk, ameliyat esnasında uyandırma (wake up) testi yapılarak azaltılmıştır, ancak literatürde % 1 ile % 20 arasında değişen oranlarda medulla spinalinin gerilmesine bağlı olarak kalıcı nörolojik hasar olduğu bildirilmiştir. Çoğu spinal cerrah, bu riskle karşılaşmamak için aşırı distraksiyondan kaçınarak, düşük korreksiyon oranlarıyla yetinmek zorunda kalmıştır <sup>(81)</sup>.

Harrington rod sistemi ile elde edilen düzelmenin takiplerde % 30 ile % 40'ının korunabildiği görülmektedir. Korreksiyon kayıpları, genellikle, çengellerin çıkması, lamina kırıkları veya rodların kırılması ve psödoartroz sonucu gelişmektedir <sup>(94)</sup>.

Tek torasik eğriliklerde, psödoartroz oranları oldukça düşükken, çift majör eğriliklerde bu oran oldukça yüksektir <sup>(53,94)</sup>. Bialik ve Piggott, HRSF kullanılarak cerrahi korreksiyonları yapılan 381 hastada psödoartroz oranını % 6.6 olarak bildirmişlerdir <sup>(40)</sup>.

Eğrilik boyunca distraksiyon uygulanması, omurganın boyunun uzamasına yol açıyor olsa da, skolyotik eğrilikle beraber sagittal eğriliklerinde azalmasına yol açmaktadır. HRSF sisteminde başlangıçta kullanılan çam ağacı şeklindeki rodların yerini düz rodlara bırakmasına ve rodların sagittal konturlara göre prebend edilmesine karşın, torakal bölgede lordotik etki ile kifozun azalması, lomber bölgede lordozun artışı önlenememiştir <sup>(81,94)</sup>.

Moe, Harrington rodlarının distal ucunu ve buna karşılık gelen çengelin kanalını kare şeklinde modifiye ederek rodların rotasyonu engellemeye çalışmış, böylece lordotik etkiyi azaltmaya çalışmıştır. Lagrone ise distaldeki omurların spinal proseslerini birbirine bağlayarak lordozu artırmayı denemiştir. Distraksiyon ve prebend edilmemiş düz rodlar ile en sık karşılaşılan problem, düz sırt oluşumudur ki, bu sagittal gövde dengesinin bozulmasına ve mekanik ağrıların oluşmasına yol açmaktadır (81,94).

HRSF sisteminin diğer geç komplikasyonu enstrümantasyonun üst kısmında bursit oluşumudur. Özellikle soldaki distraktif çengele binen yüklenme ve hastanın zayıf olması, bu durumun en önemli sebebidir. Ne yazık ki, rodun aşırı mütebariz olduğu durumlarda, bu bursit alanından rod ciltten protrüze olabilir. Böylesi bir durumda implantların çıkartılması gerekebilir (81,153). Füzyon henüz oluşmadı ise rodun sadece dışarıdan görünen kısmı kesip çıkartılırken, füzyon kitlesinin oluşmasını takiben rodun tamamı çıkartılması önerilmektedir (153).

Sonuç itibariyle HRSF sistemi, tüm dünyada yaklaşık 25 yıl boyunca idiopatik skolyozda en önemli tedavi seçeneği olarak kullanılmasına karşın düşük korreksiyon oranları, sagittal gövde dengesine olumsuz etkileri, implant yetmezlikleri, yüksek korreksiyon kayıplarına sahip olması, psödoartroza yol açması ve uzun süre immobilizasyon gerekliliği nedeniyle artık terk edilmiştir.

## İKİNCİ NESİL SPİNAL İMPLANTLAR - TRANSLASYON:

İkinci nesil spinal implantlar, Luque'nin sublaminar telleme sistemi ve sublaminar telle kullanılan HRSF modifikasyonlarıdır (94). 1970 yıllarının başlarında, Meksika'lı bir cerrah olan

Eduardo Luque, birbirlerine bağlanan "L" şeklindeki rodlar ile her seviyeye konulan sublaminar tellerden oluşan ve "Segmentler Spinal Enstrümantasyon" (SSI) adını verdiği yeni bir sistemi geliştirmiştir (73,94). Sistemle ilgili ilk sonuçlarını, 1982'de yayınlanan Luque, bu yeni spinal implantı, 1984'de tüm Dünya'ya tanıtmıştır. Luque, bu yeni sistemi, başlangıçta nöromusküler skolyoz için tasarlayıp, kullanmaya başlamasına karşın, idiopatik skolyozda da kullanmaya başlamıştır (128-129).

Sublaminar çelik teller, tüm omur seviyelerinden ikişer adet geçirilip, önceden sagittal konturlara göre prebend edilen rodla tutturulup, hem konkav, hem de konveks alanda bükülerek sıkılır. Rodlar da birbirlerine teller yardımıyla tutturulur. SSI kullanılarak yapılan çalışmalar, Harrington Rod sistemine göre skolyotik eğrilerde daha yüksek korreksiyon oranları elde edildiğini, sagittal konturların rekonstrüksiyonunda ise tartışmasız çok üstün olduğunu göstermiştir. Üstelik sistem HRSF'nin aksine postoperatif dış destek gerekmediği bildirilmiştir (94).

SSI ile yapılan biyomekanik çalışmalar da, sistemin özellikle torsiyonel kuvvetlere karşı, HRSF'den çok üstün olduğunu göstermiştir. Ancak, sistemin biyomekanik olarak en büyük defekti, tellerin bağlandığı rodların yukarı aşağı doğru migrasyonu ve buna bağlı olarak kurulan çerçevenin bozularak koreksiyon kayıplarına yol açması olduğu rapor edilmiştir (16,73). 1989 yılında Johnston, biyomekanik çalışmalarında, çok iyi bir şekilde sıkılmış olsa da, sublaminar tellerin, rodların migrasyonuna engel olmadığını göstermiştir (100).

Johnston ve arkadaşları, bu çalışmada, daha sonra TSRH sisteminde kullanacakları çapraz bağlantı (crosslink) plaklarının kullanılmasıyla bu komplikasyonun önlenilebileceğini ileri sürmüşlerdir (99).

Luque sublaminar telleme sistemi ile en önemli dezavantajı, tellerin konulması esnasında veya daha sonra tellerin kırılmasıyla medulla spinalise batmasıyla ortaya çıkan nörolojik defisit riskidir. Luque-SSI ile bu oran, ortalama % 17 olarak bildirilmektedir. <sup>(36,184)</sup>

SSI sistemiyle yüksek korreksiyon oranları rapor edilmesine karşın, literatürde özellikle bahse konu olan rod migrasyonu, implant yetmezlikleri, füzyon sahasının implantasyon nedeniyle daralmasına bağlanan düşük kaynama oranları ve yüksek korreksiyon kayıplarını bildiren çalışmalar da mevcuttur. Bu nedenle, SSI uygulaması sonrası, 2-4 ay süre ile eksternal destek uygulaması da önerilmiştir <sup>(93-94)</sup>.

1991 yılında, Gürbüz ve arkadaşları, 21 sublaminar telleme yapılan hastanın sonuçlarını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, skolyotik majör eğriliklerde, % 45.2 düzelme sağlandığı, 17.3° (3°-45°) korreksiyon kaybı olduğu, hastaların % 14.3'ünde nörolojik defisit ve hastaların tamamı ve erken-geç tüm komplikasyonların tamamı dahil edildiğinde, hastaların % 57.1'inde komplikasyon geliştiği bildirilmiştir <sup>(82)</sup>.

Rod migrasyonunu azaltmak ve daha rijit bir çerçeve oluşturmak üzere, temel olarak Luque SSI'nun bir modifikasyonu, Dove tarafından "Hartshill dörtgeni" adıyla geliştirilmiş ve kullanıma geçmiştir. Sistemle ilgili çalışmalar, bu yeni sistemle benzer korreksiyon oranları elde edebileceğini ve daha düşük korreksiyon kayıpları oluştuğunu göstermiştir <sup>(64)</sup>.

Luque-SSI sistemi ile HRSF sisteminden farklı olarak, yeni bir düzeltici manevra, yani omurganın yana doğru çekilmesi (translasyon) manevrası kullanıma geçmiştir. O dönemde, çok fazla görülen nörolojik defisitinin başlıca sebebi (öğrenme periyodunda) tellerin geçirilmesi sırasında yapılan hatalar ve tellerin metalik özelliklerine bağlı olarak özellikle torsiyonel kuvvetlere zayıf direnci nedeniyle kolay kırılıyor

olmasıydı. Hatta sistem distraksiyon manevrasını kullanmadığı için bu anlamda nörolojik yönden daha güvenli bir yöntemdi. Ancak, yüksek komplikasyon oranları nedeni ile sistem, maalesef, Dünya çapında popülerize olmamış ve yaygın kullanım alanı bulamamıştır. Diğer taraftan, çengel ve vidaların ilave edildiği ve bazı modifikasyonların yapıldığı Luque SSI – III sistemi, günümüzde halen kullanılmaktadır <sup>(94)</sup>.

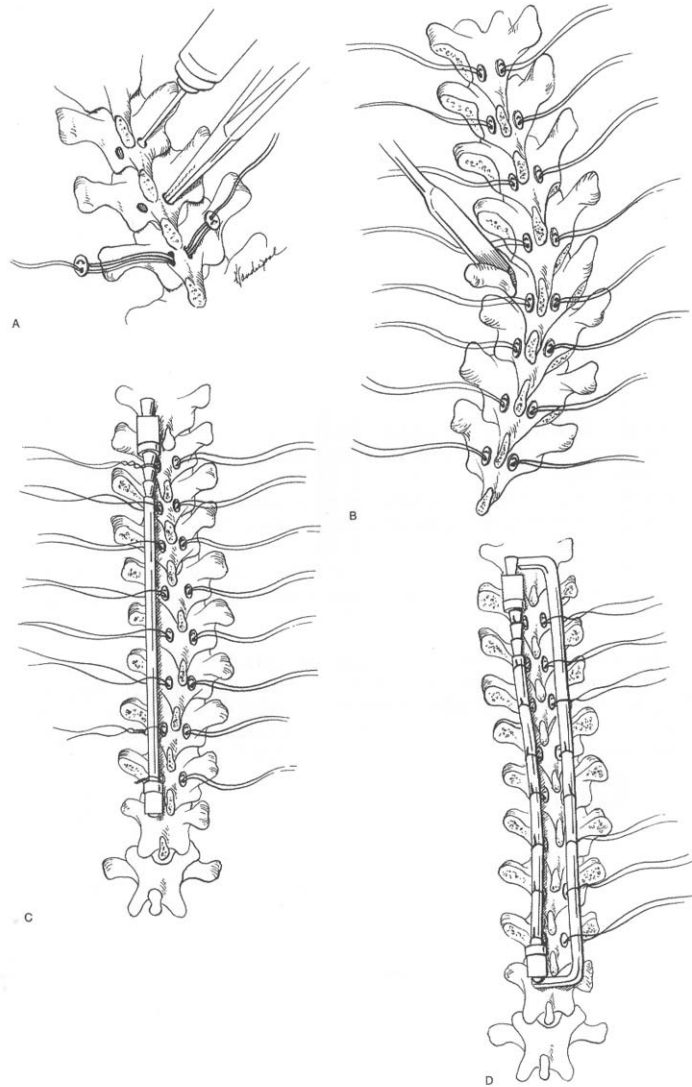
SSI'nin kullanıma geçmesiyle iki sistemi kombine eden "Sublaminar Telleme ile HRSF" veya "Harri – Luque" denilen hibrid bir sistem de kullanılmaya başlanmıştır. Sistem Luque rodlarının kullanılmasıyla distraksiyon sonucu oluşan torakal hipokifotik etkinin azaltılması sağlanmıştır. Sublaminar tellerin kullanımı ile çengellerin laterale deplase olmaları da engellenmiştir. HRSF ile sadece distraksiyon uygulanırken, buna ilaveten sublaminar tellemenin ilave edilmesi ile elde edilen korreksiyon oranlarını da artmıştır. Daha rijit bir çerçeve kurulduğu için postoperatif eksternal cihaz veya alçı kullanımı gerekliliği ortadan kalkmıştır. Bu özelliği ile ayrıca, korreksiyon kayıpları, HRSF'ye nazaran daha düşük olduğu da rapor edilmiştir <sup>(163)</sup>. Ancak, Willber'e göre, Harri – Luque sistemi, SSI sistemi kadar yüksek nörolojik defisit oranlarına sahiptir <sup>(184)</sup>. Distraksiyonu takiben sublaminar tellerin sıkılması, sagittal konturlarda hipokifotik etkiyi daha da artırmakta, buna bağlı olarak düz sırt oluşma ihtimali de artmaktadır. Tellerin sıkılması esnasında alt çengelin yerinden çıkması oldukça sık görülmektedir <sup>(81)</sup>.

Tellerin sıkılmasıyla (eğriliğe doğru rodun çekilmesiyle, derote olması sonucu) prebend edilen roda verilen sagittal konturların da azaldığı gözlenmiştir <sup>(186)</sup>. Moe ve arkadaşları, rodun alt ucunun kare şeklinde yapılmasıyla bu sorunu gidermeye çalışmışlardır. <sup>(163)</sup>



Hem SSI, hem de Harri – Luque sistemlerinin yüksek nörolojik defisit potansiyeline sahip olması, Drummond'u, tellerin spinöz prosesin tabanından geçirildiği, bir Harri – Luque sistemi modifikasyonu geliştirmeye itmiştir. Wisconsin Segmental Spinal Sistemi (WISS) adı verilen sistemde, teller, bir düğme ile laminaya tutturulmaktadır (Şekil-11). Biyomekanik olarak, Drummond, subspinöz alanın, sublaminar alandan torakal bölgede % 117, lomber bölgede % 73 oranında daha kalın ve güçlü olduğunu ileri sürmüştür. Drummond kendi hastalarının hiçbirinde eksternal destek kullanmadığını

bildirmiştir. Bu sistemle tedavi edilen hiç bir hastada nörolojik defisit görülmemiştir. Prebend edilen rodlar ile sagittal konturlar, HRSF'ye nazaran daha başarılı rekonstrükte edilebilmektedir. <sup>(66,81)</sup> Sistem ayrıca kolay uygulanabilir, ucuz ve güvenli olması bakımından, SSI sisteminden belirgin olarak üstündür <sup>(98)</sup>. En önemli dezavantajı, füzyon sahasının daralması, dekortikasyon sırasında tellerin kurtulmasıdır. Crawford tarafından Luque rodları yerine konveks tarafta kompresyon rodlarının kullanıldığı bir modifikasyonu da vardır <sup>(81)</sup>.



Şekil 11. Luque sublaminar telleme sisteminin (SSI) uygulama tekniği

## ÜÇÜNCÜ NESİL ENSTRÜMANTASYON SİSTEMLERİ:

### I. COTREL – DUBOUSSET ENSTRÜMANTASYON SİSTEMİ, ÜÇ DÜZLEMLİ DÜZELTME VE DEROTASYON MANEVRASI:

Son yirmi yıldır, idiopatik skolyozun üç planlı patolojisi ve doğal seyrinin daha iyi anlaşılması, implant teknolojisindeki ve biyomekanikteki büyük gelişmeler idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde de büyük gelişmeler sağlamış ve 1980 yıllarda 3. nesil enstrümantasyon sistemleri kullanılmaya başlamıştır. Bu yeni nesil sistemler, temel olarak stratejik omurlara çoklu çengel, vida ve tellerin yerleştirilmesinden, çapraz bağlantılarla birleştirilen çift rodlar ile oluşturulan rijit çerçeveden oluşmaktadır (43-44,46,52,54,56,59,64,67,73,84,89,94-96,101,104,112,115,135,137,156,161,173,181,191-192).

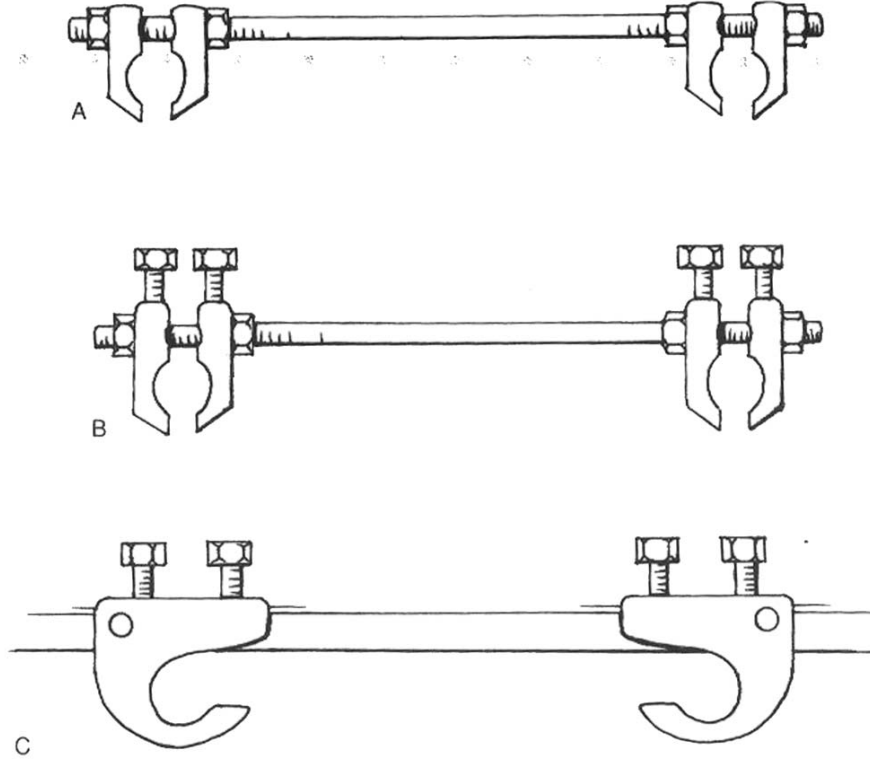
. Çoklu çengellerle oluşturulan bu yeni sistemler, omurganın daha çok noktadan sabitlendiği ve bir kısım çengellerin birbirine ters şekilde yerleştirilmesiyle elde edilen pençe (claw) uygulamaları ve transpediküler vidaların kullanılması, çapraz bağlantı rod ve plaklarıyla daha rijid bir çerçeve oluşturulması, biyomekanik olarak aksiyel yüklenme, eğilme ve torsiyonel momentlere daha dayanıklı bir fiksasyonun oluşturulmasını sağlamıştır. Oluşturulan bu rijid fiksasyon ile korreksiyon kayıpları oldukça azalmış, postoperatif eksternal destek cihazlarının ve gövde alçılarının yapılmasına gerek kalmamıştır (4,73,94,173). Üçüncü nesil spinal implant sistemlerinin öncüsü iki Fransız cerrah olan Yves Cotrel ve Jean Dubousset tarafından geliştirilen Cotrel - Dubousset (CD) enstrümantasyon sistemidir (46).

Yves Cotrel, 1948 yılında genç bir ortopedist iken, Fransa'da Berck – Plage kentinde Calot

enstitüsünde çalışmaya ve özellikle Pott hastalığı ile uğraşmaya başlamıştır. O yıllarda Pott hastalığı, Callot tarafından tarif edildiği üzere, gövde alçısı ile tedavi ediliyordu. 1953 yılında Cotrel, turn-buckle alçısı ile Stagnara yöntemiyle deformitelerin korreksiyonuna başlamıştır. Bu yöntemde, maksimum korreksiyon elde edildiğinde, alçıda açılan pencereden eğriliğin füzyonu yapılıyordu (46).

1958 yılında, Cotrel, 6 aylık bir fellowship programı için, John Cobb'un desteğiyle Amerika Birleşik Devletlerinde, New York Özel Cerrahi Hastanesine gitmiştir. Bu program sırasında Cotrel, California Pasedana'da bulunan Risser'in yanına gitmiş ve ondan idiopatik skolyozda uyguladığı yöntemi öğrenmiştir (46).

Houston'da katıldığı bir toplantıda Paul Harrington ile tanışmış ve ondan çok etkilenmiştir. New York'a döndüğünde, John Moe ve Walter Blount ile çalışma olanağı bulmuştur. Takip eden 15 yıl içinde Cotrel, bir çok yeni teknik geliştirmiştir. Bunlardan biri 1958 yılında uygulamaya başladığı idiopatik skolyozun pasif kuvvetlerle alçı içinde düzeltme tekniği olan EDF tekniğidir. 1964 yılında idiopatik skolyozu olan hastalara, alçı dışında, ameliyat masasında iken traksiyon uygulayarak iliak otolog greftlerle füzyon yapmıştır. Cotrel'in skolyoz cerrahi tedavisinde ilk geliştirdiği implant HRSF sistemiyle birlikte kullandığı transvers bağlantı cihazı (device for transverse traction – DTT)'dir. 1972 ile 1975 arası bu çapraz bağlantı ile ameliyat ettiği hastaların sonuçları üzerinde çalışmış ve sonuçları yayınlamıştır. Bu sistemi kullanarak opere ettiği hastalarda değişik sürelerle postoperatif alçı uygulamasının farklarını araştırmıştır. Apikal bölgede uygulanan DTT bağlantıları ile 4 ay süre ile gövde alçısı uygulamasının füzyon oluşması için yeterli olduğunu saptamıştır (Şekil-12) (46).



**Şekil 12.** CD sisteminde başlangıçtan günümüze uygulanan transvers bağlayıcı (DTT) sistemleri

1975 yılında geçirdiği kalp krizinin ardından arrest olmuş, başarılı bir resüstasyon sonrası yeniden hayata dönmüştür. Operasyonlar sırasında çok yorulan Cotrel, elektrokoterlerin kalp pilini etklediği için cerrahi tamamen bırakmış ve malûlen emekli olmuştur. Cotrel bundan sonraki hayatını, idiopatik skolyoz konusunda yazılan her şeyi okuyup, araştırmakla geçirmiştir<sup>(46)</sup>.

Skolyotik eğriliğin düzeltilmesi için uygulanan cerrahi tedavinin tek planlı bir düzeltmeyi hedeflediğini, fakat örneğin HRSF uygulamasıyla sagittal konturlarda da değişiklikler ortaya çıktığını fark etmesi üzerine eğriliğin üç düzlemli bir deformite olduğu fikri ile üç planlı bir düzeltmenin idiopatik skolyozun gerçek tedavisi olabileceğini düşünmüştür. Diğer taraftan bu ameliyatlardan sonra uzun dönem alçı uygulamasının, sahip olduğu komplikasyon

riskleri ve hastaların toleransının düşük olması gibi sorunların halihazırdaki cerrahi tedavinin en önemli problemlerinden biri olduğunu saptamıştır. Sonuç olarak, Cotrel'e göre, öyle bir enstrümantasyon sistemi olmalıdır ki, bu sistem, hem eğriliği üç planda da düzeltebilmeli, hem de öyle rijit olmalıdır ki, postoperatif gövde açısına gerek göstermemelidir. Bu sorunların çözümüne yönelik çalışmak üzere, Cotrel küçük bir üretici firma olan Sofamor'dan destek istemiş ve bu firmanın çatısı altında araştırmalarına başlamıştır<sup>(46)</sup>.

1978 yılında, Harrington rodunun orta kısmını pürüzlü hale getirip, proksimal ucunu yeniden dizayn etmiştir. Daha sonra distal ucunu, Moe'nun önerdiği gibi kare haline getirmiştir. Cotrel, pediküle yerleştirilen çatal uçlu yeni bir çengel geliştirmiştir<sup>(46)</sup>.

1980 yılında Arkansas'da bir toplantıda, Eduardo Luque ile tanışmış, ilgisini çeken bu yeni sistemi, bir süre Kentucky'de Leatherman'ın yanında kalarak öğrenmiştir. Cotrel, bütün seviyelere tel yerleştirme fikrine sıcak bakmamış, yeni geliştirdiği çengellerle yeni bir segmenter spinal implant geliştirmeyi kafasına koymuştur <sup>(46)</sup>.

1982 yılında, Cotrel, tüm yüzeyi elmas biçiminde çıkıntılara sahip pürüzlü bir rod geliştirdi. Özel açık ve kapalı çengeller dizayn etmiştir. Fransız Devlet Test kurumu, Cotrel'in bu yeni buluşlarıyla ilgilenmiş, implantlar test edilip, patent verilmiştir <sup>(52,54)</sup>. Cotrel, bu yeni sisteme "Evrensel Enstrümantasyon" (Universal Instrumentation) adını verdi. Cotrel, bu çalışmaları dolayı, ailesi ile birlikte Paris'e taşındı. Burada daha önce Berc-Plage'de birlikte çalıştığı Jean Duboueset'e enstrümantasyon sistemini gösterdi. 23 Aralık 1982'de sistem, Duboueset tarafından Friedreich Ataksili bir hastaya uygulanmıştır. Postoperatif alçı uygulanmayan hastada ciddi korreksiyon kayıpları olduğu saptanmıştır. 1983 yılına kadar sistem 13 hastaya daha uygulandı. Bu sırada sistemle sadece eğriliğin üst ve alt uç omurlarına, intermediet omurlara ve apikal omura konan çengellere distraksiyon yapılıyordu, derotasyon uygulanmıyordu. Aynı günlerde sistemi öğrenen Guillaumat da Paris'te St Joseph hastanesinde operasyonlara başlamıştır. Sisteme artık Cotrel - Duboueset enstrümantasyonu denmeye başlanmıştır <sup>(46)</sup>.

Cotrel ve Duboueset, Sofamor firmasına yaptıkları çalışmalarda, birçok açık ve kapalı çengeller ve vidalar daha geliştirmişlerdir. Çengeller iki adet vida ile rodlarda tespit ediliyordu, vida başları kırıldığında çengeller oldukça rijit bir şekilde rodlara fikse ediliyordu.

Cotrel ve Duboueset, 1983 yılının ortalarında, eğriliğin konturuna göre prebend edilen rodun, çengellere yerleştirildikten sonra konkav tarafa doğru döndürüldüğünde, skolyotik eğriliğin düzeldiğini ve sagittal konturların rekonsrükte edildiğini saptamışlardır. Cotrel, Duboueset ve

Guillaumat' tan oluşan ekiple endikasyonları netleştirip, her eğrilik tipi için uygun strateji oluşturup, tekniğin özelliklerinin ve uygulama prensiplerini belirlemişlerdir. 1983 yılında küçük bir grup omurga cerrahının katıldığı lokal bir toplantıda, enstrümantasyonun ilk sonuçlarını sundular. Bu toplantıya katılanlar, CD Uluslararası Grubu (GICD) 'nu oluşturmuştur <sup>(46)</sup>.

İlk CDI uygulamasını, Mayıs 1984 'de Kuzey Amerika'da, Quabec, Kanada'da, Louis Roy tarafından gerçekleştirilmiştir. Eylül 1984'de Ken Leatherman, Louisville, Amerika'da ilk CD enstrümantasyonunu yapmıştır <sup>(46)</sup>.

1984 yılında Duboueset, Kuzey Amerika'da Pediatrik Ortopedi toplantısında Harry L. Shufflebarger ile tanışmıştır. Shufflebarger, 1988'de 6 ay süre ile Paris'te kalmıştır. Takiben sistemin en önemli araştırmacı ve uygulayıcısı olmuş, CD sistemine bir çok yeni korreksiyon stratejisi ve kavramı kazandırmıştır <sup>(46)</sup>.

1988 yılında, sistem, Francis Denis tarafından tüm Dünya'ya tanıtılmış ve çok hızlı bir şekilde tüm Dünya'ya yayılmıştır <sup>(59)</sup>. Japonya, Kore gibi bir çok Uzak Doğu ülkesinde, Kuzey ve Güney Amerika'da ve Avrupa'da en çok kullanılan sistem haline gelmiştir.

1989 yılında yapılan kursa, Türkiye'den iki Türk ortopedist katılmıştır. Bunlar, Ünsal Domaniç ve Ömer Çeliker'di. İlk CD uygulaması, Türkiye'de Dr. Ömer Çeliker tarafından Ankara SSK Hastanesinde, idiopatik skolyozlu bir hastada gerçekleştirilmiştir. Dr. Ömer Çeliker, kendi hastanesinde ilk 6 vakayı takiben, Türkiye'den birçok spinal cerrahın katıldığı, Cotrel ve Duboueset ekibinden Daniel Chopin'nin eğitimciliğinde ameliyathaneden canlı yayınla tekniğin tanıtıldığı bir kurs düzenlemiştir. Birçok geleneksel ilkelere bağlı Türk Omurga Cerrahisi, sistemin devrimsel nitelikteki düzeltici etkisini, şüpheyle karşılayıp karşı çıkmıştır. Ancak, kısa zamanda birçok Türk Omurga Cerrahisi tekniği uygulamaya başlamıştır. Çeliker ve arkadaşları, tekniğin ilk sonuçlarını, 1990 yılında İzmir'de yapılan 1. Uluslararası Omurga Cerrahi

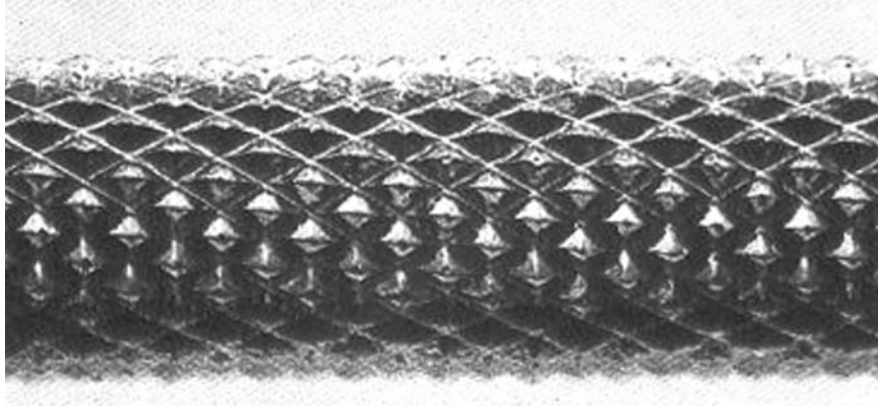


Kongresinde sunmuşlardır <sup>(23,55)</sup>. Daha önce kabullenilmeyen bu sistemin, yaratıcı ekibinden Chopin bu kongrede, Türk Omurga Derneği'nin "Fahri Üyesi" yapılarak onurlandırılmıştır.

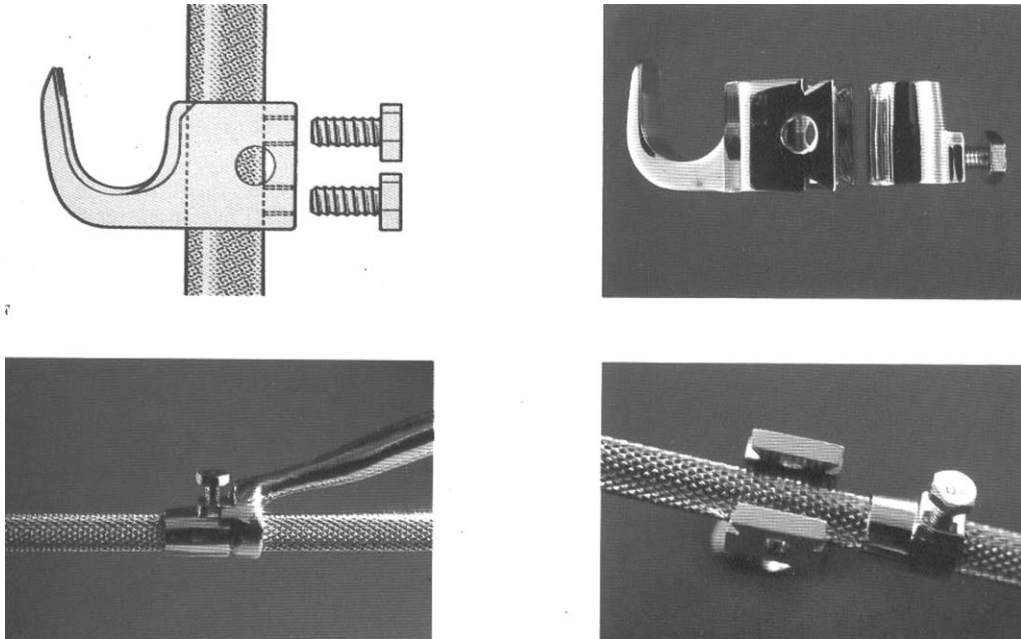
#### - CD Enstrümantasyonu implantları:

CD implantları ilk çıktığında çelik materyaller olup, daha sonra titanyum implantlar da piyasaya sürülmüştür. CD rodları, çapraz yerleşimli çoklu elmas biçimli çıkıntılara sahip, pürüzlü yüzeyli bir roddur (Şekil-13). Çengel ve vidaların kilitleme vidalarının daha iyi tutunması ve derotasyon manevrası sırasında çengellerin

kaymaması için bu şekilde dizayn edilmiştir. Küçük boylardan 50 cm'e kadar farklı boyları mevcuttur. Temel olarak iki çengel tipi vardır. Bunlardan biri açık, diğeri kapalı çengellerdir. Açık çengeller roda bir kilitleyici konnektör aracılığı ile tutturulur (Şekil-14). Kapalı çengeller, rod içinden geçirildikten sonra yerleştirilir. Anatomik olarak ise üç temel çengel vardır: Cotrel'in kendi dizaynı olan pediküler çatal uçlu çengel, ikincisi sublaminar yerleştirilebilen laminar çengel ve üçüncüsü transvers çengel (Şekil-15). Bu çengellerin farklı boy ve açılardaki tipleri de vardır <sup>(46,52,54)</sup>.

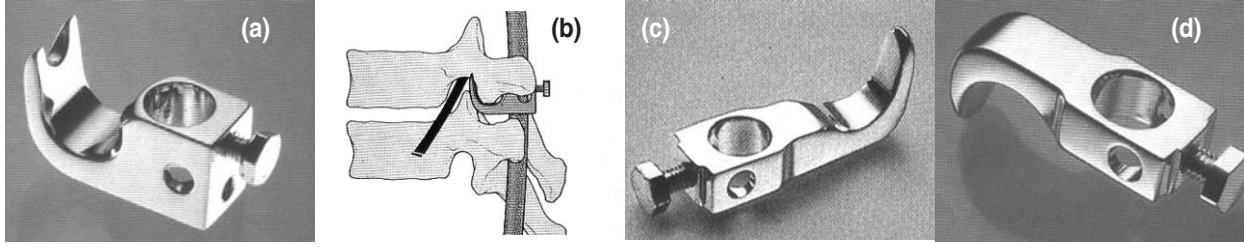


Şekil 13. Elmas şeklinde çıkıntıları bulunan CD rodu



Şekil 14. CD kapalı çengelleri ve açık çengellerinin roda fiksasyonu





**Şekil 15.** a. CD sisteminde kullanılan pediküler çengel, b. Pediküler çengelin yerleştirilmesi, c-d. CD transvers çengelleri

Torasik çengellerin papuçları, lomber çengellere nazaran daha dardır. Bunun dışında açık ve kapalı çeşitli çap ve boylarda transpediküler vidalar da sistemde yer almaktadır. Çapraz bağlantılar yine Cotrel'in dizaynı olan DTT sistemidir. İlk çıkan yivli barlar yerine, daha sonra sistemde, DTT'ler için rektangüler düz barlar kullanılmıştır (Şekil-12). Özellikle konveks tarafta eğriliğin üst omurunda bir transvers ve bir pediküler çengel ile transversopediküler pençe yapılarak, implant yetmezliği önlenmektedir <sup>(46,52,54)</sup>.

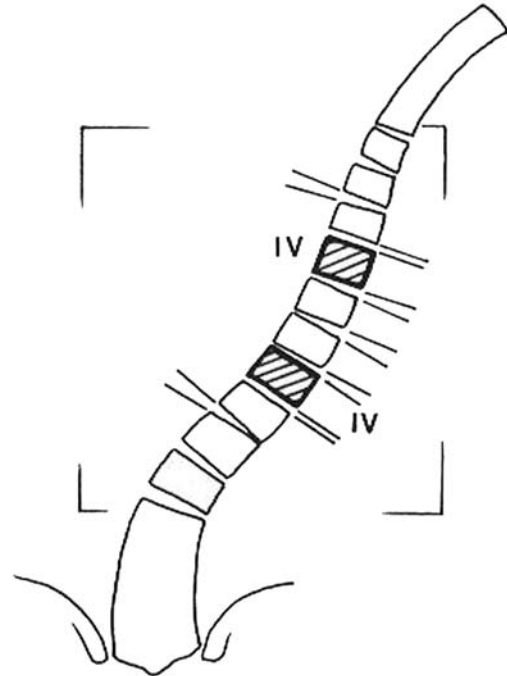
CD enstrümantasyon sisteminin biyomekanik testleri, 1983 yılında, Bonnel tarafından, Montpellier Biyomekanik Araştırma Laboratuvarında yapılmış ve 1986'da rapor edilmiştir. Sistemin, HRSF dışında, Luque-SSI, Wisconsin ve Harri-Luque sistemleriyle yapılan karşılaştırılmasında, aksiyel yük kompresyona Luque sistemi kadar, bending ve torsiyonel yüklenmelere ise diğer sistemlerin çok üzerinde dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Roach ve Ashman'ın yaptığı çalışmalarda CD sisteminin mevcut tüm sistemlerden, tüm momentlerde, daha dayanıklı olduğu gösterilmiştir <sup>(46,52,54)</sup>.

#### - Stratejik omurların belirlenmesi ve uygulama tekniği:

İdiopatik skolyozda, CD uygulamasında stratejik omurların belirlenmesi büyük önem taşır. Ayakta ve yatarak eğilme grafilerine bakılarak 4 tip omur belirlenir. Bunlar: eğriliğin tepe (apeks) omuru (AV), intermediet (ara)

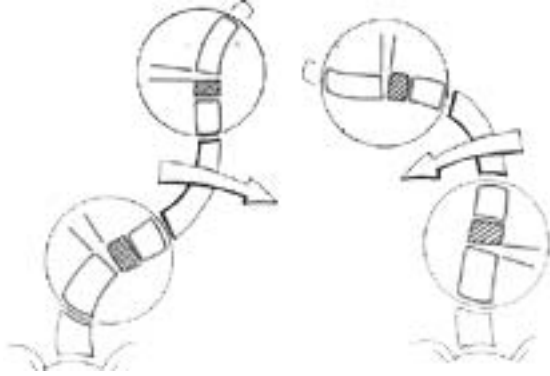
omurlar (IV), eğriliğin üst ve alt son (end) omurları (UEV – LEV) ve nötral omurlar (NV) <sup>(46,52,54)</sup>.

Apikal omur majör eğriliğin en çok rotasyone olan omurudur. Eğriliğin apeksi bir disk aralığı ise bu aralığın üstündeki omur, tepe omur olarak seçilebilir. Nötral omur, eğriliğe katılmayan ancak eğriliğe hemen komşu olan hiç rotasyon olmayan omurdur. Cotrel'e göre; ara omurlar eğriliğin üst ve alt kollarının tam ortasındaki omurlar değildir. Eğilme grafisinde sert segmentin üst ve alt ucunda yer alan, gerçek eğriliği oluşturan omurlardır (Şekil-16) <sup>(46,52,54)</sup>.

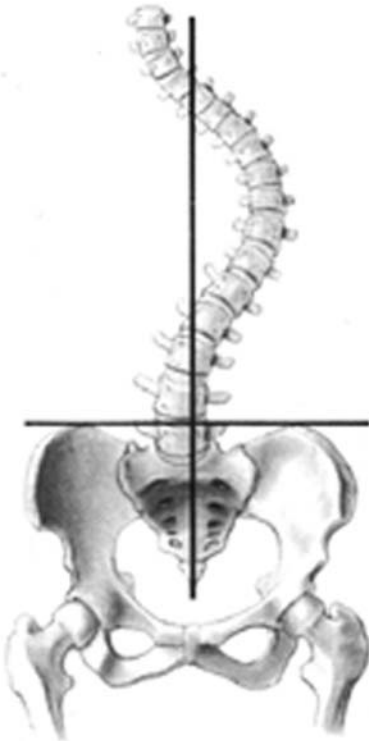


**Şekil 16.** Eğilme grafisinde ara omurların (IV) tespit edilmesi.

Son veya uç vertebralar ise, eğriliğe katılan üst ve altta yer alan omurlardır. Bu omurlar, eğilme grafilerinde, her iki yöne açılan disk aralığına komşu eğrilik içinde yer alan omurdur (Şekil-17). UEV ve LEV, ayrıca Harringtonun önerdiği gibi midsakral hattın ikiye böldüğü omurlar olarak da belirlenebilir (Şekil-18) <sup>(46,52,54)</sup>.

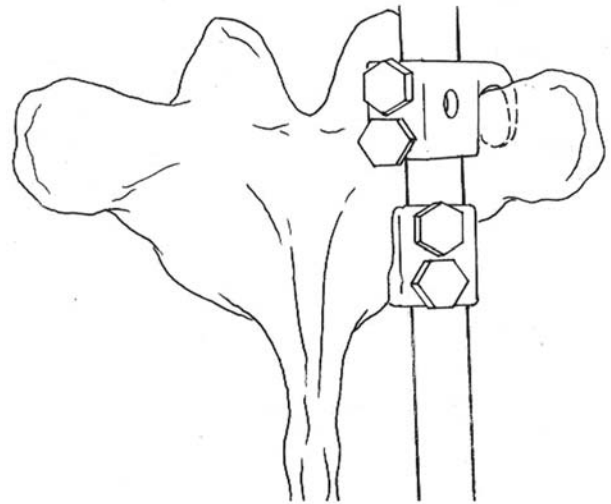


**Şekil 17.** ECotrel'e göre sağa ve sola eğilme grafilerinde eğriliğin üst ve alt son omurlarının tespit edilme yöntemi

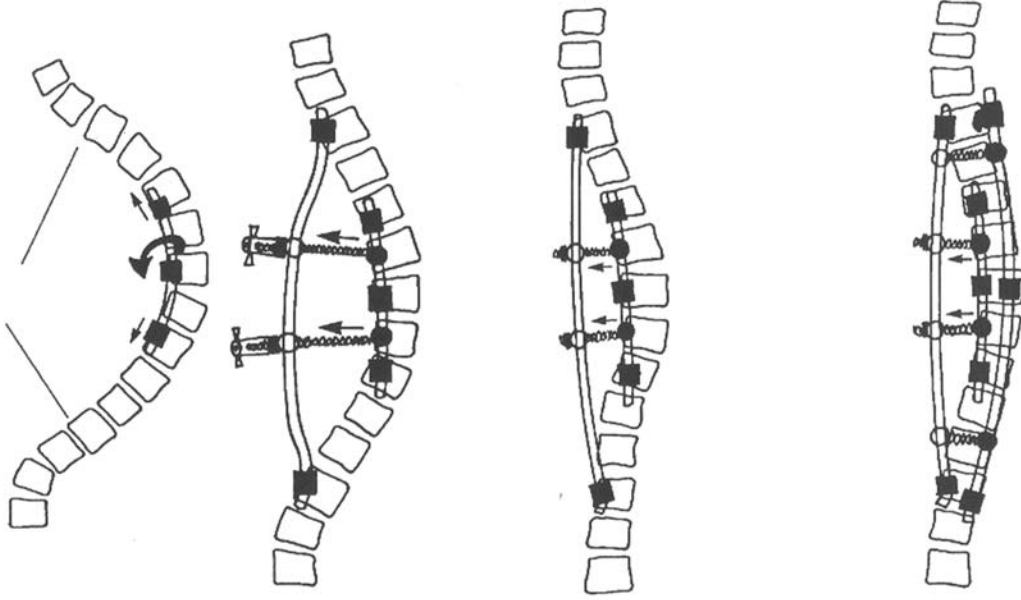


**Şekil 18.** Uç vertebraların Harrington'a göre tespit yöntemi: Midsakral hattın ikiye böldüğü eğriliğe katılan omurlar uç vertebralar olarak belirlenmektedir.

İdiopatik skolyozda, üst uç omur güvenli bir şekilde fikse edilmelidir. Hem konkav tarafta hem de konveks tarafta birer pediküler çengel yerleştirilmeli, konveks tarafta transversopediküler pençe yapılmalıdır (Şekil-19). Tepe omurda mutlaka konveks tarafta bir pediküler çengel yer almalıdır. Ara omurlara konveks tarafta birbirine zıt yönde çengeller yerleştirilir ve sert omurlar olan bu omurların korreksiyon momenti içinde yer alması sağlanmalıdır. Alt omurlar T12 altında yer alıyorsa vida ile tespit tercih edilmelidir. Korreksiyon esnasında ara omurlara (IV) minimal distraksiyon uygulanarak derotasyon esnasında çengellerin yerinden çıkması önlenmelidir. Derotasyon manevrası sadece fleksibl eğriliklerde uygulanabileceği ve etkili olabileceği unutulmamalıdır. Eğrilik rijid bir eğrilik ise öncelikle traksiyon veya anterior gevşetme ile daha fleksibl hale getirilmelidir. Bu mümkün olmuyorsa rijit segment önce kısa bir rodla tespit edilip, derote edilen uzun rodla DTT'ler aracılığı ile yaklaştırılmalıdır (Şekil-20) <sup>(46,52,54)</sup>.



**Şekil 19.** Transversopediküler pençe uygulaması



**Şekil 20.** Rijid Tip II eğriliklerde CD enstrümantasyonu ile konkav tarafta çift rod uygulaması

CD rodları üzerinde hem distraksiyon, hem de kompresyon uygulamak mümkündür, değişik eğrilik tiplerine göre uygulanacak bu manevralar

sıra ile yapılmalıdır (Şekil-21). Rodlar mutlaka normal fizyolojik sagittal konturlara göre prebend edilmelidir <sup>(46,52,54)</sup>.



**Şekil 21.** Tip III eğriliklerde CD planlaması

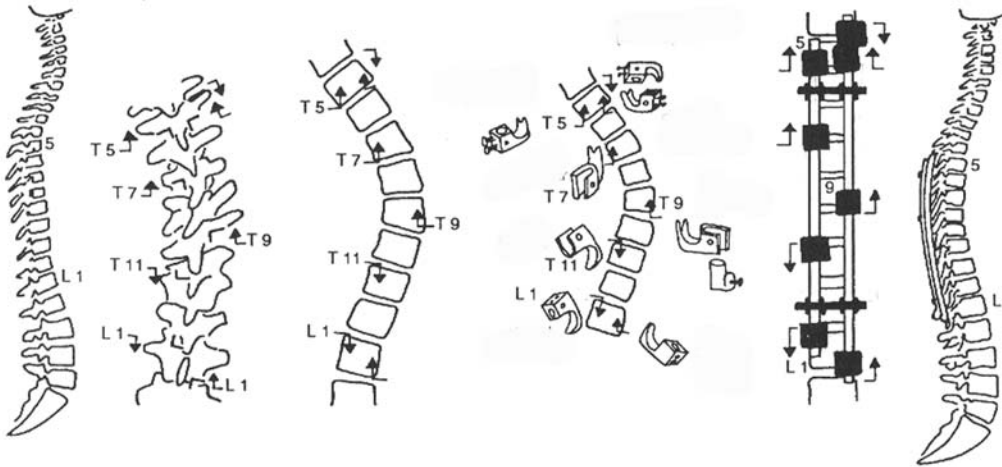
Frontal plandaki düzeltme planlanırken, sagittal planda posteriodan uygulanan distraksiyonun lordotik, kompresyonun ise kifotik etkide bulunacağı akıldan çıkartılmamalıdır. Distraksiyon çengellerin yerinden çıkmaması veya daha iyi yerleştirilmesi dışında düzeltici etki olarak düşünülmemelidir. Gerçi minimal de olsa uygulanan distraksiyon hafif bir düzeltici etkide bulunur ama bu gerçek düzeltici manevra olarak düşünülmemelidir. Kompresyon torakal bölgede sagittal planda hiperkifoz var ise sadece apikal bölgede uygulanabilir, lomber bölgede lordozun rekonstrüksiyonu için kompresyon tercih edilmelidir. Çoğu idiopatik skolyotik hastanın torakal bölgesinde hipokifoz veya lordotik patern ve lomber bölgede lordozda azalma olduğu için, torakal bölgede distraksiyon, lomber bölgede kompresyon tercih edilmelidir <sup>(46,52,54,59)</sup>.

Çift majör eğriliklerde, geçiş vertebraı hem konkav hem de konveks taraftan fikse edilmelidir. Kuvvet açık disk aralığına uygulanmalı, kapalı disk aralıklarına uygulanmamalıdır. Disk aralıklarına uygulanan aşırı ters kuvvetlerin pençe yapılırken uygulanması disk aralığında kapanma ve disk hasarı problemlerine yol açabileceği akıldan çıkartılmamalı, postoperatif kontrol edilmelidir <sup>(46,52,54,59)</sup>.

### - Idiopatik Skolyozda CD stratejileri ve uygulamaları:

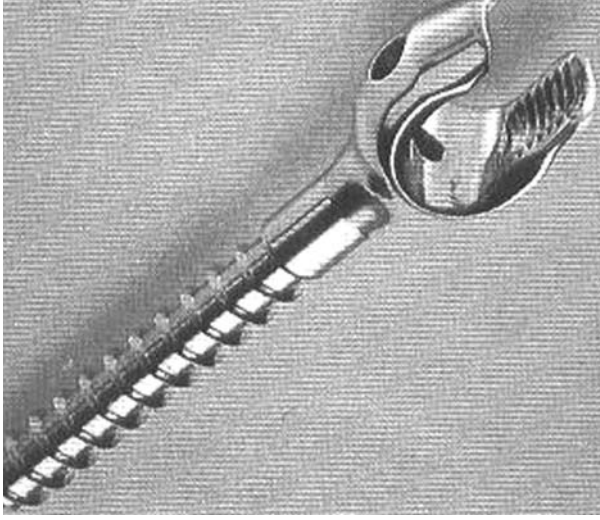
CD enstrümantasyonu ile eğrilik tiplerine göre stratejiler, 1988 yılında Denis tarafından yayınlanmıştır <sup>(59)</sup>. Cotrel ve Dubousset, bu stratejileri kendi yayınlarında ve nihayet teknik rehber kitaplarında ayrıntılı olarak açıklamışlardır <sup>(54)</sup>. 1990'lı yılların ikinci yarısından sonra da Textbook'larda teknik ayrıntılar yer almıştır <sup>(46,52,73)</sup>. CD enstrümantasyonu stratejilerini temel olarak King Moe (KM) sınıflamasına göre yapmıştır <sup>(106)</sup>.

Tek fleksibl sağ torasik eğriliklerde, yani KM – Tip III eğriliklerdeki strateji diğer eğriliklere uyarlanan temel stratejidir. Önce konkav tarafın çengelleri yerleştirilir. Konkav tarafta UEV'ya ve apeksin üstünde yer alan IV omurlara yönü yukarı olan pediküler çengeller yerleştirilir. UEV'de kapalı, IV'de ise genellikle açık çengeller tercih edilir. Apeksin altındaki IV'ya sublaminar aşağı doğru bir çengel yerleştirilir (Şekil-22). LEV'e yine bir sublaminar çengel veya LEV, T12 veya altında ise bir vida yerleştirilir (Şekil-23). Önceden normal sagittal konturlara göre prebend edilmiş rod çengellerden geçirilir. İki adet rijit rod tutucu ile rod apeks civarından tutulup, IV'lara konulan çengellere hafif distraksiyon uygularken, çok yavaş olarak rod, konkav tarafa doğru döndürülür (Şekil-24). Her adımda rijid rod tutuculardan biri konveks tarafa bükülü olacak şekilde yerleştirilirken, derotasyon kaybı olmaması için diğeri yerinde bırakılır ve daha sonra gevşetilip diğeri ile aynı pozisyona alınır <sup>(46,52,54,59)</sup>.

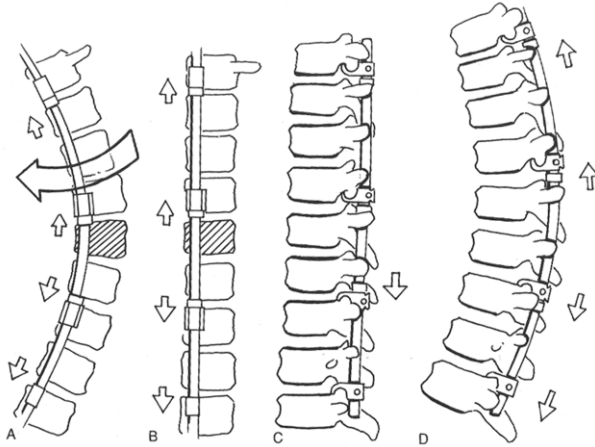


Şekil 22. Tip III eğriliklerde stratejik omurlara çengel yerleştirilmesi ve uygulanacak manevraların sıralaması





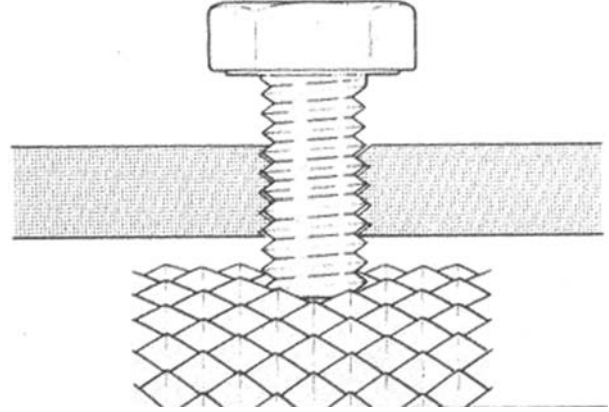
**Şekil 23.** CD sisteminde kullanılan lale (tulip) şeklindeki vidalar



**Şekil 24.** Derotasyon manevrasının uygulanışı

Derotasyon roda verilen konturlar tam olarak sagittal plana gelince ve üstten bakıldığında rodler tam düz hale geldiğinde derotasyona son verilir. Son kez çengellere distraksiyon ile omurgaya tutunmaları sıkılaştırılıp çengeller ve vida üzerinde vidalar sıkılır, vida başları kırıldığında çengeller tam olarak roda fikse edilmiş olur (Şekil-25). Daha

sonra konveks tarafa geçilir. Konveks tarafta UEV'de transversopediküler pençe yapılacak şekilde transvers ve pediküler çengeller aynı omura birbirine bakacak şekilde ters olarak yerleştirilir. Bu çengellerin kapalı olması tercih edilir (46,52,54,59).

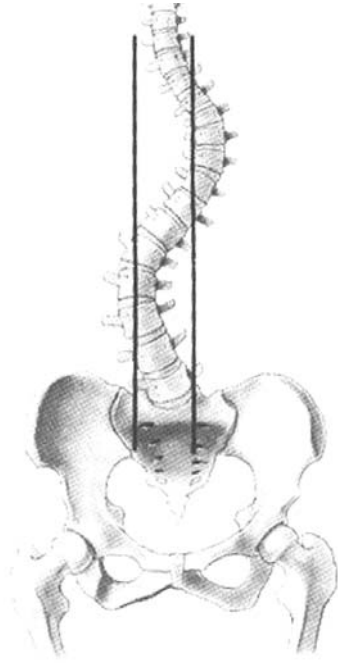


**Şekil 25.** CD sisteminde çengellerin roda vida ile fiksasyonu

Apekse yukarı doğru bir adet pediküler ve LEV'e bir adet sublaminar çengel veya transpediküler vida konulur. Daha sonra yine sagittal konturlara göre prebend edilmiş uygun uzunluktaki rod çengellere geçirilip, yukarıda pençeye kompresyon, apekteki çengele distraksiyon ve distaldeki çengele yine yukarı doğru distraksiyon uygulanıp çengeller kitlenir. Daha sonra da her iki rod yukarıda İV omurların üstünde bir seviyeden ve aşağıda altında bir seviyeden DTT'lerle birbirine bağlanır ve rijid bir çerçeve elde edilmiş olur (Şekil-24) (46,52,54,59).

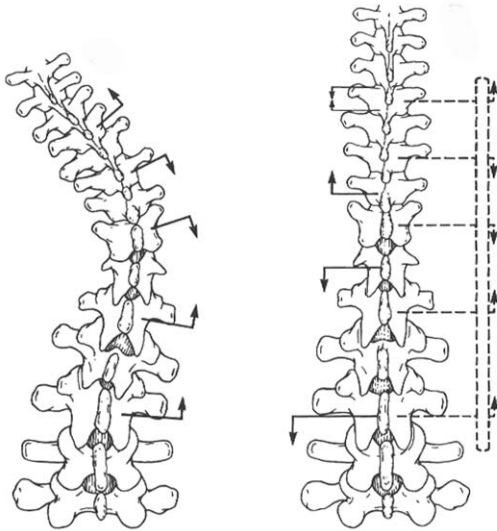
Pediküler çengel uygulanmayan tüm seviyelerde faset füzyonunu takiben tam bir dekortikasyonu takiben otolog greftlerle posterior füzyon uygulanır Füzyon sahasının belirlenmesi için Harringtonun stabil zonu kullanılır (Şekil-26) (46,52,54,59).





**Şekil 26.** Harrington tarafından füzyon yapılması önerilen stabil zon

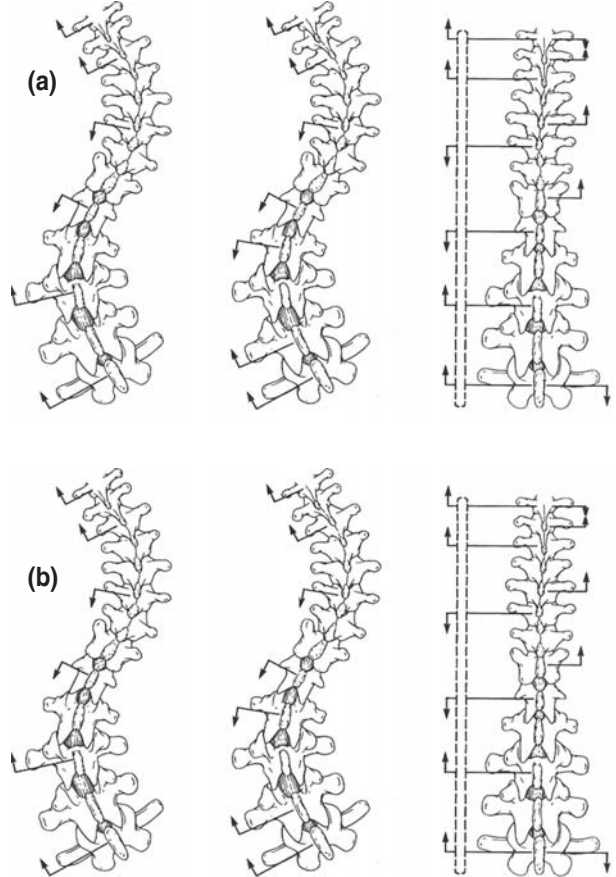
Tip IV eğriliklerde planlama tamamen aynıdır. Tek fark lomber bölgedeki çengel vidalara rodların bastırılarak sokulması böylece lomber lordozun kaybolmasının engellenmesidir (Şekil-27) <sup>(46,52,54,59)</sup>.



**Şekil 27.** Tip IV (torakolomber) eğriliklerde CD planlaması

Çift majör eğriliklerde, torakal bölge için aynı planlama uygulanırken lomber bölgedeki eğriliğin apeksine komşu IV omurlara konulan

çengellerle kompresyon uygulanır (Şekil-28.a-b). Konveks tarafta da torakal strateji aynıdır. Lomber bölgede ise distraktif moda çengel ve vidalar yerleştirilir. Derotasyonu takiben yine iki adet DTT ile çerçeve sağlanır <sup>(46,52,54,59)</sup>.

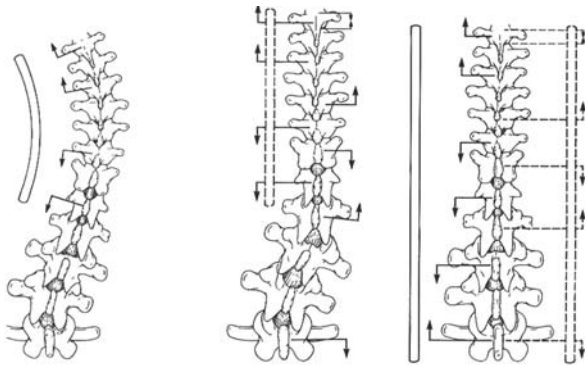


**Şekil 28.** Çift majör eğriliklerde (a) planlama ve (b) CD enstrümantasyonu uygulanması

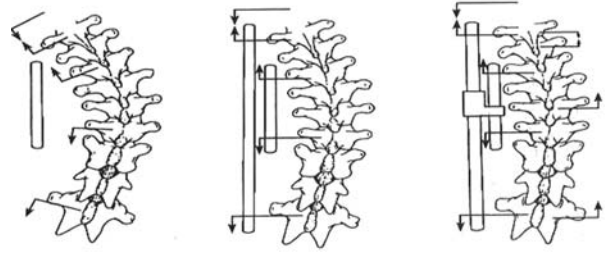
Tip II eğriliklerde, eğer lomber bölgedeki eğrilik fleksibl ise King'in önerdiği gibi sadece torakal eğriliğe Tip II'de olduğu gibi aynı strateji uygulanır <sup>(46,52,54,59)</sup>. Tip II eğriliklerle ilgili özellikle Lenke ve arkadaşlarının çalışmaları, özellikle 40° üzeri lomber eğriliklerde, King'in ileri sürdüğü gibi spontan düzelmenin oluşması beklenmesi gerektiği ve selektif füzyonun tercih edilmesi yolundadır <sup>(116-119)</sup>. Benli ve arkadaşlarının çalışmalarında özellikle lomber eğrilik 30° üzerinde ise

spontan düzelmenin olmadığı ve dekompanzasyon gelişme ihtimali nedeniyle enstrümantasyonun lomber bölgeyi içine alması gerektiği bildirilmiştir<sup>(28)</sup>. Richards ve arkadaşlarının derotasyon sonrası lomber bölgede ortaya çıkan lordozda azalmanın ve torakolomber bölgede görülen bileşke kifozunun önlenmesi için konkav tarafta karşıt (reverse) çengel paterni tercih edilmelidir. Bunun için LEV'in altındaki NV'ya veya geçiş (transisyonel) omura yukarı doğru bir çengel veya vida yerleştirilmelidir. LEV'e yerleştirilen çengel ile bu çengel arasında kompresyon yapılarak lomber lordozdaki kayıp azaltılmalıdır<sup>(155)</sup>.

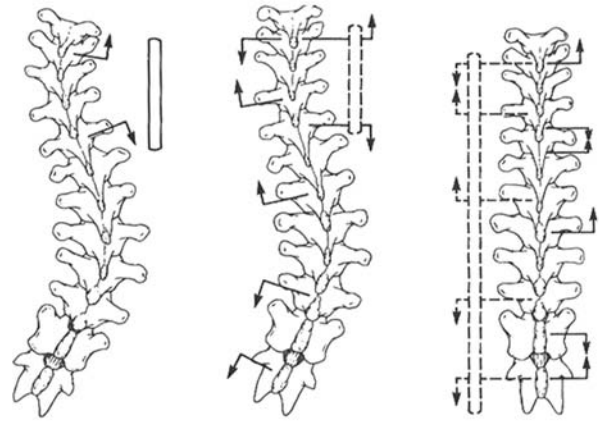
Rijid Tip II eğriliklerde, önce anterior gevşetme daha sonra bir süre traksiyon önerilen yöntemlerden biridir. Daha sonra aynı strateji ve derotasyon manevrası kullanılabilir (Şekil-29). Bu yapılmıyorsa, rijid eğrilik kısa bir rodla IV'lara yerleştirilen distraktif moddaki çengellerle bir miktar distrakte edilip, UEV ve LEV'e yerleştirilen çengeller arası sagittal konturlara göre prebend edilen uzun bir rod yerleştirilip konkav taraftaki bu iki rod DTTler ile birbirine yaklaştırılır, yani translasyon yapılır (Şekil-30)<sup>(46,52,54,59)</sup>. Tip V eğriliklerde konveks tarafta çift rod kullanılır (Şekil-31)



**Şekil 29.** Rijid Tip II eğriliklerde, önce anterior gevşetme daha sonra bir süre traksiyon önerilen yöntemlerden biridir. Daha sonra aynı strateji ve derotasyon manevrası kullanılabilir.



**Şekil 30.** Rijid Tip II eğriliklerde CD planlaması



**Şekil 31.** Tip V eğriliklerde CD planlaması

#### - CD enstrümantasyonu sonuçları:

CD enstrümantasyonu ile frontal planda eğriliklerde % 30 ile % 80 arası korreksiyon oranları elde edildiğine dair yayınlar mevcuttur. Sistemin üç düzlemde de başarılı bir düzeltme yaptığı ve diğer sistemlerle karşılaştırıldığında bu düzeltme oranlarının bariz yüksek olduğu bildirilmiştir. Chopin ve Davis, 1986 yılında idiopatik skolyozda majör eğriliklerde % 68 korreksiyon sağladıklarını rapor etmişlerdir. Kati ve Dubouset, 1987'de % 67 oranında korreksiyon oranı elde ettikleri ve takiplerde ortalama 4° korreksiyon kaybı olduğunu bildirmişlerdir<sup>(46,52,54,59)</sup>.

Bergoin ve arkadaşları, CD uyguladıkları 22 idiopatik skolyozlu hastanın sonuçlarını, HRSF

uyguladıkları 200 hastanın sonuçlarıyla karşılaştırmışlar, korreksiyon oranları ve stabilite açısından CD'nin belirgin olarak üstün olduğunu bildirmişler ve sistemin gerçekten evrensel bir sistem olduğunu ileri sürmüşlerdir <sup>(38)</sup>.

Benli ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu uygulanan 57 hastanın sonuçlarını 1992'de yayınlamışlardır. Preoperatif majör eğriliklerde postoperatif ortalama % 50 oranında korreksiyon sağladıklarını, 2 yıllık takip sonrasında 6.4° korreksiyon kaybı olduğunu rapor etmişlerdir. Hastaların % 54.4'ünde fizyolojik sınırlarda sagittal konturların oluşturulduğu belirlenmiştir. Rib hump deformitesinde % 80 civarında düzelme sağlandığı, hastaların % 61'inde ağırlık çizgisinin orta hatta gelerek dengeli bir eğrilik olduğu saptanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre CD uygulamasıyla frontal ve sagittal planda tüm eğriliklerde yüksek korreksiyon oranları sağlandığı, sistemin rijid bir çerçeve kurarak eksternal destek kullanmaksızın minimal korreksiyon kayıpları ile başarılı bir yöntem olduğu ileri sürülmüştür <sup>(24-25)</sup>.

1993 yılında Benli ve arkadaşları, bu kez CD enstrümantasyonu uyguladıkları ve minimum 2 yıllık takibe sahip 62 hastanın sonuçlarını Dünya Ortopedi Kongresinde sundular. Aynı yıl GICD grubun 1993 sempozyumunda sistemin 3 düzlemlile düzeltme sonuçlarını bildirdiler. En iyi sonuçların Tip III eğriliklerde % 67.4 oranıyla elde edildiği bu gruptaki hastaların % 80'inde normal fizyolojik sagittal konturların sağlandığı ve aksiyel rotasyonda % 25 düzelme olduğu belirlenmiştir <sup>(27)</sup>.

İlk yapılan yayınlarda derotasyon manevrası ile özellikle aksiyel planda Apikal bölgede önemli bir düzelme olduğu ileri sürülmüştür. Benson 1977'de, 1982'de Aaro, HRSF ile hiç ya da minimal derotasyonel bir etkinin oluştuğunu saptamışlardır <sup>(2,35)</sup>.

1987 yılında Nagata ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu ile % 26 civarında derotasyonel etki oluştuğunu, diğer sistemlerle karşılaştırıldığında Apikal bölgedeki derotasyonun 3 kata yakın fazla olduğunu rapor etmişlerdir <sup>(142)</sup>. Akbarnia ve arkadaşları CD uyguladıkları 33 vakada ise bu oranı % 22 civarında bulmuşlardır <sup>(3)</sup>.

Benli ve arkadaşları, Tip III eğriliğe sahip ve CD enstrümantasyonu ile tedavi edilen 35 hastanın kompüterize tomografi ile aksiyel rotasyon değişikliklerini incelemişlerdir. Sagittal rotasyonun % 23.5 civarında düzeldiği, orta hatta göre düzelmenin % 15.7 olduğunu, en fazla derotasyonel etkinin Apikal omurda olduğunu, bu etkinin son vertebralara doğru azaldığını da göstermişlerdir <sup>(26)</sup>. Akçalı ve arkadaşları, apikal omura uygulanan enstrümantasyonun derotasyonel etkiyi arttırdığını bildirmişlerdir <sup>(5)</sup>.

Bridwell ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu uygulanan 160 idiopatik skolyoz vakasının preoperatif ve postoperatif sagittal plan analizlerini yaptıkları çalışmalarını 1989 yılında sunmuşlardır. Bu çalışmada derotasyonel etkinin torakal bölgede 15° altında hipokifoz olduğunda daha fazla olduğunu ancak bu derece üstünde ve lomber bölgede derotasyonel etkinin çok az olduğunu belirlediklerini rapor etmişlerdir <sup>(41)</sup>.

Labelle ve arkadaşları, CD uygulamalarıyla üç planlı yüksek korreksiyon sağladıklarını, ancak vertebral rotasyonun bu düzeltmede en önemli komponent olmadığını ileri sürmüşlerdir <sup>(111)</sup>. İbrahim ve arkadaşları, CD uygulamaları ile birlikte anılan dekompanzasyon ile hiçbir hastada karşılaşmadıklarını rapor etmişlerdir <sup>(97)</sup>.

Transfeldt ve arkadaşları, frontal ve sagittal planda tatmin edici düzeltme sağlanmasına karşın, torakal bölgede segmental bir rotasyona yol açtığını ve apikal rotasyonun ciddi anlamda

düzeltilemediğini saptamışlardır<sup>(172-175)</sup>. Thompson ve arkadaşları, CD enstrümantasyonundaki derotasyonel etkinin normal vertebral düzeylere de aktarıldığını ve bunun dekompanzasyon sorunlarına yol açtığını ileri sürmüşlerdir. Özellikle torakal kifozun oluşumu ile torakolomber bölgede bileşke kifozu oluştuğunu, lomber bölgedeki kompenzatuvar eğriliklerde artış olabileceğini ileri sürmüşlerdir<sup>(172)</sup>. Shufflebarger ve arkadaşları, 700 vakanın sadece birinde imbalans problemi olduğunu ileri sürmüştür<sup>(161-162)</sup>. Lonstein özellikle rijid eğriliklerde fazla derotasyon uygulamanın normal segmentlerde anormal rotasyonel etki yaratabileceğini rapor etmiştir<sup>(124)</sup>.

Wood ve arkadaşları, 1991 yılında yaptıkları çalışmada, sadece Tip II eğriliklerde, % 25 civarında elde edilen derotasyonel etkinin aslında, 5°-6° olduğunu, Tip II eğriliklerde ise % 1-2 oranında yani bir iki derecelik bir değişikliğin olduğunu, pelvis referans alındığında bu oluşan derotasyonel değişikliğin de minimal olduğunu saptamışlardır<sup>(188)</sup>.

Petit ve arkadaşları, 2004 yılında, 82 idiopatik skolyoza uygulanan CD ve Colorado enstrümantasyonu sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada, intervertebral rotasyonun ortalama transvers planda 4.5° olduğunu, derotasyon uygulamasının rotasyonel merkeze önemli bir etki yapmadığını bildirmişlerdir<sup>(148)</sup>.

Mason ve Carongo, 1991 yılında 17'sinde CD enstrümantasyonu kullandığı 41 vakanın incelenmesinde dekompanzasyon sorunlarının Harrington rod uygulananlara nazaran CD enstrümantasyonu kullanılan hastalarda daha yüksek oranlarda ortaya çıktığını rapor etmişlerdir. CD uygulananlarda % 41 dekompanzasyon ortaya çıkarken, HRSF uygulananlarda bu oran % 4 olmaktadır<sup>(133)</sup>. Gray ve arkadaşları, derotasyonel etkinin eğrilik tipinden bağımsız ve tahmin edilemez olduğunu göstermişlerdir<sup>(77)</sup>.

1996 yılında, Benli ve arkadaşları, ortalama 4 yıl takip ettikleri ve CD enstrümantasyonu ile tedavi edilen 45 idiopatik skolyozdaki imbalans ve dekompanzasyon problemlerini araştırmışlardır. Bu hasta grubunda majör eğriliklerde frontal planda ortalama % 49.6 korreksiyon sağlandığı, en iyi sonuçların % 69.4 oranıyla Tip III eğriliklerde sağlandığını, sadece 1 hastada torakolomber bileşke kifozu gördüklerini, gövde dengesi değerlerinde frontal plandaki ile korele düzelme elde edildiğini saptamışlardır. Gövde dengesinin sağlanması özellikle Tip III eğriliklerde daha fazla sağlanırken rijid eğriliklerde bunun daha güç olduğunu ileri sürmüşlerdir. CD enstrümantasyonunun özellikle Tip IV ve V eğriliklerde derotasyonel korreksiyon stratejisinin yetersiz ve imbalans problemleri yaratabileceğini saptamışlardır. Tip II eğriliklerde revers çengel paterni kullanılarak bileşke kifozunun azaltılabileceğini, Tip III eğriliklerde fazla korreksiyonun ve hatalı preoperatif planlamanın dekompanzasyon ve imbalans sorunlarını yarattığını ileri sürmüşlerdir<sup>(28)</sup>.

Cotrel, bazı stratejik hataların dekompanzasyon ve imbalans problemlerine yol açtığını ifade etmiştir. Bunlar: füzyon sahasının distalde LEV'e, proksimalde UEV'e kadar uzatılmaması, Tip I eğriliklerde torasik eğriliğin enstrümantasyon ve füzyon sahasının dışında bırakılması, LEV'de geniş abartılı bir rotasyonun uygulanması, bazı Tip II eğriliklerde sert lomber eğriliğin füzyon ve enstrümantasyon sahasına dahil edilmemesidir<sup>(54)</sup>.

Behensky ve arkadaşları 2007, yılında yaptıkları çalışmada, Lenke Tip 3C hastalarda, fikse lomber segmentin varlığında, torakal bölgeye yapılan derotasyon manevrasının ve selektif füzyonun dekompanzasyona yol açtığını bildirmişlerdir<sup>(22)</sup>.



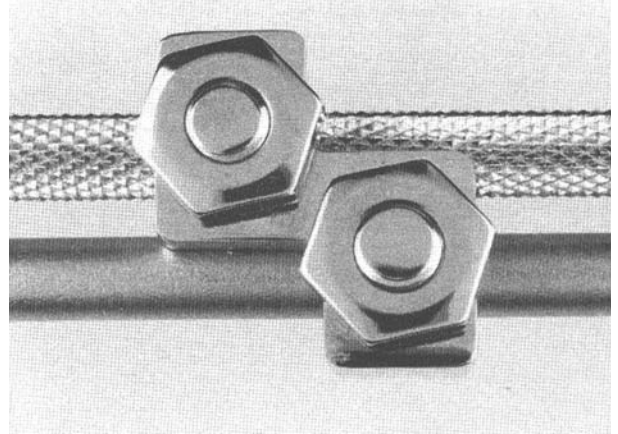
Sonuç olarak, CD enstrümantasyonu ile idiopatik skolyozda, preopretif iyi bir planlama yaparak başarılı bir korreksiyon ve rijid bir fiksasyon yapmak mümkündür. Bunun için frontal plandaki deformitenin agresif düzeltilmesinden çok sagittal konturların rekonstrüksiyonunun önemli olduğu unutulmamalıdır. Frontal denge, frontal düzelmeden daha önemlidir. Örneğin çift majör eğriliklerden sadece birinin tam olarak, diğerinin kısmen düzeltilmesi gövde dengesini tamamen bozacaktır. İki eğrilikte de özdeş artık eğrilik kalması, tam düzeltilmesinden daha iyidir. Alt seviyelerde füzyone edilen omurun horizontalleştirilmesi frontal gövde dengesini açısından çok önemlidir.

Gerçek bir derotasyonel etki yaratmak CD enstrümantasyonu ile mümkün değildir. Oluşan derotasyonel etki kozmetik düzelmeye önemli katkı sağlar, ancak yıllar içinde kaburga hörgüç deformitesi geri dönebileceği unutulmamalıdır. Çoğu bozukluk ve yetmezlik, preoperatif hatalı bir planlama yapmaktan kaynaklanmaktadır <sup>(46,52,54,59)</sup>.

Skolyotik eğrilikte daha yüksek düzelleme oranlarının ve rijit fiksasyonun sağlanması, eksternal destek ihtiyacının elimine etmesi, hospitalizasyon süresini kısaltması, erken mobilizasyon olanağı vermesi ve tatmin edici kozmetik sonuçlar doğurması açısından CD enstrümantasyonu, idiopatik skolyoz tedavisinde çok başarılı bir yöntemdir ve önemli tercihlerden biridir. Ayrıca, bu sonuçlar, birinci ve ikinci nesil enstrümantasyon sistemlerinin terk edilmesini, tüm Dünya'da CD enstrümantasyonunun yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır <sup>(46,52,54,59)</sup>.

## II. TEXAS SCOTTISH RITE HOSPITAL (TSRH) ENSTRÜMANTASYON SİSTEMİ VE ÜÇ NOKTA KİLİTLEME MEKANİZMASI:

Texas Scottih Rite Hastanesi (TSRH) enstrümantasyon sistemi, CD enstrümantasyonu kullanan bu hastanenin doktorlarının DTT sisteminin biyomekanik olarak torsiyonel kuvvetlere zayıf direnci probleminini çözme çabaları sonucunda geliştirilmiştir. Johnston ve arkadaşları, CD sisteminin torsiyonel dayanıklılığını, "croslink plate" adını verdikleri dikdörtgen şeklinde ve rodlara açılan kanallar aracılığı ile kolaylıkla oturan ve somunlarla sıkılan bir plak geliştirmişler ve sonuçlarını 1987 yılında yayınlamışlardır (Şekil-32) <sup>(99)</sup>.



Şekil 32. TSRH sistemindeki çapraz bağlantı (crosslink) plakları

Roda takılan ve "eye bolt" adı verilen konnektörler, somunlarla plağı roda fikse etmektedir. Bu sistem ile roda üç noktadan temas eden bir kilitleme sisteminde doğuşunu sağlamıştır. TSRH doktorları, Herring, Johnston, Richards ve Birch, bu yeni kilitleme sistemi ile birlikte temel olarak CD enstrümantasyonunun bir modifikasyonu olan ve CD ile aynı düzeltici manevraları kullanan yeni bir implantasyon sistemi geliştirdiler ve bu yeni sisteme

hastanelerinin adını verdiler <sup>(17-18,94)</sup>. Biyomekanik çalışmaları Ashman tarafından yapılan sistemin, diğer sistemlerden ve CD'den aksiyel yük kompresyon, eğilme ve torsiyonel kuvvetlere karşı daha dayanıklı olduğu saptanmıştır <sup>(16-17)</sup>.

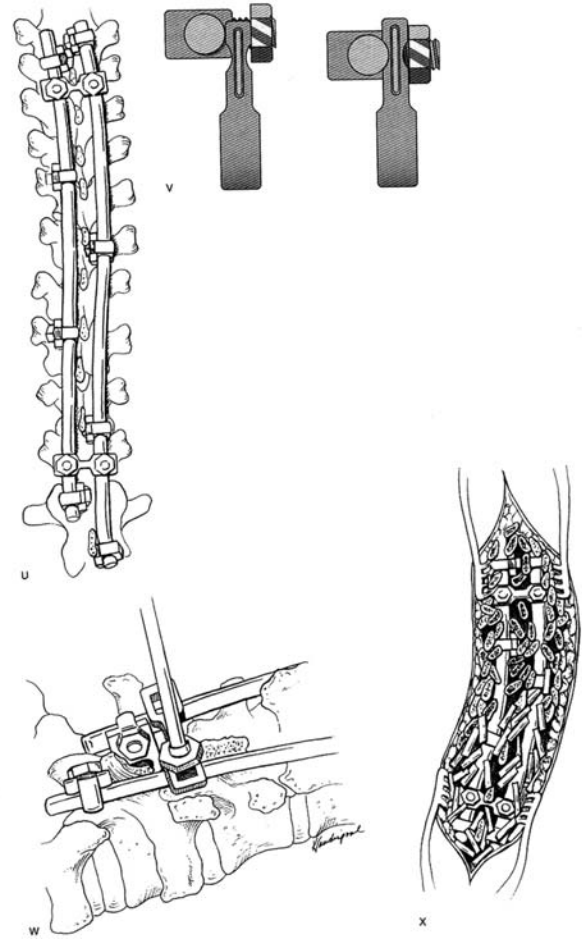
Sistem, 1980'li yılların sonlarında kullanılmaya başlanmış ve ilk sonuçları, 1994 yılında yayınlanmıştır. Richards ve arkadaşları bu yayında, torakal eğriliklerde % 65, lomber eğriliklerde % 48 korreksiyon sağladıklarını rapor etmişlerdir ve sistemin frontal ve sagittal planda tatmin edici düzelme oranları ve minimal korreksiyon kayıplarıyla, idiopatik skolyoz tedavisinde rijid bir çerçeve kurması nedeniyle iyi bir enstrümantasyon tercihi olabileceğini ileri sürmüşlerdir <sup>(156)</sup>.

TSRH enstrümantasyonu bir çok Avrupa ülkesinden önce, 1990 yılında Türkiye'de Dr. Benli, Dr. Kış ve Dr. Tüzüner'den oluşan bir ekip tarafından, idiopatik skolyoz tedavisinde, ilk kez SSK Ankara Hastanesinde uygulanmıştır. Bunu takip eden 1 yıl içinde TSRH enstrümantasyonu 20 idiopatik skolyoz hastasına uygulanmıştır. Aralık 1991 tarihinde, Dr. Benli, Dallas'a gitmiş, Dr. Herring ve arkadaşlarıyla bir süre çalışmış, Ashman'ın biyomekanik laboratuvarındaki çalışmalara katılmıştır. Benli ve arkadaşları, idiopatik skolyozdaki TSRH uygulamalarına ait ilk sonuçları, 1994 yılında yayınlamışlardır <sup>(107)</sup>. Sistem, daha sonra, CD'den sonra Türkiye'de en çok kullanılan sistem olmuştur.

#### - TSRH enstrümantasyonu ve uygulama teknikleri:

TSRH sisteminde temel olarak CD planlaması kullanılır (Şekil-33). TSRH enstrümantasyonu yukarıda belirtilen crosslink plakları ve üç nokta kilitleme

mekanizması dışında CD enstrümantasyonundan en önemli farklarından biri, metal püskürtme yöntemiyle pürüzlü hale getirilen sert ve yumuşak tipte olan ve 6-7 mm çaplarında dizayn edilen rodlardır. Rodların en önemli özelliklerinden biri distal uçlarının hegzagonal olması buna uyan bir somun anahtarı ile derotasyon esnasında kolaylıkla roda hakim olunabilmektedir <sup>(18,94,101)</sup>.

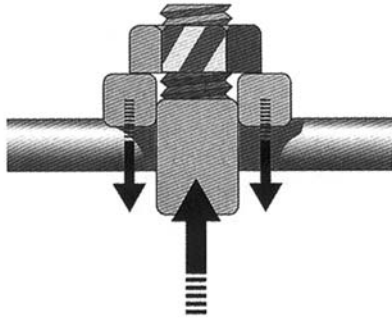


Şekil 33. TSRH sistemindeki üç nokta kilitleme sistemi ve enstrümantasyon uygulaması

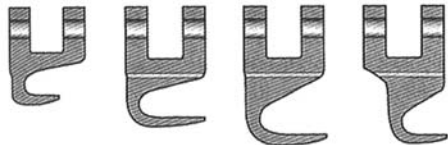
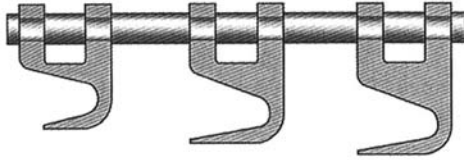
Çengel ve vidalar eye bolt adı verilen rod konnektörlerine geçirilen somunlarla üç nokta

prensibine göre fikse edilmektedir (Şekil-34). Bu somunlar çengel vidaları sabit tutan aletler yardımıyla tutulurken, torklu somun sıkıcılarla tam manasıyla rijid bir şekilde roda fikse edilebilmektedir. Eye boltlar rod üzerinde hafif

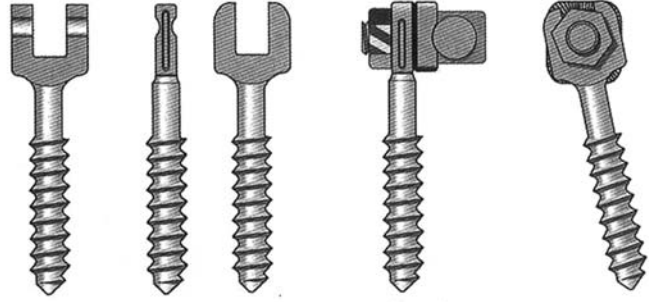
sıkıldığında, rodler pürüklü bir yüzeye sahip olduğundan derotasyon esnasında, CD enstrümantasyonunda olduğu gibi hookların distraktif moda tutulmalarına gerek kalmamaktadır<sup>(18,94,101)</sup>.



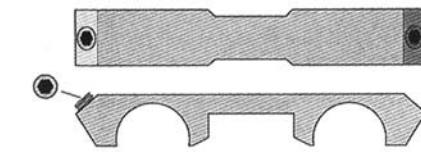
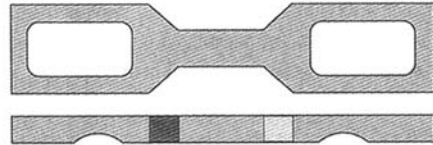
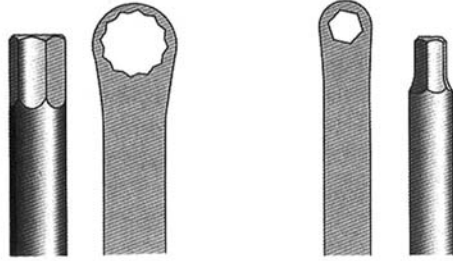
### 3 nokta kilitleme



### Çengeller



### Vidalar



### TSRH enstrümantasyonu

Şekil 34. TSRH sistemi çengel ve vidaları

Pediküler çengeller, anatomiktir, özellikle torakal pediküler hooklar torakal bölgeye özel olarak dizayn edilmiş ve CD enstrümantasyonunda görülen bazen nörolojik defisite yol açan çengelin migrasyonu bu yolla elimine edilmiştir. Pediküler ve laminar yol göstericiler, çengelin şeklinde olup, bu yol göstericilerin kanala girme ihtimali yoktur. Diğer önemli fark CD'deki tulip vidaları yerine yine aynı mekanizmayla roda bağlanan pediküler vidaların dizaynıdır. Alt lomber bölgede kullanılmak üzere özel dizayn lomber çengelleri vardır, bu çengeller distalde vidaların yerinden çıkmasını (pull out) engellemek üzere kullanılmaktadır. Önce çift bacaklı olarak dizayn edilen çengel ve vidalar, daha sonra daha az düşük profilli ve tek bacaklı olarak geliştirilmiştir (Şekil-34). Birkaç yıl içinde sistemin titanyum versiyonu kullanıma geçmiştir. Böylelikle daha rijid ve MR uyumlu ilk sistem olmuştur <sup>(18,94,101)</sup>.

Titanyum TSRH setinin kullanıma geçmesiyle, pediküler vida bağlantıları yaklaşık 30° açılanmaya müsaade edecek şekilde oynar eye boltlar ile tutturulmaya başlanmıştır. TSRH sisteminin de CD gibi pediatrik seti mevcuttur <sup>(18,94,101)</sup>. TSRH sistemi ABD'de, Avrupa'da ve Uzak doğuda CD kadar kullanım alanı bulamamıştır. TSRH üreten firmanın, CD üreten firmayı satın almasıyla her iki sistemde Dünya yüzeyinde yaygın kullanım olanağı bulmuştur. Ne var ki, günümüzde TSRH sistemi üretimden kalkmıştır. 2005 yılında TSRH Silo sistemi adı altında yeni bir dizaynı geliştirilmiş ve kullanıma geçmiştir.

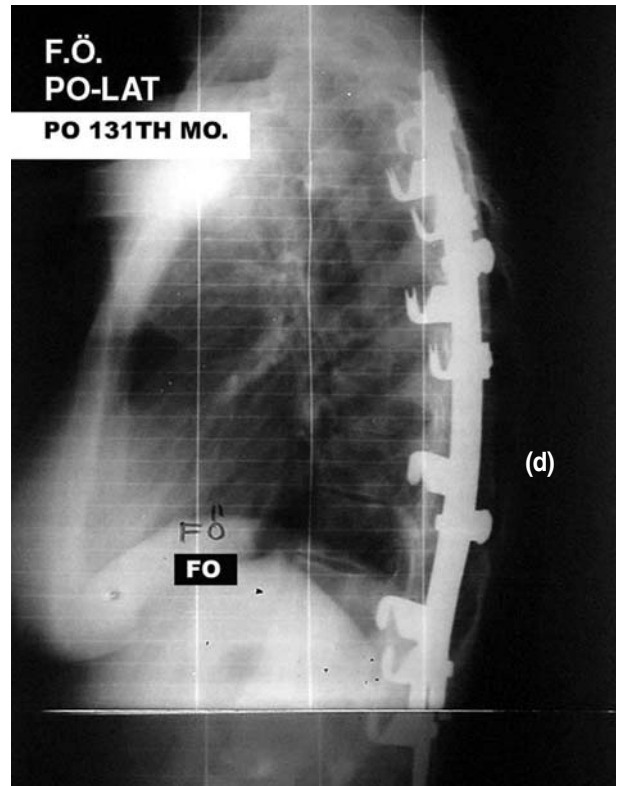
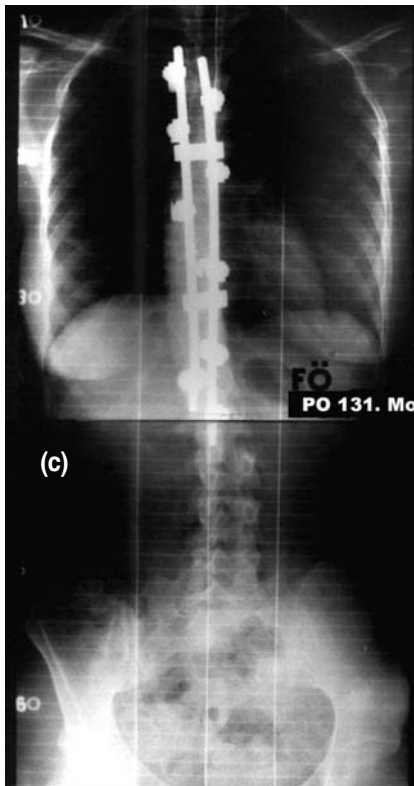
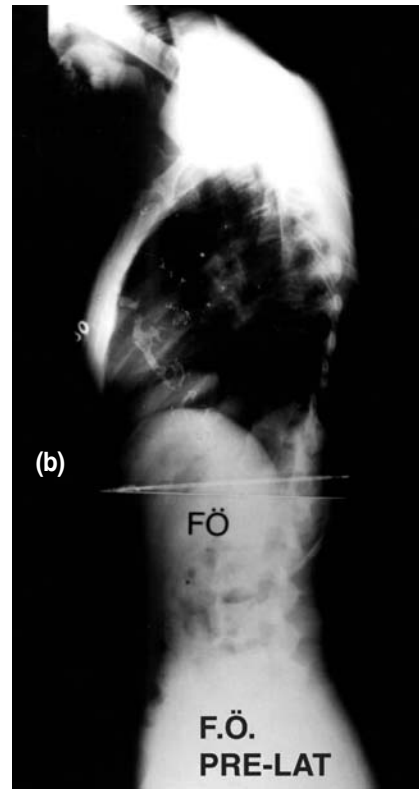
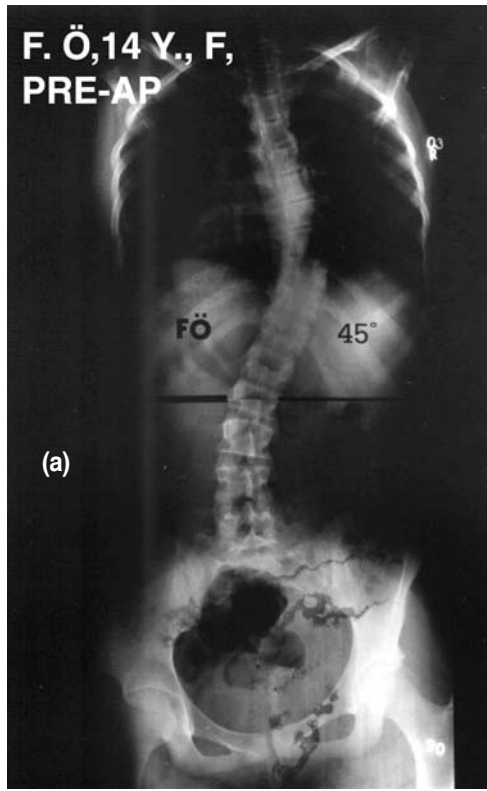
#### - TSRH enstrümantasyonu sonuçları :

CD enstrümantasyonu ile idiopatik skolyozda elde edilen % 50 ile % 60 arası düzeltme oranlarıyla mukayese edildiğinde TSRH enstrümantasyonu ile elde edilen düzeltme oranlarının da benzer olduğu görülmektedir <sup>(18,94,101)</sup>. Richards ve arkadaşları, torakal eğriliklerde % 65, lomber eğriliklerde % 48 korreksiyon elde ettiklerini bildirmişlerdir. Literatürde idiopatik skolyoz tedavisinde TSRH kullanımına ait yayınlar kısıtlıdır <sup>(156)</sup>.

Wang ve arkadaşları, TSRH ve CD uygulanan idiopatik skolyoz hastalarının sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmada, her iki sistemin de frontal ve sagittal planda benzer korreksiyon oranlarına sahip olduklarını rapor etmişlerdir <sup>(179)</sup>.

Benli ve arkadaşları, 1991 ile 1996 yılları arasında TSRH enstrümantasyonu kullanılarak opere edilen ve minimum 2 yıllık takibe sahip olan 217 idiopatik skolyoz vakasının sonuçlarını 2001 yılında yayınlamışlardır <sup>(31)</sup>. Bu çalışmada, tüm hastalar dahil edildiğinde frontal planda majör eğriliklerde % 59.1 düzelme elde edildiği belirlenmiştir. En yüksek korreksiyon % 68 oranıyla Tip III eğriliklerde elde edildiği, frontal plandaki düzelme bu tip eğriliklerde torasik sagittal konturlarla korele olduğu saptanmıştır (Şekil-35). Tip III eğriliğe sahip 107 hastanın tamamında normal fizyolojik sınırlarda torakal kifoz elde edilmiştir. Torakal bölgede lordoz veya hipokifoz olan hastalarda, normokifotik veya hiperkifotik torakal bölge sagittal paterne sahip hastalara nazaran daha yüksek frontal plan korreksiyonu sağlandığı belirlenmiştir. Bu bulgu derotasyonel etkinin hipokifotik torakal eğriliklerde daha etkin olduğunu iddia eden Bridwell ve arkadaşlarının bulgularını destekler görünmektedir <sup>(31)</sup>.

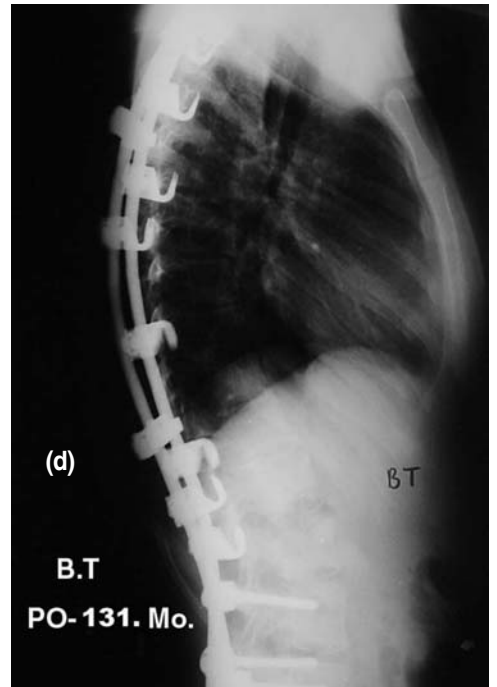
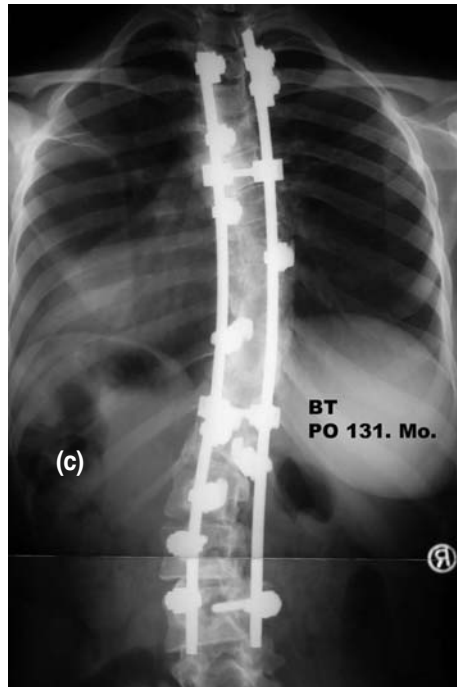
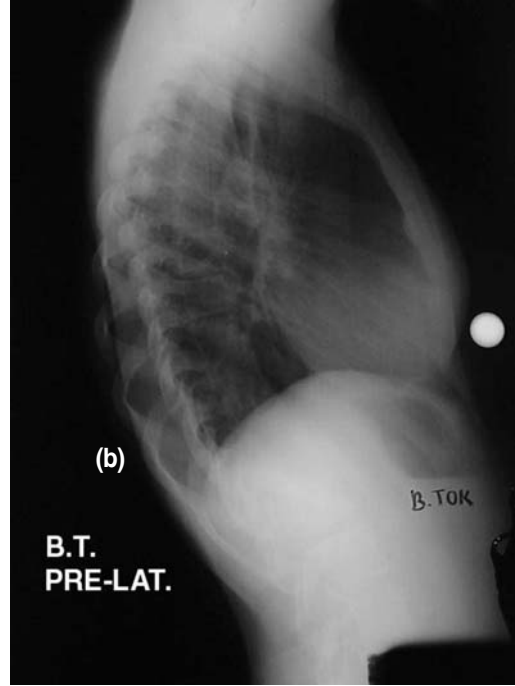
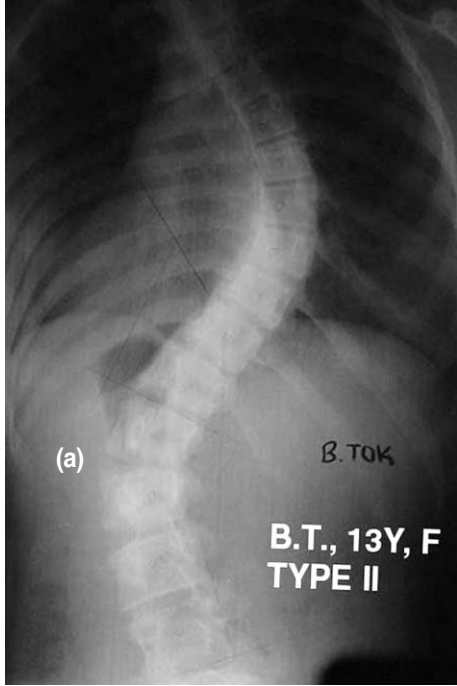




**Şekil 35.** TSRH enstrümantasyonu ile tedavi edilen Tip III eğriliğe sahip 14 yaşındaki kız hasta (F.Ö.)'nın preoperatif (a) ön-arka, (b) yan ve postoperatif 131 ay sonraki kontrol (c) ön-arka ve (d) yan grafileri

Tip II eğriliklerde ortalama % 51.8 korreksiyon sağlanmış ve hastaların % 91.7'sinde torakal sagittal konturlar restore edildiği saptanmıştır (Şekil-36). Tip II eğriliklerde lomber eğrilik 40° altında ise revers

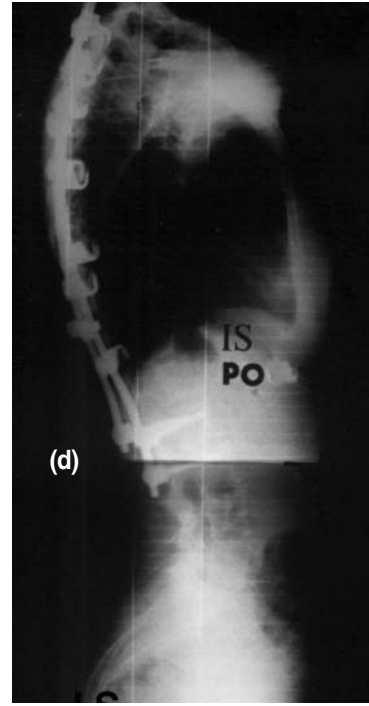
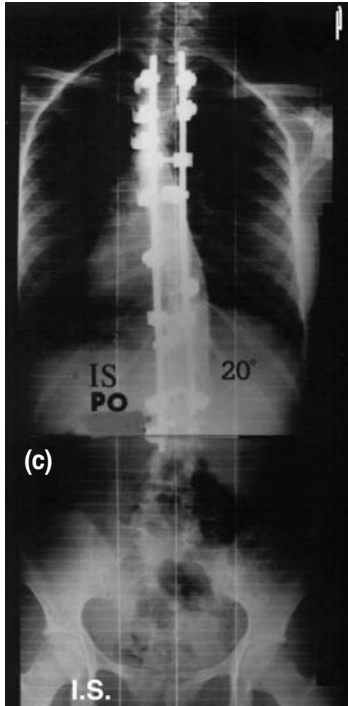
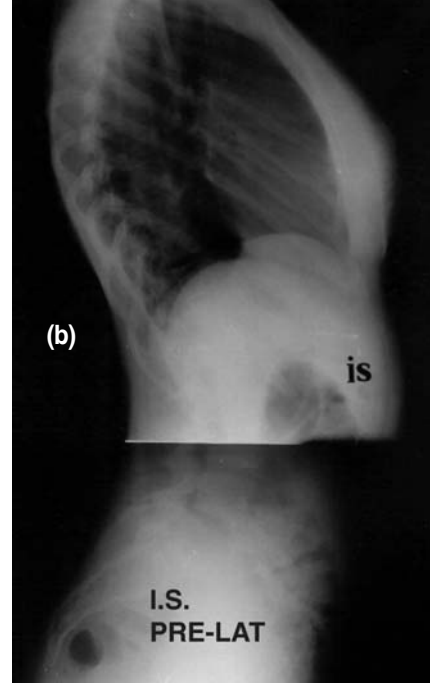
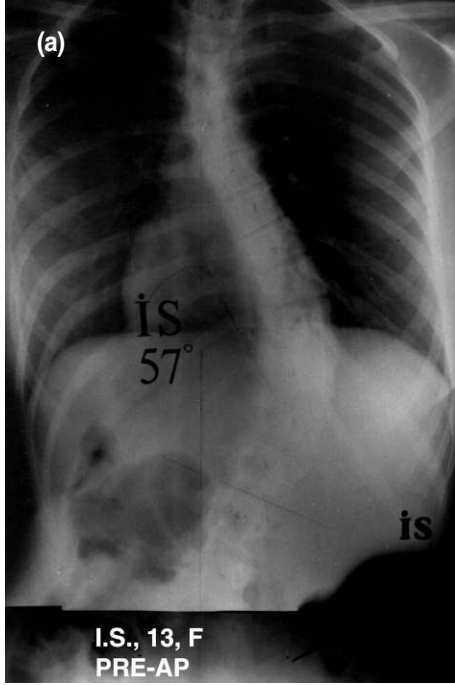
çengel paterninin kullanılarak selektif füzyon yapılarak torakolomber bileşke kifozunun önlenebileceği, 40° üzerinde ise mutlaka füzyon ve enstrümantasyonun lomber bölgeye uzatılması gerektiği ileri sürülmüştür<sup>(31)</sup>.



**Şekil 36.** TSRH enstrümantasyonu ile tedavi edilen Tip II eğriliğe sahip 13 yaşındaki kız hasta (B.T.)'nin preoperatif (a) ön-arka, (b) yan ve postoperatif 131 ay sonraki kontrol (c) ön-arka ve (d) yan grafipleri.

Tip I eğriliklerde lomber bölgede % 59, Tip IV eğriliklerde % 57.8 korreksiyon sağlandığı rapor edilmiştir (Şekil-37). Son kontrolde

ortalama  $7.3^\circ$  korreksiyon kaybı olduğu belirlenmiştir <sup>(31)</sup>.



**Şekil 37.** TSRH enstrümantasyonu ile tedavi edilen Tip IV eğriliğe sahip 13 yaşındaki kız hasta (I.S.)'nın preoperatif (a) ön-arka, (b) yan ve postoperatif (c) ön-arka ve (d) yan grafileri.

TSRH enstrümantasyonu, temel olarak CD enstrümantasyonun düzeltici manevralarını kullandığı için, CD sisteminde karşılaşılan ve daha önce bahsedilen tüm imbalans ve dekompanzasyon problemlerine potansiyel olarak sahiptir. Literatürde sistemin gövde balansına etkilerine ait bir çalışma bulunmamaktadır. Benli ve arkadaşlarının 2001 yılındaki çalışmalarında, TSRH sistemi uygulanan idiopatik skolyoz hastalarının gövde dengesine etkileri de araştırılmıştır. Bu çalışmada baş ve stabil omur midsakral hat üzerinde olan hastalar tam dengeli, baş ve stabil omur sadece yarım vertebra boyundan az kayma gösteriyorsa –ki bu hastalar klinik olarak dengeli olarak görülür- klinik olarak dengeli olarak tanımlanmıştır.

Preoperatif hastaların hiçbirinde tam dengeli bir eğrilik yokken ve sadece % 39.2'si klinik olarak dengeli bir eğriliğe sahipken, postoperatif olarak % 47.9'unda tam dengeli, % 43.8'inde klinik olarak dengeli hale gelmiş, böylece hastaların % 91.7'sinde gövde dengesi rekonstrükte edilmiş olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada denge problemi olan hastaların, preoperatif planlama hatası yapılan hastalar olduğu belirlenmiştir.

Bazı Tip V eğriliklerin Tip III gibi tedavi edilmesinin, omuz asimetrisine yol açan bir dekompanzasyona yol açtığı belirlenmiştir. Tip III eğriliklerde fazla derotasyon uygulamasının, lomber yeni eğrilik oluşmasına yol açtığı saptanmıştır. İmbalans problemlerinin özellikle Tip IV ve Tip II hastalarda olduğu, özellikle lomber eğriliğin 40° üzerinde olduğu vakalarda, bu eğriliğin enstrümanle edilmediğinde, progresyon gösterdiği ileri sürülmüştür. İmplant yetmezliği oranları CD enstrümantasyonuna nazaran daha düşüktür. TSRH enstrümantasyonu ile psödoartroz oranı % 5.5 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak TSRH

sisteminin, CD enstrümantasyonu gibi tüm eğriliklerde, tatmin edici frontal plan korreksiyonu sağlarken, fizyolojik sagittal konturların oluşturulmasında ve gövde dengesinin sağlanmasında yüksek başarıya sahip olduğu belirlenmiştir. Denge ve dekompanzasyon sorunlarına başlıca hatalı preoperatif planma ve fazla düzeltmenin etken olduğu ileri sürülmüştür<sup>(31)</sup>.

### III. ISOLA SPİNAL ENSTRÜMANTASYON SİSTEMİ VE TRANSLASYON:

1985 yılında, Kansas Tıp Merkezi doktorlarından Marc Asher, sacral fiksasyon için etkili bir metod geliştirmek üzere çalışmalara başlamıştır<sup>(73)</sup>. 1990 yılında tüm omurga hastalıklarında kullanılabilecek bir enstrümantasyon sistemi geliştirmiştir. Sistem, çengeller, VSP vidaları ve modüler çapraz bağlantılardan oluşmuştur. Biyomekanik olarak sistemin TSRH, CD kadar torsiyonel ve kompresif kuvvetlere dayanıklı olduğu gösterilmiştir. Isola sisteminin diğer üçüncü nesil enstrümantasyon sistemlerinden en önemli farkı, sagittal konturlara uygun olarak prebend edilen ve orta hatta yerleştirilen roda doğru omurganın, sublaminar tellerle çekilmesi yani Luque-SSI'de olduğu gibi translasyon manevrasının uygulanarak eğriliğin düzeltilmesidir<sup>(6-8)</sup>.

Asher, her vertebral seviyenin frontal planda midsakral hatta, sagittal planda şakül hattına göre lateral kayma ve sagittal kontur miktarlarının ve rotasyonlarının preoperatif olarak belirlenip, uygulanacak translasyonun belirlenmesini ve ona göre cerrahi planlamanın yapılmasını önermektedir. Eğrilikleri King – Moe sınıflamasına göre, Harrington stabil zonu kavramını kullanarak enstrümanle edip, füzyon sahasını belirlemektedir (Şekil-26)<sup>(6-8)</sup>.



Sistem ile ilgili ilk sonuçlar, Asher tarafından 1992'de yayınlanmıştır<sup>(6)</sup>. Isola enstrümantasyonu, ABD'de de olduğu kadar, tüm Avrupa'da kısa zamanda yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

1994'ten itibaren GICD toplanmaları gibi yıllık Isola toplanmaları düzenlenmiştir<sup>(9)</sup>. Asher'ın sağlığı bozulana kadar bu toplanmalar yapılmaya düzenli olarak devam edilmiştir. Sistemin 2000'li yıllarda üretimi durdurulmuştur.

1994 yılında Laxer Isola spinal enstrümantasyonu gibi translasyonu düzeltici manevra olarak kullanan AO – USS sistemini geliştirmiştir. Webb ve arkadaşları, bu sistemin Isola gibi yüksek düzeltme oranlarını bildiren çalışmalarını rapor etmişlerdir<sup>(115,181)</sup>.

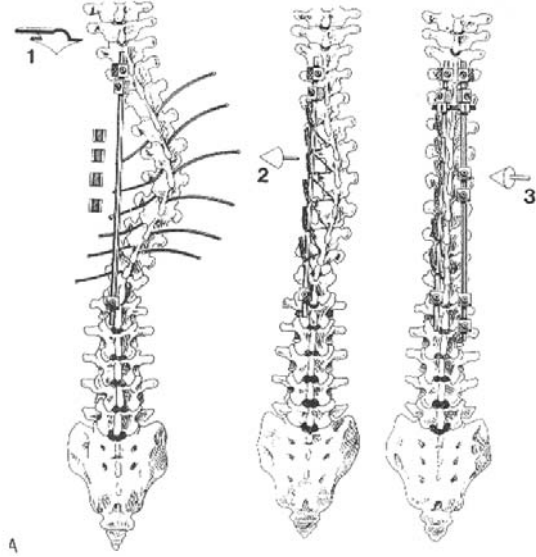
#### **-Isola enstrümantasyonu ve teknik özellikleri:**

Isola enstrümantasyonunda çengeller, CD enstrümantasyonundaki çengellerden çok farklı değildir. Pediküler, laminar ve transvers çengeller bu sistemde de bulunmaktadır. Farklı olarak kullanılan VSP vidalarıdır. Vidalar rodla VSP plaklarıyla tutturulur, bu konnektörlerin çeşitli boy ve açılarda çeşitleri vardır<sup>(8-9)</sup>.

Sublaminar teller olarak, Songar kabloları kullanılmaktadır. Rodların çapraz bağlantıları, CD-DTT'lerine benzemektedir. Enstrümantasyondaki modifikasyonlarla, birkaç yıl içinde titanyum set de kullanıma girmiştir. Songar kablolarının multiflaman titanyum olanları kullanılmaya başlanmıştır<sup>(6-8)</sup>.

Tek torakal eğrilikte, proksimalde hem konkav hem de konveks tarafta çengellerle pençeler yapılır. T12 ve L1 düzeyinde VSP vidaları tercih edilir. VSP vidaları, genellikle distalde nöral vertebranın bir veya iki altındaki omurlara da yerleştirilir. Apikal bölgede konveks tarafta yine

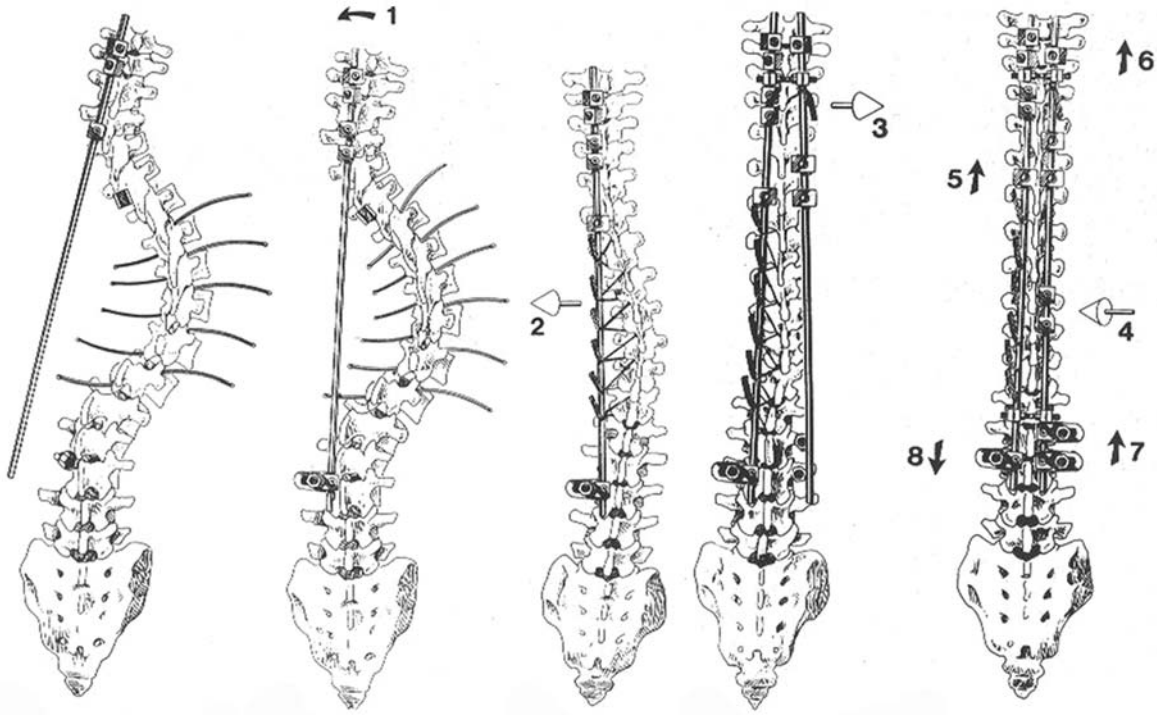
çengellerle transversopediküler pençe yapılır. Apikal bölgede, konkav tarafta sublaminar teller yerleştirilir. Normal sagittal konturlara göre prebend edilmiş rodlar, üste konulan çengeller ve alttaki VSP vidalarına yerleştirilir, çengellerin kapakları kapatılır ancak kitlenmez, rodun içinde kayabilmesi için gevşek bırakılır (Şekil-38)<sup>(6-8)</sup>.



**Şekil 38.** Tip III eğriliklerde Isola enstrümantasyonu uygulaması

Roda verilen eğrilikler sagittal konturları oluşturacak şekilde derote edildikten sonra, teller, rodun altından geçirilip özel gerdirici cihazlarla bükülerek sıkılır. Bu işlemde sonra üstteki çengeller ve VSP vidalarına hafif distraksiyon yapıp kitlenir. Daha sonra konveks taraftaki rod yerleştirilip pençelere kompresyon yapılır. Son olarak çapraz bağlantılar yerleştirilip, posterior füzyon yapılarak işleme son verilir<sup>(6-8)</sup>.

Çift majör eğriliklerde, lomber eğrilik fleksibl ve 30° altında ise selektif torakal füzyon ve enstrümantasyon uygulanırken, 30° üzerinde ve sert lomber eğrilik varlığında T2-L4 arası enstrümantasyon yapılır (Şekil-39)<sup>(6-8)</sup>.



Şekil 39. Tip IV eğriliklerde Isola enstrümantasyonu uygulaması

#### - Isola enstrümantasyonu sonuçları:

Isola enstrümantasyonu ile Asher, lomber bölgede Tip I skolyozda % 83 korreksiyon elde ettiğini takiplerde ortalama 12° korreksiyon kaybı olduğunu rapor etmiştir. Tip II ve Tip III eğriliklerde elde edilen korreksiyon oranları torakal bölgede % 90 civarında olduğunu bildirmiştir. Hastaların % 80'ninde normal fizyolojik sınırlarda torakal kifoz oluşturulduğunu da ileri sürmüştür<sup>(6-8)</sup>.

Asher ve arkadaşları, Isola spinal enstrümantasyonu uyguladıkları, 185 ardışık hastanın 2 ile 12 yıl arasında değişen takip sonuçlarını, 2004 yılında yayınlamışlardır. Final korreksiyonun tüm hastalar dahil edildiğinde, % 63 ve gövde inklinasyonunda % 39 düzelme olduğunu, son kontrolde % 2.2 psödoartroz

saptadıklarını, hiçbir hastada nörolojik defisit görmediklerini bildirmişler ve bu verilerin ışığı altında sistemin idiyopatik skolyoz cerrahi tedavisinde güvenli ve etkili bir yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir<sup>(14)</sup>.

Girardi ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu ile karşılaştırıldığında, Isola enstrümantasyonunda daha az denge problemi ortaya çıktığını rapor etmiştir<sup>(76-77)</sup>. Girardi ve arkadaşları ayrıca sistemin uygulamasında, nörolojik komplikasyonla karşılaşılmadığını, takiplerde minimal korreksiyon kayıpları olduğunu ve idiyopatik skolyozda güvenle uygulanabileceğini ileri sürmüşlerdir<sup>(78)</sup>. Muschik ve arkadaşlarına göre traslasyon manevrası, derotasyonun aksine, bozmak bir yana, gövde dengesinin oluşturulmasında yardımcı olan bir manevradır<sup>(140)</sup>. Gando ve Asher sistemin, derotasyon manevrasıyla orta dönemde görülen

dekompanzasyon ve imbalans sorunlarını elimine ettiğini bildirmişlerdir <sup>(74)</sup>.

Delorme ve arkadaşları translasyon manevrası kullanılan Colarado sistemi ile CD enstrümantasyonu sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmada, üç düzlemlile düzelme açısından her iki düzeltici manevranın benzer etkide olduğunu, düzelme oranlarının mukayese edilebilir düzeyde olduğunu göstermişlerdir <sup>(57-58)</sup>.

Benli ve arkadaşları, İsola enstrümantasyonu kullanarak cerrahi tedavilerini yaptıkları 24 idiopatik skolyozlu hastanın minimum 2 yıllık takip sonuçlarını 2001 yılında yayınlamışlardır <sup>(30)</sup>. Bu çalışmada, Tip III ve IV eğriliğe sahip hastalarda sadece posterior enstrümantasyon, Tip I ve Tip II eğriliğe sahip hastalarda anterior gevşetme ve diskektomiye takiben posterior enstrümantasyon uygulanmıştır. Hastalara Asher'ın önerdiği uygun stratejiler uygulanıp, translasyon titanyum multifiyaman Songar kabloları ile yapılmıştır <sup>(30)</sup>.

Tüm hastalar dahil edildiğinde ortalama % 62.8 korreksiyon sağlandığı, en fazla düzelmenin % 80.9 oranıyla Tip III eğriliklerde elde edildiği belirlenmiştir. Son kontrolde ortalama 5.5° korreksiyon kaybı olup, hastaların % 83'ünde normal torasik (30°-50°), % 66.7'sinde normal lomber (40°-60°) sagittal konturların sağlandığı belirlenmiştir. Hastaların tamamında tam dengeli veya klinik olarak gövde dengesi oluşturulduğu, sistemin denge değerleri üzerinde yüksek düzeltici etkisi olduğu saptanmıştır <sup>(30)</sup>.

### ÜÇÜNCÜ NESİL ENSTRÜMANTASYON SİSTEMLERİNİN UZUN DÖNEM SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI:

Freeman'a göre üçüncü nesil segmenter spinal enstrümantasyonda yapılan ve denge sorunlarının ortaya çıkmasına yol açan başlıca

hataların başında sagittal veya frontal bir eğriliğin ortasında enstrümantasyonun sonlandırılması gelmektedir. Örneğin torakolomber bir eğrilik için enstrümantasyon sagittal planda torakal kifozun tepe noktası olan T7-8 düzeyinde sonlandırılıyorsa, T7'nin üstünde kifotik bir artış izlenir. Buna eklenmiş kifoz (adding on) deformitesi adı verilir. Diğer sık yapılan bir hata Tip III eğriliklerde servikotorasik eğriliğin veya üst torasik eğriliğin yani gerçek bir Tip V eğriliğin gözden kaçırılmış olmasıdır. Böylesi bir durumda sadece alttaki eğriliğe müdahale etmek üstteki eğriliğin artmasına ve omuz asimetrisine neden olabilir <sup>(73)</sup>.

Çengeller fazla horizontal yerleştirilmemelidir. Bu durum laminanın veya pedikülün kırılmasına yol açabilir. Derotasyon uygulanıyorsa üstteki pediküler çengele dikkat etmek gerekir. Bu çengel, orta hatta doğru rotasyona uğrayabilir ve Brown – Sequard tarzında nörolojik defisite yol açabilir. Sublaminar çengeli yukarı doğru ligamentum flavumun yukarıdaki omurun altına yaptığından kolaylıkla yerleştirmek mümkün olur, ancak laminar çengel aşağı doğru yerleştirilecekse ligamentum flavumu açmak ve üstteki omurun distal laminar kenarını çengelin kolay yerleştirilebilmesi için traşlanması gerekli olabilir <sup>(73)</sup>.

Rod rotasyonu yapılırken ortadaki çengeller gevşeyebilir ve yerlerinden çıkabilir bunun için bu çengellerin yeniden yerleştirilmesi gerekli olabilir. Konveks tarafta Apikal omura mutlaka pediküler çengel kullanılmalı, daha rijit bir tutunma için transversopediküler pençe yapılması tercih edilmelidir <sup>(73)</sup>.

Literatürdeki uzun dönem sonuçlarının çoğu, Harrington Rod sistemine aittir <sup>(73)</sup>. Willers ve arkadaşları HRSF uygulanan hastalarının 10.8 yıllık takip sonrasında final korreksiyonun % 40 olduğunu rapor etmektedir <sup>(185)</sup>. Heleneus ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu ile

karşılaştığında, HRSF ile elde edilen spinal korreksiyon oranlarının nispeten düşük olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmaların çoğu HRSF 'nin uzun dönem sonuçlarının 3. nesil modern sistemlerinin klinik ve radyolojik sonuçlarıyla mukayese edilebilir olduğunu göstermektedir <sup>(79,92)</sup>. Modern sistemlerin uzun dönem sonuçlarına ait çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Lepsien operasyondan sonra en geç iki yıl içerisinde füzyonun tamamlanmış olması gerektiği, vertebral stabilitenin sağlanıp, daha fazla korreksiyon kaybının gelişmeyeceğini ileri sürmüştür <sup>(120)</sup>. Üçüncü nesil sistemlerin uzun dönem takip sonuçları Lepsien'in görüşü doğrultusunda. Uzun dönem takip çalışmalarında, üçüncü nesil sistemler kullanılan idiopatik skolyoz hastalarında 7<sup>o</sup>-17<sup>o</sup> arasında korreksiyon kayıpları bildirilmektedir <sup>(73,94)</sup>.

Bago ve arkadaşları, 1987-1995 arası CD enstrümantasyonu kullanarak opere ettikleri 133 idiopatik skolyozda yaptıkları çalışmada, 10. yılın sonunda hastalarında % 76.5'inde implantların durduğunu, yani stabilitelelerini devam ettirdiğini, kalanında ise çeşitli sebeplerle implantların çıkarıldığını saptamışlardır <sup>(20)</sup>.

Burton ve arkadaşlarına göre 70° üzeri eğriliklerde mutlaka anterior gevşetme yapılmalıdır. Burton ve arkadaşları, 50 idiopatik skolyozlu hasta içeren serilerinde 70° üzeri eğriliklerde anterior gevşetmenin dahi iyi kozmetik ve radyolojik sonuçlar sağladığını bildirmişlerdir <sup>(50)</sup>.

Son yıllarda uzun dönem klinik sonuçlarının değerlendirilmesinde eğriliklerdeki korreksiyon kayıplarından başka, hastaların tedaviden memnuniyet düzeyleri ve fonksiyonel kapasite de değerlendirilmeye başlanmıştır <sup>(10-13,15,83-85)</sup>. Daha önceleri özellikle dejeneratif omurga hastalıklarının klinik değerlendirilmesinde kullanılan klinik ağrı ve fonksiyon skorları, son

yıllarda özellikle hasta merkezli değerlendirilmelerin yapılabilmesi için idiopatik skolyoz hastalarında uygulanmaktadır. Skolyoz Araştırma Cemiyeti (SRS)-22 anketi, Haher ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş, geçerliliği ve uygunluğu istatistiki çalışmalarla gösterilmiştir <sup>(83,85)</sup>. SRS-24 ve kısa form-36 gibi anketler de, yine idiopatik skolyoz hastalarının klinik sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan diğer anketlerdir. SRS-22 anketinde hastaların ağrı, mental durum, kişisel görünüm, fonksiyon istasyonlarında 5'er ve tedaviden tatmin düzeyi istasyonunda 2 soru bulunmaktadır. Beş şıklı soruların her biri 5'er puan üzerinden değerlendirilmekte ve her istasyon için bir skor elde edilmektedir. Genel olarak 4 ve üzeri skor iyi, 4.5 üzeri skor mükemmel sonuç olarak değerlendirilmektedir <sup>(83,85)</sup>. SRS-22 skorlarının Türkçe'ye adaptasyonu ve geçerlilik testleri Dr. Alanay ve arkadaşları tarafından yapılmıştır.

İdiopatik skolyoz hastalarının klinik değerlendirilmesinde kullanılan bu subjektif anketler, radyolojik ve klinik sonuçlar kadar önemlidir. Anketler, hastanın tedaviden memnuniyetini göstermesi dışında, hastanın yaşam kalitesi hakkında da bilgi vermektedir <sup>(10-13,15)</sup>.

HRSF'ye ait uzun dönem çalışmalarda, hastaların yaşam kalitelerinde önemli bir değişiklik olmadığını göstermektedir <sup>(79,146)</sup>. Merola ve arkadaşlarının, çok merkezli çalışmalarında, HRSF, ikinci ve üçüncü nesil enstrümantasyonların herhangi biriyle postoperatif olarak mutlaka yaşam kalitesinde bir artış görülmekte olup, SRS-22 skorlarında istatistiki bir artışın saptanmadığı belirlenmiştir <sup>(134)</sup>.

Sweet ve arkadaşları, kötü radyolojik sonuçlarla, kötü SRS-22 anket skorlarının korele olduğunu saptamışlardır <sup>(169)</sup>. Benli ve arkadaşları, TSRH enstrümantasyonu uygulanan hastalardaki 10 yıllık takip sonuçlarını



içeren çalışmada da, postoperatif korreksiyon oranlarıyla, final korreksiyon oranları ve son kontroldeki korreksiyon kayıplarının, SRS-22 anket sonuçlarıyla istatistiki olarak korele olduğunu bildirmişlerdir <sup>(34)</sup>.

Asher, İsola enstrümantasyonu uygulanan hastalarında kişisel görünüm (self-image) skorlarında, 3. ve 24. ayda artış olduğunu, fonksiyonel skorların 6. aydan itibaren arttığını belirlemiştir <sup>(10)</sup>. Asher ve arkadaşları, eğrilik şiddeti ile skorlarının ise ters orantılı olduğunu da saptamışlardır <sup>(12)</sup>.

Haher ve arkadaşları, 35 yıl takip edilen 11.000 hastanın skolyotik eğriliklerinin cerrahi korreksiyon oranlarında düşmeye rağmen, tedaviden tatmin düzeylerinin arttığını saptamışlardır <sup>(84)</sup>.

White ve arkadaşları, füzyon oranlarının, ağrı skorlarını etkilediğini bildirmişlerdir <sup>(182-183)</sup>. Peres-Grueso ve arkadaşları, CD enstrümantasyonu uygulanan hastaların 10 yıllık takiplerinde, ağrıyı ortaya çıkaran sebeplerin, normal popülasyondakilerden farklı olmadığını saptamışlardır <sup>(147)</sup>. Takahashi ve arkadaşları, 9 yıllık takiplerde enstrümantasyonla edilmeyen lomber sahada hastaların sadece % 23'ünde dejeneratif değişikliklerin geliştiğini belirlemiştir <sup>(170)</sup>. White'a göre cerrahi tedavi, fonksiyonel skorları artırmaktadır. Nörolojik komplikasyonlar, fonksiyonel skorları ve tedaviden tatmin skorlarının düşmesine yol açmaktadır <sup>(183)</sup>.

Rinella ve arkadaşları, uzun dönem takip edilen hastalarında tedaviden tatmin düzeylerinin, final eğriliğinin şiddetleriyle korele olmadığını bildirmişlerdir. Asher ve arkadaşları da benzer olarak tedaviden tatmin düzeyini, son kontroldeki gövde deformitesinin etkilemediğini rapor etmişlerdir <sup>(150)</sup>. Hastalara sorulduğunda "Şimdiki halinizi bilerek, yapılan tedaviyi şimdi de kabul eder misiniz?" sorusuna alınan tek cevap, "Evet"tir.

Benli ve arkadaşları, TSRH enstrümantasyon uygulanan 109 hastanın minimum 10 yıllık sonuçlarını, 2007 yılında yayınlamışlardır <sup>(34)</sup>. Bu çalışmada, final korreksiyonun, tüm hastalar dahil edildiğinde, % 56,7 ± 17.7 olduğu bildirilmiştir. Ortalama korreksiyon kaybı, 9.1° ± 11.9° olup, yüksek kayıplara enfeksiyon veya nörolojik defisit nedeniyle implant çıkartılan hastalarda görüldüğü belirlenmiştir. Sagittal konturlardaki düzelmede bir kayıp olmadığı, postoperatif normal fizyolojik sagittal kontur elde edilen hasta sayısının değişmediği saptanmıştır. Benli ve arkadaşları, TSRH uygulamasıyla hastalarının, son kontrollerinde tam dengeli hasta oranının % 48,6'ya düştüğünü, klinik olarak dengeli hasta sayısının % 42.1'e yükseldiğini, ancak postoperatif dönemde karşılaşıldığında gövde dengesi bozuk hasta oranının istatistiki olarak aynı kaldığı belirlenmiştir. İmbalans problemlerinin uzun dönemde korreksiyon kayıplarından ileri geldiğini ve TSRH enstrümantasyonu ile uzun dönemde ilave bir gövde dengesi problemi oluşmadığını bildirmişlerdir <sup>(34)</sup>.

Benli ve arkadaşları, bu çalışmada, ayrıca TSRH enstrümantasyonu uygulanan 109 hastanın 10 yıl takip sonrası SRS-22 skorlarını da değerlendirmişlerdir. Ağrı, genel görünüm, fonksiyon, mental durum ve tedaviden tatmin skorlarının 5 üzerinden sırasıyla ortalama 3.8 ± 0.7, 3.6 ± 0.7, 4.0 ± 0.7, 4.0 ± 0.8 ve 4.6 ± 0.3 olarak bulunmuştur.

Hastaların tamamı dahil edildiğinde, klinik sonuçların, fonksiyon açısından iyi, tedaviden tatmin açısından mükemmel sonuçlara sahip olduğu belirlenmiştir. Tip 3 eğriliklere sahip hastaların, en iyi skorlara sahip olduğu belirlenmiştir. Eğrilik tipi ile tedaviden tatmin düzeyleri arasında bir korelasyon bulunmamıştır. Bu verilerin ışığı altında, idiopatik skolyoz hastalarında, postoperatif

olarak frontal ve sagittal planda yüksek korreksiyon oranları sağlandığı, hastaların % 95.4'ünde gövde dengesinin oluştuğu belirlenmiş ve 10 yıllık takip sonunda dengeli bir omurga dizilimine sahip hasta oranında bir değişiklik olmadığı, SR2-22 anket sonuçlarına göre tatmin edici düzeyde klinik sonuçların elde edildiği belirlenmiştir. TSRH enstrümantasyonu ile tedavi edilen hastalarının yaşam kalitesinin arttığı ve hastaların eğitimlerine devam ettikleri, iş bulmalarında ve evlenmelerinde olumsuz bir etki oluşmadığı saptanmıştır<sup>(34)</sup>.

Lenke ve arkadaşları, 2003 yılında, uzun zamandır üzerinde çalıştığı Tip II eğriliklerde selektif füzyon kavramından yola çıkarak yeni bir sınıflama yaptılar<sup>(115-119)</sup>. Bu sınıflamaya göre; enstrümantasyon ve füzyon sahalarıyla ilgili yeni çıkarımlarda bulundular son yıllarda Lenke sınıflamasını baz alan ve üçüncü jenerasyon enstrümantasyon sistemleriyle ilgili yayınlar da yapılmaktadır<sup>(71)</sup>. Ancak bu çalışmalara ait henüz uzun dönem çalışmalar literatürde yeterli sayıda mevcut değildir.

### **ANTERİOR ENSTRÜMANTASYONLA İDİOPATİK SKOLYOZUN DÜZELTİLMESİ:**

İdiopatik skolyozun anterior enstrümantasyonla düzeltilmesi görece yeni bir kavramdır<sup>(75,89)</sup>. 1933 yılında skolyozlu bir hastada Van Lackum tarafından vertebral cisim eksizyonu idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde bilinen ilk anterior cerrahi girişimdir<sup>(178)</sup>. 1969 yılında ilk kez, Dwyer ve arkadaşları, skolyozun tedavisi için retroperitoneal yaklaşımla omurgaya ulaşmış, eğriliğin konveks tarafına vidalar ve fleksibl kablolarla enstrümantasyon uygulamışlardır<sup>(68)</sup>. Dwyer ve Schafer torokolomber ve çift majör eğriliklere sahip idiopatik skolyozu olan 51 hastada % 58 - % 70 arası korreksiyon sağlandığını rapor etmişlerdir<sup>(69)</sup>.

Dwyer, sonraki 100 hastanın sonuçlarını yayınladığı çalışmasında ise daha yüksek korreksiyon oranları elde ettiklerini ileri sürmüştür. Daha sonra, Dwyer cihazı ve işlemi, omurga hastalıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak işlemin ilk uygulamalarında yüksek morbidite ve komplikasyon oranlarına sahip olması sistemin popülaritesini azaltmıştır<sup>(70)</sup>.

1976 yılında Zielke ve arkadaşları, anteriordan eğriliğin tüm seviyelerine diskektomi ve füzyon, anteriordan vida ve yivli rodlarla yapılan, yeni bir anterior enstrümantasyon sistemini geliştirmişlerdir. Bu yeni sistemin, Dwyer enstrümantasyonundan en önemli farklı yönü, kablolar sıkıldıktan sonra roda derotasyon uygulanabiliyor olmasıdır. Bu nedenle sisteme "Ventral Derotasyon Spondilodez" (VDS) adı verilmiştir<sup>(191-192)</sup>.

Zielke ve arkadaşları, 1976 yılında kendi uygulamaları ile posterior enstrümantasyon sonuçlarını mukayese etmişler ve % 77 - % 92 arası yüksek korreksiyon oranları elde ettiklerini ve posterior enstrümantasyona göre VDS sisteminin daha üstün olduğu fikrine ulaştıklarını rapor etmişlerdir<sup>(191-192)</sup>. Hammerberg ve arkadaşları, 5-12 yıllık takibe sahip 1000'in üzerinde hastada, VDS enstrümantasyonu ile frontal planda, % 70 düzelme elde ettiklerini bildirmişlerdir<sup>(87)</sup>.

Moe ve arkadaşları<sup>(136)</sup>, Ogiela ve Chan<sup>(143)</sup>, Kaneda ve arkadaşları<sup>(102)</sup>, Koustik ve arkadaşları<sup>(109)</sup>, Puno ve arkadaşları<sup>(150)</sup>, Zielke anterior enstrümantasyonu ile torakal ve torokolomber bölgede % 63 - 85 arası korreksiyon oranları elde ettiklerini rapor etmişlerdir. Lomber eğriliklerde ise Kaneda ve arkadaşları, % 82, Moe ve arkadaşları, % 84 korreksiyon oranları elde ettiklerini rapor etmişlerdir<sup>(102,136)</sup>. Moe ve arkadaşları, enstrümantate edilmeyen torakaldeki eğriliklerde

ise % 40 spontan düzelme olduğunu da bildirmişlerdir. Her iki seride de 3°-4° korreksiyon kaybı saptanmış olup, hastaların tamamında kozmetik olarak tatmin edici sonuçlar elde edildiği ileri sürülmüştür<sup>(102,136)</sup>. Hem Köhler ve arkadaşları, hem de Kaneda ve arkadaşları, VDS uygulaması ile 21° kifotik etki oluştuğunu saptamışlardır. Aşırı kompresyon kifotik etkinin en önemli sebebidir<sup>(102,108)</sup>.

Otani ve arkadaşları, 10 yıllık takipte Dwyer ve Zielke enstrümantasyonu ile sırasıyla % 61 ve % 65 final korreksiyon oranları elde edildiğini bildirmişlerdir<sup>(145)</sup>. Luk ve arkadaşları torakolomber fleksibl eğriliklerde % 79 final korreksiyon oranının korunduğunu rapor etmiştir<sup>(130)</sup>. VDS sistemi ile Köhler ve arkadaşları 9°, Moe ve arkadaşları 20° korreksiyon kayıpları olduğunu saptamışlardır<sup>(108,130)</sup>.

Luk ve arkadaşları, Suk ve arkadaşları da, VDS sistemi ile opere edilen idiopatik skolyozlu hastalarda benzer olarak 5° - 12° arası korreksiyon kaybı ortaya çıktığını bildirmişlerdir<sup>(130,166)</sup>. Anterior TSRH enstrümantasyonu ile korreksiyon kaybı 5°, Kaneda enstrümantasyonu ile ise 1.5° olarak rapor edilmiştir<sup>(103-104,176)</sup>.

Giehl ve Zielke'ye göre anterior enstrümantasyon için en ideal endikasyon fleksibl torakolomber ve lomber eğriliklerdir. Ancak diğer tüm eğriliklerde de kullanılabilir. Ortalama implant yetmezliği 215 vakalık serilerinde % 11.6 olarak bildirilmiştir. Zielke enstrümantasyonu için kifotik sahalarda anterior girişimle korreksiyonun rölatif kontrendikasyonu vardır. Sistemin ayrıca lumbosakral eğriliklerde ve rijit torasik eğriliklerde kullanımı kontraendikedir. Sistemin retroperitoneal kullanımı nedeniyle en önemli komplikasyonu büyük arter ve iç organ yaralanmalarıdır. Korpustan vidaların kurtulması da sık karşılaşılan bir diğer komplikasyondur.

Psödoartroz ve nörolojik defisitle karşılaşılmamıştır<sup>(75)</sup>.

Stasikelis ve arkadaşları, 1998 yılında yaptıkları adölesan skolyozda posterior enstrümantasyon sistemlerinin sonuçlarını içeren meta-analizlerinde, posterior enstrümantasyonla % 48 - 67 arası korreksiyon elde edilirken, anterior enstrümantasyonda bu oranın % 71-93 olduğunu rapor etmişlerdir<sup>(165)</sup>.

Anterior enstrümantasyon endikasyonları, daha sonraki yıllar içinde daha da genişletilmiştir. Harms ve arkadaşları, hipokifoz ve lordoz olan torasik eğriliklerde, Tip II ve III hastalarda dekompenzasyon ve torakolomber bileşke kifozunun engellenmesi için anterior enstrümantasyonun tercih edilebileceğini ileri sürmüşlerdir<sup>(89)</sup>. Anterior ve posterior enstrümantasyon sonuçlarını karşılaştıran çalışmada Rhee ve arkadaşları, sagittal konturların düzeltilmesi açısından iki grup arasında bir fark olmadığını saptamışlardır<sup>(154)</sup>. Halm ve arkadaşları, özellikle torakolomber ve lomber eğriliklerde, anteriordan pediküler vida ile enstrümantasyonun etkili ve güvenli bir prosedür olduğunu, minimal korreksiyon kayıpları görüldüğünü bildirmişlerdir<sup>(86)</sup>.

Harms ve arkadaşları, 1985 yılında, Zielke enstrümantasyonunun staple, bağlantı parçaları ve vidalarının kilitleme mekanizmasında ve cerrahi teknikte önemli modifikasyonlar yaparak, sistemi geliştirmişlerdir<sup>(89)</sup>.

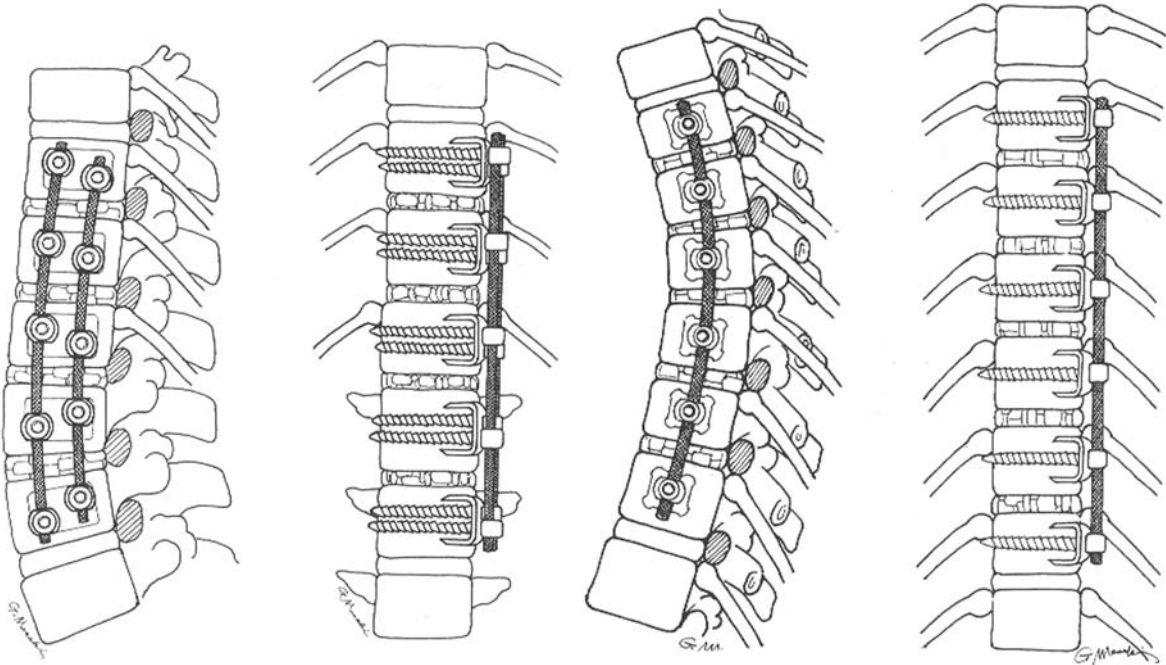
Harms, cerrahi sırasında komplet diskektomi ve posterior longitudinal ligamentin tam olarak kesilmesini cerrahi tekniğin bir parçası olarak uygulamaya başlamıştır. Harms 70° altındaki tüm eğriliklerde sadece anterior enstrümantasyonun yeterli olabileceğini, 70° üzeri olan eğriliklerde posterior gevşetmeyi takiben anterior enstrümantasyon uygulanabileceğini ileri sürmüştür. % 22

vakada vida kırılması görülmesi en önemli dezavantajdır. % 11 vakada ise rod kırılması saptanmıştır. Fazla kompresyon sagittal planda hiperkifoz deformitesine yol açabilir <sup>(89)</sup>.

Harms, koronal planda ortalama % 73 düzelme elde ettiklerini, hastaların tamamında, 20° - 40° arası normal torakal kifoz oluşturduklarını bildirmiştir. Harms, çalışmalarında ayrıca kompenzatuvar eğriliklerde ortalama 14.3° spontan korreksiyon olduğunu saptamışlardır. Korreksiyon kayıplarını minimize etmek üzere postoperatif destek önerilmektedir. Harms, anterior enstrümantasyon uygulaması ile Tip II eğriliklerde % 8 oranında dekompenzasyon geliştiğini belirlemiştir. Harms'a göre Tip V eğriliklerin anterior enstrümantasyon endikasyonu yoktur <sup>(89)</sup>.

Betz ve arkadaşları, torakal bölgede Harms tekniği ile yapılan anterior enstrümantasyonla, posterior enstrümantasyon sonuçları arasında bir fark olmadığını belirlemişlerdir <sup>(39)</sup>.

Kaneda kendi geliştirdiği anterior enstrümantasyon sistemini, travmatik deformitelerden sonra idiopatik skolyoz tedavisinde de kullanmaya başlamıştır. Kaneda'ya göre anterior enstrümantasyonun idiopatik skolyozda kullanımının yeri ancak torakolomber ve lomber eğriliklerdir. 1990 ile 1993 yılları arasında 39 idiopatik skolyozlu hastaya Kaneda enstrümantasyonu uygulamışlar ve sonuçlarını 1995 yılında yayınlamışlardır. Torakolomber ve lomber eğriliklerde postoperatif sırasıyla ortalama % 83 ve % 79 korreksiyon elde ettiklerini rapor etmişlerdir. Kompenzatuvar torakal eğriliklerde % 47 spontan korreksiyon olduğunu da bildirmişlerdir (Şekil-40). Kaneda'ya göre sistemin en önemli komplikasyonları, plevra yırtıkları, iç organ yaralanmaları, lumbosakral pleksusun ve genitofemoral sinirin zedelenmesi, spinal kord hasarı, vida kırıkları, vidaların karşı kortekse penetrasyonu ve pulmoner komplikasyonlardır <sup>(103-104)</sup>.



Şekil 40. Tip IV eğriliklerde anterior Kaneda enstrümantasyonu uygulaması



Hee ve arkadaşları, 2007 yılında torakolomber ve lomber eğriliğe sahip 36 hastanın sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada, posterior vida enstrümantasyonu ile anterior enstrümantasyon sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Postoperatif ve son kontrolde her iki grupta da istatistiki olarak benzer korreksiyon oranları sağlandığı, torakolomber bileşke kifoz insidansının posterior grupta daha fazla olduğunu saptamışlardır <sup>(91)</sup>.

Posterior cerrahi grubunda hastanede kalış ve operasyon sürelerinin daha kısa olduğunu, buna karşın anterior enstrümantasyon ile daha kısa bir segmentin füzyone edilme avantajının olduğunu rapor etmişlerdir <sup>(91)</sup>.

1995 yılında Hopf ve arkadaşları, vidalar, vertebral implantlar ve çift rotdan oluşan yeni bir anterior sistem geliştirmişlerdir. Sistemin adı Cotrel – Dubousset – Hopf anterior enstrümantasyonu (CDH)'dur. Sistemle ilgili Hopf ve arkadaşlarının çalışmaları, tüm idiopatik skolyotik eğriliğe sistem kullanılabileceği ileri sürülmüştür <sup>(95)</sup>.

Hopf ve arkadaşları, 1997 yılında yayınladıkları çalışmada 16 idiopatik skolyozlu hastada ortalama % 54 korreksiyon elde ettiklerini rapor etmişlerdir <sup>(96)</sup>.

Sistem diğer sistemlerde görülen özellikle osteoporotik hastalarda vidaların cisimden kurtulması problemini çift vida ve özel anatomik kilitli plakların kullanımı ile ortadan kaldırmaktadır. Hopf ve arkadaşları, implant yetmezliğini % 1 oranında saptamışlardır <sup>(95-96)</sup>.

CDH Türkiye'de ilk kez idiopatik skolyozlu bir hastada Dr. Benli ve Dr. Tüzüner tarafından uygulanmıştır. Sistem temel olarak torakolomber ve lomber fleksibl eğriliklerde yüksek düzeltici etkisini anterior gevşetmeyi takiben yapılan derotasyon manevrasıyla sağlamaktadır <sup>(29)</sup>.

Enstrümantasyon sahasındaki omurlar arası diskler ince bir osteotomla son plakların çıkartılmasıyla çıkartılır. Vertebral cisimler üzerine vertebral implantlar yerleştirilip, vidalar korpuse tespit edilir. Önce 6 mm'lik rod normal sagittal kontura göre prebent edilip, implanttaki oyuklara yerleştirilip, implantların kapakları kapatılır. Takiben roda verilen sagittal konturlar, sagittal plana gelene kadar derotasyon uygulanır. Kapak kilit vidaları sıkılarak rod tespit edilir daha sonra 4 mm'lik ikinci bir rod implantların diğer oluşuna yerleştirilip kapakları geçirilip kitlenir <sup>(29)</sup>.

Benli ve arkadaşları, Cotrel – Dubousset – Hopf (CDH) sistemiyle opere edilen 26 idiopatik skolyozlu hastanın ortalama 32.8 aylık takip sonuçlarını 2000 yılında yayınlamışlardır. Bu çalışmada cerrahi endikasyon, torakolomber ve lomber fleksibl eğriliklerin varlığı oluşturmuştur. Torakolomber ve lomber eğriliklerde sırasıyla % 79.4 ve % 68 korreksiyon elde edildiği saptanmıştır. Korreksiyon kaybı 6° olup, final korreksiyon oranı tüm hastalar dahil edildiğinde % 52.6 olduğu belirlenmiştir. Sistemin diğer sitemlerde kompresyon uygulamasıyla ortaya çıkan lomber ve torakolomber bölgedeki kifotik etkinin çift rod uygulamasıyla daha az geliştiği saptanmıştır. Bu sonuçlar, Bullman ve arkadaşlarının Halm tekniği ile çift rod uygulamasının idiopatik skolyozda diğer anterior enstrümantasyon sistemlerinde görülen torakolomber ve lomber kifotik etkiyi elimine ettiği görüşlerini desteklediği saptanmıştır <sup>(48)</sup>. Hastaların tamamında gövde dengesinin tam veya klinik olarak rekonstrükte edildiği ve dekompanzasyon problemiyle karşılaşılmadığı belirlenmiştir. Torakal bölgedeki sekonder eğriliklerde % 50 civarında spontan korreksiyon olduğu, sistemin torakolomber ve lomber fleksibl eğriliklerde yüksek korreksiyon oranları ile iyi bir tercih olabileceği ileri sürülmüştür <sup>(29)</sup>.

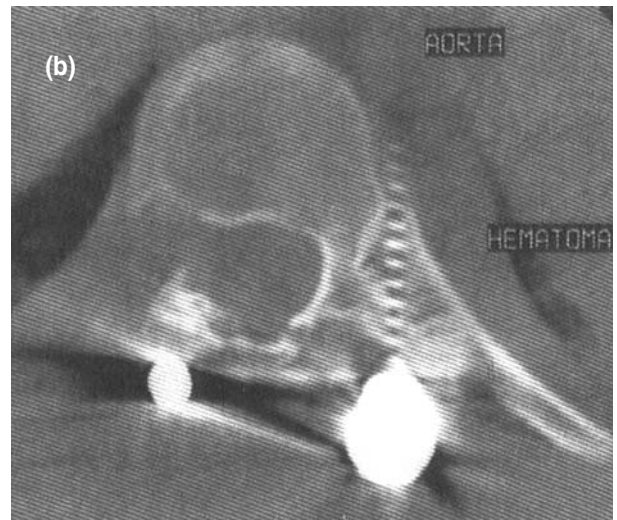
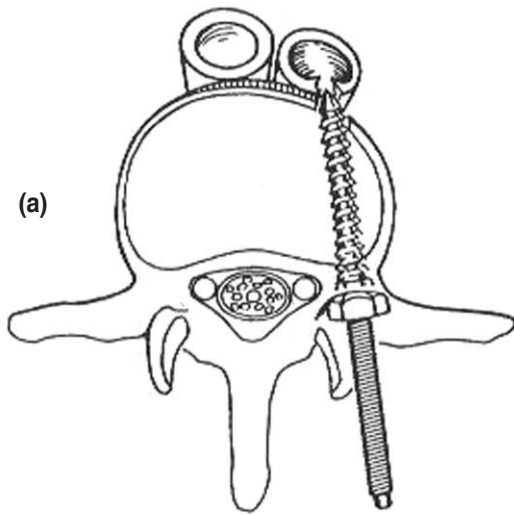
### IDIOPATİK SKOLYOZ CERRAHİ TEDAVİSİNDE GÜÇLENDİRİLMİŞ KORREKSİYON TEKNİKLERİ:

Son yıllarda idiopatik skolyozun üç düzlemli patolojisinin anlaşılması, üçüncü nesil modern segmenter spinal sistemlerin kullanılmasına karşın, skolyotik eğrilikte % 60 civarında korreksiyon oranları elde edilmesi, daha fazla korreksiyon elde etme çabalarını artırmıştır. Derotasyon manevrasıyla ortaya çıkan denge problemleri, translasyon uygulamalarıyla elimine edilmeye çalışılmıştır. Hasta memnuniyet anketleri, bu sistemlerle yüksek skorlar ortaya çıkarsa da, hastalığın aynı zamanda kozmetik bir problem olması nedeniyle giderek cerrahi endikasyon sınırlarının arttığı gözlemlenmektedir.

Modern sistemlerdeki stabilitenin artırılması, böylelikle çengel çıkması gibi sorunların azaltılması için ilk olarak lomber bölgede pediküler vidalar kullanılmaya başlanmıştır<sup>(70)</sup>. Kim ve arkadaşları, pediküler vida – çengel kombinasyonu ile sadece çengellerle yapılan enstrümantasyon uyguladıkları hastalarda sırasıyla % 76 ve % 50 korreksiyon elde ettiklerini bildirmişler ve vidaların korreksiyon

üzerinde daha etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir<sup>(105)</sup>. Suk ve arkadaşlarının yaptıkları benzer çalışmada, torakal bölgede çengeller ile vida uygulaması karşılaştırılmış, vidalarla yapılan enstrümantasyon ile % 72 korreksiyon elde edilirken sadece çengellerle yapılan enstrümantasyonla ise % 55 korreksiyon elde edildiği rapor edilmiştir<sup>(167)</sup>.

Lomber bölgede vida kullanımı kısa zamanda tüm Dünya’da yaygınlaşmış ancak torakal bölgede vida uygulamasının potansiyel nörolojik defisit riski nedeniyle kullanımı kısıtlı oranda kalmıştır<sup>(21,60)</sup>. Liljenqvist ve arkadaşları 120 torasik pedikül vidası uygulamasını bilgisayarlı tomografi ile incelemişler, vidaların % 25’inin pedikül dışında veya vertebral dışında olduğu tespit edilmiştir. Bu grupta nörolojik defisit görülmemiştir ancak vidaların yakın komşuluktaki aortaya hasar verme şansı açısından önemli bir tehlike oluşturabileceğine dikkat çekilmiştir (Şekil-41). Vidaların orta hatta doğru hatalı yerleşimi, torakal bölgede medulla spinalisin kanal içinde işgal ettiği alanın daha fazla olması ve köklerin pediküllere yakın komşuluğu nörolojik defisit oluşturabilmektedir<sup>(123)</sup>.



**Şekil 41.** Pediküler vida uygulaması (a) önde aorta penetresyon gibi risklere sahiptir. (b) bu penetrasyon izlenen bir hastanın bilgisayarlı tomografi görüntüsü

Suk ve arkadaşları, bunun % 3 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Suk, bu nedenle torakal vida yerleştirilmesi esnasında floroskopiden mutlaka yararlanmak gerektiğini ileri sürmüştür. Pediküler vida yerleştirilirken pedikül anatomisinin çok iyi bilinmesi gereklidir. Literatürde nörolojik defisit oranları % 0.26 ile - % 17 arasında değişmektedir<sup>(53)</sup>. Ancak teorik bilgi bazen pratik uygulamalardaki hataları yine de engellememektedir<sup>(167)</sup>.

Diab ve arkadaşlarının 2007 yılında yayınladıkları 1301 enstrümantasyon uygulanan idiopatik skolyozlu hastayı içeren çalışmalarında, vida uygulamasına bağlı nörolojik defisit oranının % 0.69 olduğu saptanmıştır<sup>(60)</sup>.

Son yıllarda torasik pedikül vidalarının yerleştirilmesi için kullanılabilen sterotaktik teknoloji bu konuda önemli bir gelişme olarak görülmektedir. Proplar yardımıyla vertebral rehber noktalar belirlenip, uygun açıda vidaların gönderilmesi için bilgisayar destekli cihazlar kullanıma geçmiştir<sup>(94)</sup>.

Harms ve arkadaşları, torakal bölgede de çengeller yerine pedikül vidalarının kullanılması durumunda korreksiyon oranlarının belirgin olarak artabileceğini rapor etmiştir. Harms ve arkadaşları, eğriliğe katılan tüm omur seviyelerinde, bilateral perikül vidaları kullanarak, torakal eğriliklerde % 90 korreksiyon oranları elde ettiklerini bildirmişlerdir. Harms ve arkadaşları, rijit eğriliklerin mutlaka anterior gevşetme ve diskektomi ile fleksibl eğrilik haline dönüştürülmesi gerektiği, tüm seviyeye vida uygulamasıyla Tip II eğriliklerde % 80

üzerinde korreksiyon elde edilebileceğini ileri sürmüştür<sup>(73,94)</sup>.

Liljenqvist ve arkadaşları, 99 hastalık idiopatik skolyoz serilerinde, torakal bölgede, pediküler vida uygulamasıyla, çengellerle yapılan enstrümantasyonla elde edilen korreksiyon oranlarıyla benzer korreksiyon oranları sağlandığını ancak bu oranların daha kısa segmentin enstrümantasyonla edilmesiyle sağlanabildiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada çengellerle yapılan enstrümantasyon ile % 51.7, vidalarla yapılan enstrümantasyon ile % 55.8 korreksiyon sağlandığı belirlenmiştir<sup>(121)</sup>.

Dobbs ve arkadaşları, rijid eğriliklerde, anterior gevşetmeyi takiben daha fazla korreksiyon elde etmek üzere hem anterior hem de posterior enstrümantasyonu ardışık olarak uygulanması ile sadece posterior pedikül vida fiksasyonu uygulamasının sonuçları arasında bir fark olmadığını saptamadıklarını rapor etmişlerdir. Bu nedenle morbidite ve ameliyat süresinin kısaltılması açısından anterior gevşetme uygulamaksızın sadece posterior pediküler vida uygulamasının bu tip eğriliklerde yeterli olacağını ileri sürmüştür<sup>(63)</sup>.

Buna karşın Bullman ve arkadaşları, anterior gevşetme ve anterior enstrümantasyon ile kombine edilen posterior enstrümantasyonun özellikle ciddi ve rijid eğriliklerde etkili bir metod olduğunu bildirmişlerdir<sup>(47)</sup>.

Coe ve arkadaşları, SRS morbidite ve mortalite komitesinin çok merkezli çalışma sonuçlarını, 2006 yılında yayınlamışlardır. Bu

çalışmada 58.197 cerrahi girişim gözden geçirilmiştir. Bu girişimlerin % 10'u 2001-2003 arası uygulanmıştır. Sadece anterior enstrümantasyon ve anterior füzyon veya sadece posterior enstrümantasyon ve posterior füzyon yapılan hastalarda komplikasyon oranları, anterior ve posterior kombine enstrümantasyon ve füzyon yapılan hastalara göre daha düşük, buna karşın kombine cerrahi yapılarda füzyon oranlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır<sup>(53)</sup>.

Girardi ve arkadaşları, sublaminal tellerle güçlendirilen CD enstrümantasyonu ile daha yüksek düzeltme elde edilebileceğini ve denge sorunlarının elimine edilebileceğini bildirmiştir<sup>(77)</sup>. Bridwell ve arkadaşları, CD-Horizon enstrümantasyonu ile birlikte kullanılan Wisconsin tellerinin korreksiyon oranlarını arttırdığını belirlemişlerdir<sup>(45)</sup>. Us ve arkadaşları transvers çukıntılara takılan tellerle<sup>(177)</sup>, Yazar ve arkadaşları ise sublaminal tellerle enstrümantasyon sistemlerini güçlendirmişler ve başarılı sonuçlar yayınlamışlardır<sup>(190)</sup>.

2005 yılında Cheng ve arkadaşları, aynı yaş ve eğriliğe sahip 50 hastada yaptıkları çalışmada apikal sublaminal tellemenin, her omur seviyesine pediküler vida kullanımıyla benzer korreksiyon oranlarına sahip olduğunu, iki grupta da nörolojik defisit görülmediğini rapor etmişlerdir<sup>(51)</sup>. Bu çalışmanın aksine Watanabe ve arkadaşları, çeşitli enstrümantasyon tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmalarının sonuçlarına göre, apikal bilateral pediküler vida yerleştirilmesinin, çengellere ve sublaminal

tellere nazaran en iyi koronal düzeltmeyi sağladığını ileri sürmüşlerdir<sup>(180)</sup>.

Mac-Thiong ve arkadaşları, intraoperatif traksiyon uygulamasının korreksiyon oranlarını artırdığını rapor etmişlerdir<sup>(131)</sup>. Hamzaoğlu ve arkadaşları 100° üzerindeki rijid eğriliğe sahip hastalarda, majör torasik eğrilikte sadece pediküler vida fiksasyonu ve intraoperatif halofemoral traksiyon uygulaması ile anterior gevşetme uygulamaksızın % 51 korreksiyon sağladıklarını bildirmişlerdir<sup>(68)</sup>.

Benli ve arkadaşları, 2004 yılında güvenli bir şekilde korreksiyon oranlarının artırılması için diğer güçlendirme sistemlerinden önemli farklar içeren yeni bir tekniğin sonuçlarını yayınladılar<sup>(33)</sup>. Benli, bu korreksiyon yöntemini, Isola uygulamaları sırasında karşılaştığı bir sorun nedeniyle geliştirmiştir. Benli, Isola enstrümantasyonunda, Apikal bölgedeki teller sıkılırken rodun konveks tarafa doğru döndüğü ve ilk verilen sagittal konturlarda kayıp olduğunu gözlemlemiştir. Böylesi vakalarda rodun konveks tarafa döndüğü miktarda, aksi yönde derote ederek bu sorunu çözdüğünü fark etmiştir. Bunun üzerine idiopatik skolyoz vakalarında önce translasyon ve sonra derotasyon manevrasını kombine kullanmaya başlamıştır<sup>(33)</sup>.

Bu yeni korreksiyon metodunda fleksibl torakal eğriliklerde, üst uç vertebraya ve Apikal bölge üzerinde ara omurlara pediküler çengeller yerleştirilir, alt uç omurlara ve bir nötral vertebraya pediküler vidalar konulur. Daha sonra Apikal bölgede 3 veya 4 omur seviyesine multiflaman titanyum çift adet kablo konulur. Normal fizyolojik konturlara göre prebend edilen rod üst çengel ve alt

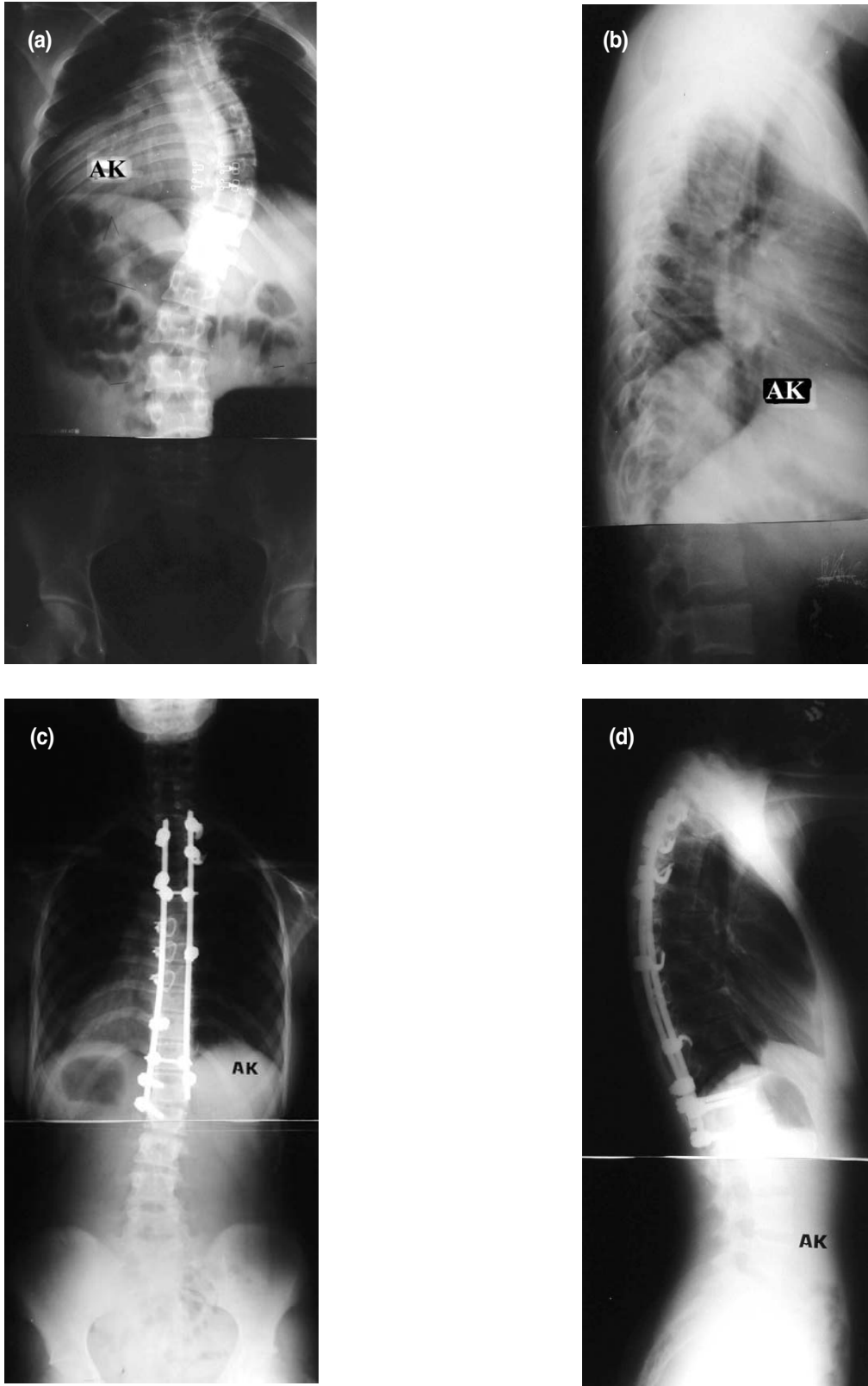


vidalara yerleştirilip eğriliğe uyacak şekilde yatırılır. Apikal bölgedeki her seviye konulan kablo çiftlerinden biri rodtan geçirilip gerdirici ile sıkılır, böylece sagittal konturlara uyacak şekilde eğrilik roda yaklaşır ve translasyon gerçekleştirilmiş olur. Daha sonra vertebraya çok sıkı bir şekilde fikse edilmiş rod vertebra ile birlikte 90° derote edilerek, roda verilen eğrilikler sagittal plana getirilmiş olur. Daha sonra ikinci tellerde, diğer tellere çapraz olacak şekilde rodtan geçirilip sıkılır ve ikinci bir translasyon gerçekleştirilmiş olur. Daha sonra konveks rod yerleştirilip, çapraz bağlantılar konulduktan sonra işlem bitirilir <sup>(33)</sup>.

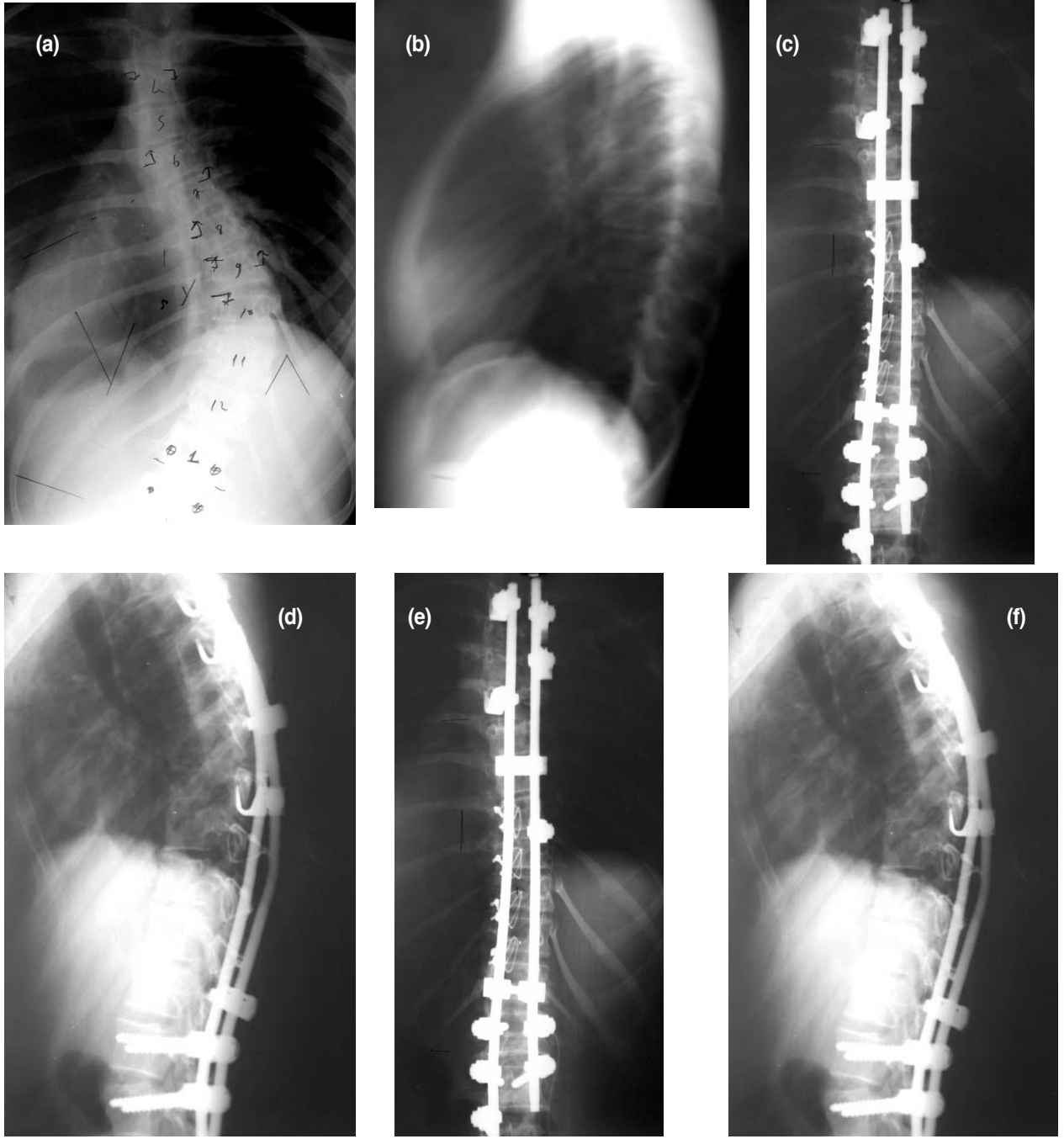
Rijid eğriliklerde (60° üzeri) mutlaka yeterli anterior gevşetme yapılmalıdır. Anterior girişim sırasında kaburga hörgücünün düzelmesi için Apikal bölgedeki 3 veya 4 kaburganın vertebral ucundan 2 cm'lik kısımları eksize edilmelidir. Bu eğriliğin korreksiyonuna da yardımcı olacaktır. Çift majör eğriliklerde, torakal bölge stratejisi benzer olarak uygulanırken lomber bölgedeki tüm statejik omurlara pediküler vida konularak işlem gerçekleştirilir <sup>(33)</sup>.

Benli ve arkadaşlarının önerdiği bir güçlendirilmiş korreksiyon tekniği basamaklı olarak uygulanan bir düzeltme manevrasını içermektedir. İlk aşama translasyon, ikinci aşama tek başına rodun değil vertebraya sıkıca bağlanmış halde rodun yani vertebranın derotasyonu ve son aşama ise translasyon manevrasıdır. Bu yönüyle teknik hem diğer güçlendirme tekniklerinden hem de Isola enstrümantasyonundan farklıdır <sup>(33)</sup>.

Benli ve arkadaşlarının 2004 yılında yayınladıkları, 1996 ile 2002 yılları arasında bu tekniği kullanarak opere ettikleri 45 idiopatik skolyozlu hastanın minimum iki yıllık takip sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmada, tüm eğrilikler dahil edildiğinde % 79.9 ± 13.5 korreksiyon elde edildiği, korreksiyon kaybının ortalama 2.9° olduğu final korreksiyon oranının ise ortalama % 74.3 ± 14.3 olduğu bildirilmiştir. Fleksibl tek torakal eğriliklerde elde edilen korreksiyon oranı % 89.1 ± 6.3, Tip IV eğriliklerde bu oran % 83.2 ± 12.6'dır. Hastaların torakal bölgede % 97.8'inde, lomber bölgede % 80.7'sinde fizyolojik sagittal konturların oluşturulduğu saptanmıştır (Şekil-42). Tip IV ve Tip II eğriliklerde diğer derotasyon sitemlerinde görülen torakolomber bileşke kifoza sorunu ile karşılaşılmamıştır (Şekil-43). Hastaların tamamında tam veya klinik olarak gövde dengesinin oluşturulduğu, erken veya geç bir komplikasyona rastlanmamıştır. Tüm hastalarda solid füzyon kitlesi elde edildiği belirlenmiş, hiçbir hastada nörolojik defisit görülmemiştir. Bu verilerin ışığı altında Benli ve arkadaşları, sublaminar tellerle güçlendirilmiş üçüncü nesil enstrümantasyon sistemi kullanılarak yapılan translasyon – derotasyon kombine korreksiyon yönteminin idiopatik skolyozda daha hem frontal hem de sagittal planda fazla korreksiyon elde edilmesi konusunda güvenli ve etkili bir yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir <sup>(33)</sup>.



**Şekil 42.** Sublaminar tellerle güçlendirilmiş 3. nesil enstrümantasyonu ile tedavi edilen Tip III eğriliğe sahip 16 yaşındaki kız hasta (A.K.)'nin preoperatif (a) ön-arka, (b) yan ve postoperatif 72 ay sonraki kontrol (c) ön-arka ve (d) yan grafileri. %91 düzelme edilmiş olup, korreksiyon kaybı saptanmamıştır.



**Şekil 43.** Sublaminar tellerle güçlendirilmiş 3. nesil enstrümantasyonu ile tedavi edilen Tip IV eğriliğe sahip 16 yaşındaki kız hasta (U.S.)'nin preoperatif (a) ön-arka, (b) yan ve postoperatif (c) ön-arka ve (d) yan ve ;obko;enakif 60. ay kontrol (e) ön-arka ve (f) yan grafileri. % 90 düzelme edilmiş olup, 4° korreksiyon kaybı saptanmıştır.

#### SONUÇ:

Son 20 yıldır idiopatik skolyozun tedavisinde büyük gelişmeler yaşanan yıllar olmuştur. Öncelikle hastalığın üç boyutlu patolojisi ve doğal

seyri çok iyi anlaşılmış ve hasta merkezli tedavi yaklaşımları benimsenmeye başlanmıştır. Majdouline ve arkadaşlarının yaptıkları çok merkezli çalışmada, omurga cerrahlarının

idiopatik skolyozun tedavisinde temel amaçlarının frontal ve sagittal dengenin sağlanması olduğunu göstermektedir<sup>(132)</sup>. Wright ve arkadaşlarının 2007 yılında yaptıkları çalışma, omurga cerrahlarının, idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde, hastaların klinik sonuçlara bakarak kullanacakları enstrümantasyon sistemini seçmediklerini göstermektedir<sup>(189)</sup>. Klinik sonuçlar değerlendirilirken hasta memnuniyeti, fonksiyonel kapasitesi ve kozmetik görünümü ön planda tutulmaya başlanmıştır. Üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleri, tüm dünyada yaygın olarak kullanılmakta üç düzlemde de yüksek korreksiyon oranları elde edildiğini bildiren bir çok yayın yapılmıştır. Günümüzde eskiden uygulanan korreksiyon yöntemleri terk edilmiş, bir çok enstrümantasyon sisteminin üretimi ve kullanımı durmuş ve tarihe karışmıştır.

Bu gün için translasyon ve derotasyon manevraları idiopatik skolyozda düzeltici manevralar olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda güçlendirilmiş korreksiyon teknikleri ile eğriliğin güvenli bir şekilde daha fazla düzeltme çabaları, hastaların kozmetik yakınlıklarını ortadan kaldırmaya yöneliktir. 2000'li yıllardan itibaren Suk'un başlattığı ve Avrupa'da Harms'ın popülerize ettiği torakal omurlar dahil tüm seviyelere transpediküler segmenter vida uygulaması, en yaygın kullanılan yöntemdir. Sisteme ait sonuçlar, önceki 3. nesil sistemlerle elde edilen düzeltme oranlarının çok üstündedir. Kullanımın fazlalaşması ve deneyimlerin artışı ile birlikte nörolojik defisit oranları da oldukça düşük olarak bildirilmektedir. Buna karşın bu yöntemin en önemli olumsuz tarafı, bir hasta için çok sayıda vida kullanımı ile maliyetlerin belirgin olarak artmış olmasıdır. Bu sistemle birlikte en çok tercih edilen düzeltici manevra ise traslasyondur.

Bu gün için ideal metalurjik, biyomekanik özelliklere sahip bir enstrümantasyon sistemi

olmadığı gibi, herkezin uzlaşacağı ve kabul edeceği ideal bir korreksiyon metodu da yok gibi görünmektedir. Önümüzdeki yıllar bu konuda önemli ve büyük gelişmelere gebecektir.

#### KAYNAKLAR:

- 1- Aaro S, Dahlborn M. Estimation of vertebral and the spinal and rib cage deformity in scoliosis by computer tomography. *Spine* 1981; 6: 460-467.
- 2- Aaro S. The role of Harrington instrumentation on the longitudinal axis rotation of the apical vertebrae and on the spinal and rib cage deformity in idiopathic scoliosis studied by computerized tomography. *Spine* 1982; 7: 456-462.
- 3- Akbarnia BA, Scheid KD, Merenda JT, Graviss E. The three dimensional correction of CD instrumentation in idiopathic scoliosis. In: *5<sup>th</sup> International Congress on Cotrel Dubousset Instrumentation*. Sauramps Medical, Montpellier, 1988; pp: 39-43.
- 4- Akbarnia BA. Selection of methodology in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 2: 319 – 329.
- 5- Akçali O, Alici E, Koşay C. Apical instrumentation alters the rotational correction in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2003; 12 (2): 124 – 129.
- 6- Asher MA, Strippgen WE, Heinig CF, Carson WL. Isola spinal implant system. *Semin Spine Surg* 1992; 4: 1751-81
- 7- Asher MA, Cook LT. The transverse plane evaluation of the most common adolescent idiopathic scoliosis deformities. A cross-sectional study of 181 patient *Spine* 1995; 20: 1386-1391.
- 8- Asher MA. Isola spinal instrumentaion system for idiopathic scoliosis. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.), *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott – Raven Publishers, Philedelphia, 1997; pp: 569-609.
- 9- Asher MA. Practice audit. In: 5th European Isola Meeting, Amsterdam, Netherlands, February 20-21, 1998.



- 10- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. Spine deformity correlates better than trunk deformity with idiopathic scoliosis patients' quality of life questionnaire responses. *Stud Health Technol Inform* 2002; 91: 462-464.
- 11- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. Discrimination validity of the scoliosis research society – 22 patient questionnaire : relationship to idiopathic scoliosis curve pattern and curve size. *Spine* 2003; 28 (1): 74-78.
- 12- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. Scoliosis research society – 22 patient questionnaire: responsiveness to change associated with surgical treatment. *Spine* 2003; 28 (1): 70-73.
- 13- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. The reliability and concurrent of the scoliosis research society – 22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis. *Spine* 2003; 28 (1) : 36-69.
- 14- Asher M, Lai SM, Burton D, Mana B, Cooper A. Safety and efficacy of Isola instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis: two – to 12-year follow-up. *Spine* 2004; 29 (18): 2013 – 2023.
- 15- Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B. The influence of spine and trunk deformity on preoperative idiopathic scoliosis patients' health-related quality of life questionnaire responses. *Spine* 2004; 29 (8) : 861-868.
- 16- Ashman RB, Birch JG et al. Mechanical testing of spinal instrumentation . *Clin Orthop* 1988; 227: 113 – 125.
- 17- Ashman RB, Herring JA, Johnston CE II, Lowery GL, Sutterlin CE III. *TSRH Universal Spinal Instrumentation*. Hundley and Associates Publishing, Dallas, 1993.
- 18- Ashman RB, Herring JA, Johnston CE. Texas Scottish Rite Hospital (TSRH) Instrumentation System. In: Bridwell KH, DeWald RL (eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. 2nd ed. Lippincott-Raven, Philadelphia, 1992; pp 219-248.
- 19- Bago J, Climent JM, Ey A, Perez-Grueso FJ, Izquierdo E. The spanish version of the SRS-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis: transcultural adaptation and reliability analysis. *Spine* 2004; 29 (15): 1676-1680.
- 20- Bago J, Ramirez M, Pellise F, Villanueva C. Survivorship analysis of Cotrel – Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2003; 12 (4): 435–439.
- 21- Barr SJ, Schuettke AM, Emans JB. Lumbar pedicle screws versus hooks. Results in double curves in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1997; 22:1369-1379.
- 22- Behensky H, Cole AA, Freeman BJ, Grevitt MP, Mehdian HS, Webb JK. Fixed lumbar apical vertebral rotation predicts spinal decompanation in Lenke type 3C adolescent idiopathic scoliosis after selective thoracic correction and fusion. *Eur Spine J* 2007; 16 (10): 1570-1578.
- 23- Benli İT, Çeliker Ö, Tüzüner M, Özgün G. The effect of induced hypotension and tissue trauma on renal function in scoliosis surgery with Cotrel - Dubousset Instrumentation. *JTSS* 1990; 1 (4): 33-36.
- 24- Benli İT, Akalın S, Çıtak M, Tüzüner M, Kış M, Mumcu EF. Sagittal and transverse plane analysis of idiopathic scoliosis patients whom Cotrel - Dubousset instrumentation is used. *JTSS* 1992; 2 (1): 37-44.
- 25- Benli İT, Çıtak M, Akalın S, Tandoğan NR, Mumcu EF, Kış M. Late onset idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde Cotrel-Dubousset instrumentasyonu sonuçları. *Hacettepe J Orthop Surg* 1992; 2 (1): 13-21.
- 26- Benli İT, Tüzüner MM, Kış M, Akalın S, Çıtak M, Mumcu EF. Cotrel – Dubousset tekniğinin derotasyonel etkisinin kompüterize tomografi ile değerlendirilmesi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1993; 27: 28-32.
- 27- Benli İT, Akalın S, Tuzuner MM, Tandogan NR, Çıtak M, Mumcu EF. Three-dimensional analysis treated with Cotrel-Dubousset Instrumentation. *GICD'93*. Sauramps Medical, Montpellier, 1994; pp: 26-35.
- 28- Benli İT, Tuzuner M, Akalın S, Kis M, Aydin E, Tandogan R. Spinal imbalance and decompanation problems in patients treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Eur Spine J* 1996; 5: 380-386.

- 29- Benli IT, Akalın S, Kis M, Citak M, Kurtulus B, Duman E. The results of anterior fusion and Cotrel – Dubousset – Hopf instrumentation in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2000; 9 (6): 505–515.
- 30- Benli IT, Akalın S, Aydın E, Baz A, Citak M, Kiş M, Duman E. Isola spinal instrumentation system for idiopathic scoliosis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001; 121 (1 – 2): 17–25.
- 31- Benli IT, Akalın S, Kis M, Citak M, Aydın E, Duman E. Frontal and sagittal balance analysis of late onset idiopathic scoliosis treated with third generation instrumentation. *Kobe J Med Sci* 2001; 47 (6): 231 – 253.
- 32- Benli İT, Kiş M, Çitak M, Akalın S. Trunk balance analysis of late onset idiopathic scoliosis patients treated with TSRH instrumentation. 6TH International Congress on Spinal Surgery, Ankara, 4-7 October, 2002 (Abstract). *Eur Spine J* 2002; 11 (4): 412.
- 33- Benli IT, Büyükgüllü O, Altug T, Akalın S, Kurtuluş B, Aydın E. Augmentation of third generation instrumentation with sublaminar titanium wiring in late onset idiopathic scoliosis: the surgical results and analysis of trunk balance. *Kobe J Med Sci* 2004; 50 (3 – 4): 83 – 100.
- 34- Benli IT, Ates B, Akalın S, Citak M, Kaya A, Alanay A. Minimum 10 years follow-up surgical results of adolescent idiopathic scoliosis patients treated with TSRH instrumentation. *Eur Spine J* 2007; 16 (3):381 – 391.
- 35- Benson DR. The effect of Harrington rod distraction on vertebral rotation and thoracic compression. *Clin Orthop Rel Res* 1977; 125: 40-44.
- 36- Bernard TN, Jonston CE et al. Late complication of wire breakage in segmental spinal instrumentation *J Bone Joint Surg* 1982; 65 – A: 1339 – 1342.
- 37- Bernhard M. Normal spinal anatomy: normal sagittal plane alignment. In: Bridwell, KH, DeWald, RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Lippincott - Raven Publishers, Philadelphia, 1997; pp: 188-189.
- 38- Bergoin M, Bollini G, Hornung H, Tallet JM, Gennari JM. Is the Cotrel – Dubousset really universal in the surgical treatment of idiopathic scoliosis? *J Pediatr Orthop* 1988; 8 (1): 45–48.
- 39- Betz RR, Harms J, Clements DH, Lenke LG, Lowe TG, Shufflebarger HL, Jeszenszky D, Bele B. Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24 (3): 225–239.
- 40- Bialik V, Piggott H. Pseudarthrosis following treatment of idiopathic scoliosis by Harrington instrumentation and fusion without added bone. *J Pediatr Orthop* 1987; 7 (2): 152–154.
- 41- Bridwell KH, Betz R, Capelli AM, Hum G, Harvey C. Sagittal plane analysis in idiopathic scoliosis patients treated with Cotrel Dubousset instrumentation. In: *6<sup>th</sup> International Congress on Cotrel Dubousset Instrumentation. Sauramps Medical, Montpellier*, 1989; pp: 65-71.
- 42- Bridwell KH, McAllister JW, Betz RR, Huss G, Clancy M, Schoenecker PL. Coronal decompensation produced by Cotrel – Dubousset derotation maneuvers for idiopathic right thoracic scoliosis. *Spine* 1991; 16: 769-777.
- 43- Bridwell KH. Spine update. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: the basics and the controversies. *Spine* 1994; 19:1095-1100.
- 44- Bridwell KH. Spinal instrumentation in management of adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Rel Res* 1997; 335: 64-72.
- 45- Bridwell KH, Hanson DS, Rhee JM, Lenke LG, Baldus C, Blanke K. Correction of thoracic adolescent idiopathic scoliosis with segmental hooks, rods, and Wisconsin wires posteriorly: it's bad and absolute, correct? *Spine* 2002; 27 (18): 2059-2066.
- 46- Brown JC. Cotrel-Dubousset instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. In: Bridwell, KH, DeWald, RL (Eds.). *The Textbook of Spinal Surgery*. Lippincott - Raven Publishers, Philadelphia, 1997; pp: 489-534.

- 47- Bullmann V, Halm HF, Schulte T, Lerner T, Weber TP, Liljenqvist UR. Combined anterior and posterior instrumentation in severe and rigid idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2006; 15 (4): 440-448.
- 48- Bullman V, Halm HF, Niemeyer T, Hackenberg L, Liljenqvist U. Dual-rod correction and instrumentation of idiopathic scoliosis with the Halm-Zielke instrumentation. *Spine* 2003; 28 (12): 1306 – 1313.
- 49- Burton DC, Asher MA, Lai SM. The selection of fusion levels using torsional correction techniques in the surgical treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24 (16): 1728 – 1739.
- 50- Burton DC, Sama AA, Asher MA, Burke SW, Boachie – Adjei O, Huang RC, Green DW, Rawlins BA. The treatment of large (>70 degrees) thoracic idiopathic scoliosis curves with posterior instrumentation and arthrodesis: when is anterior release indicated? *Spine* 2005; 30 (17): 1979 – 1984.
- 51- Chengh I, Kim Y, Gupta MC, Bridwell KH, Hurford RK, Lee SS, Theerajunyaporn T, Lenke LG. Apical sublaminar wires versus pedicle screws – which provides better results for surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis? *Spine* 2005; 30 (18): 2104-2112.
- 52- Chopin D, Morin C. Cotrel-Dubousset instrumentation (CDI) for adolescent and pediatric scoliosis. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds), *The Textbook of Spinal Surgery*. JB Lippincott Company, Philadelphia, 1992; pp: 183-217.
- 53- Coe JD, Arlet V, Donaldson W, Berven S, Hanson DS, Mudiyan R, Perra JH, Shaffrey CI. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine* 2006; 31 (3): 345 – 349.
- 54- Cotrel Y, Dubousset J. *C-D Instrumentation in Spine Surgery: Principles, Technicals, Mistakes and Traps*. Sauramps Medical, Montpellier, 1992.
- 55- Çeliker Ö, Tüzüner M, Benli İT. The results of CD instrumentation in idiopathic scoliosis. *JTSS* 1990; 1 (1): 14-18.
- 56- De Maio F, Dolan LA, De Luna V, Weinstein SL. Posterior spine fusion with Moss- Miami instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis: radiographic, clinical and patient – centered outcomes. *Iowa Orthop J* 2007; 27:28 – 39.
- 57- Delorme S, Labelle H, Poitras B, Rivard CH, Coillard C, Dansereau J. Pre-, intra-, and postoperative three-dimensional evaluation of adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord* 2000; 13 (2): 93-101
- 58- Delorme S, Labelle H, Aubin CE, DeGuise JA, Puitran B, Cuilland C, Demosereas J. Intra-operative comparison of two instrumentation techniques for the correction of adolescent idiopathic scoliosis. Rod rotation and translation. *Spine* 1999; 24 (19): 2012-2017.
- 59- Denis F. Cotrel – Dubousset instrumentation in the treatment of idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 2: 291-311.
- 60- Diab M, Smith AR, Kuklo TR. Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007; 32 (24): 2759-2763.
- 61- Dick JC, Brodke DS, Zdeblick TA, Bartel BD, Kunz DN, Rapoff AJ. Anterior instrumentation of the thoracolumbar spine. A biomechanical comparison. *Spine* 1997; 22 (7): 744-750.
- 62- Dickson JH, Erwin W, Rossi D. Harrington instrumentation and arthrodesis for idiopathic scoliosis a twenty – one year follow-up. *J Bone Joint Surg* 1990; 72: 678-682.
- 63- Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Luhmann SJ, Bridwell KH. Anterior / posterior spinal instrumentation versus posterior instrumentation alone for the treatment of adolescent idiopathic scoliotic curves more than 90 degrees. *Spine* 2006; 31 (20): 2386 – 2391.
- 64- Dove J. Luque segmental spinal instrumentation The use of the Hartshill rectangle. *Orthopaedics* 1987; 10: 955 – 961.

- 65- Dove J. British Scoliosis Society: Morbidity Study. SRS, San Diego, 1985.
- 66- Drummond D. Harrington instrumentation with spinous process wiring for idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Rel Res* 1988; 229: 281-289.
- 67- Dubousset J, Cotrel Y. Application technique of Cotrel-Dubousset Instrumentation for scoliosis deformities. *Clin Orthop Rel Res* 1991; 264: 103-110.
- 68- Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis: a preliminary report. *Clin Orthop* 1969; 62: 191-202.
- 69- Dwyer AF. Experiences of anterior correction of scoliosis. *Clin Orthop* 1973; 93: 191-214.
- 70- Dwyer AF, Schafer MF. Anterior approach to scoliosis. Results of treatment in 51 cases. *J Bone Joint Surg* 1974; 56-B: 218-224.
- 71- Edwards CC, Lenke LG, Peelle M, Sides B, Peinella A, Bridwell KH. Selective thoracic fusion for adolescent idiopathic scoliosis with C modifier lumbar courses. Two to 16 year radiographic and clinical results. *Spine* 2004; 29 (1): 536-546.
- 72- Erwin WD, Dickson JH, Harrington PR. Clinical review of patients with broken Harrington rods. *J Bone Joint Surg* 1980; 62-A: 1302-1308.
- 73- Freeman BL III. Scoliosis and kyphosis. In: Canale ST. Campbell's Operative Orthopedics. 10th edition, Mosby Company, Philadelphia, 2003; pp: 1793-1933.
- 74- Gando H, Asher MA. The evaluation of the derotational decompensation utilizing Isola in ALS (KM Type III) and mid-term effect. In: 5. IMAST, Sorrento, Italy, May 1-3, 1998.
- 75- Giehl JP, Zielke KB. Anterior Zielke instrumentation in thoracolumbar and lumbar curves. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.), *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia, 1997; pp: 627-639.
- 76- Girardi FP, Boachie-Adjei O, Burke S, Rawlins BA. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis 3-dimension correction using torsional translational Isola and derotational CD corrective maneuver A comparison of system. In: 5th International Meeting on Advanced Spine Techniques (IMAST), Sorrento, Italy, May 1-3, 1998.
- 77- Girardi FP, Boachie-Adjei O, Burke SW. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a comparative study of two segmental instrumentation systems. *J Spinal Disorder* 2001; 14 (1): 46-53.
- 78- Girardi FP, Boachie-Adjei O, Rawlins BA. Safety of sublaminar wires with Isola instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 2000; 25 (6): 691-695.
- 79- Gotze C, Liljenqvist UR, Slomka A, Gotze HG, Steinbeck J. Quality of life and back pain : outcome 16.7 years after Harrington instrumentation. *Spine* 2002; 27 (13): 1456-1463.
- 80- Gray JM, Smith BW, Ashley RK, et al. Derotational analysis of Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. *Spine* 1991; 16 (Supl.): 303-391.
- 81- Green NE. The role of Harrington rods and Wisconsin wires in idiopathic scoliosis. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.), *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia, 1997; pp: 469 – 488.
- 82- Gürbüz A, Kış M, Benli IT, Akalın S, Tandoğan R, Mumcu EF. Result and complications of segmenter sublaminar wiring (SSI) method. *JTSS* 1991; 2(4): 35- 40.
- 83- Haher TR, Gourup JM, Shin TM, Homel P, Merola AA, Grogan DP, Pugh L, Lowe TG, Murray M. Results of the Scoliosis Research Society instrument for evaluation of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis. A multicenter study of 244 patients. *Spine* 1999; 24 (14): 1435-1440.
- 84- Haher TR, Merola A, Zipnick RI, Gorup J, Mannor D, Orchowski J. Meta-analysis of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis. A 35-year English literature review of 11,000 patients. *Spine* 1995; 20 (14): 1575-1584.



- 85- Hafer TR, Valdevit A. The use of outcomes instruments in the assessment of patients with idiopathic scoliosis. *Instr Course Lect* 2005; 54: 543-550.
- 86- Halm H, Niemeyer T, Link T, Liljenqvist U. Segmental pedicle screw instrumentation in idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. *Eur Spine J* 2000; 9 (3): 191-197.
- 87- Hammerberg KW, Rodts MF, DeWald RL. Zielke instrumentation. *Orthopaedics* 1988; 11: 1365-1371.
- 88- Hamzaoğlu A, Öztürk C, Aydoğan M, Tezer M, Aksu N, Bruno MB. Posterior only pedicle screw instrumentation with intraoperative halofemoral traction in the surgical treatment of severe scoliosis (> 100 degrees). *Spine* 2008; 33 (9): 979-983.
- 89- Harms J, Jerszensky D, Beele B. Ventral correction of thoracic scoliosis. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.), *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia, 1997; pp: 611-626.
- 90- Harrington PR, Dickson JH. An eleven year clinical investigation of Harrington instrumentation: a preliminary report on 578 cases. *Clin Orthop* 1973; 93: 113-130.
- 91- Hee HT, Yu ZR, Wong HK. Comparison of segmental pedicle screw instrumentation versus anterior instrumentation in adolescent idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. *Spine* 2007; 32 (14): 1533 – 1542.
- 92- Helenius I, Remes V, Yrjonen T, Ylikoski M, Schlenka D, Helenius M, Poussa M. Comparison of long-term functional and radiologic outcomes after Harrington instrumentation and spondylodesis in adolescent idiopathic scoliosis: a review of 78 patients. *Spine* 2002; 27 (2): 176-180.
- 93- Herring JA, Wenger DR. Early complications of segmental spinal instrumentation. *Orthop Trans* 1982; 6: 361 – 374.
- 94- Herring JA. (Ed.), 2002. *Tachdjian's Pediatric Orthopedics from Texas Scottish Rite Hospital for Children*. 3<sup>rd</sup> Ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, pp: 213-260.
- 95- Hopf CG, Eysel P, Dubousset J. Preliminary report on new anterior spinal instrumentation. *Eur Spine J* 1995; 4: 194-199.
- 96- Hopf CG, Eysel P, Dubousset J. Operative treatment of scoliosis with Cotrel – Dubousset – Popf instrumentation. *Spine* 1997; 22 (6): 618-628.
- 97- Ibrahim K, Benson L, Goldberg B. Cotrel - Dubousset instrumentation for right thoracic type curves; compensation versus decompensation. In: *6th International Congress on CDI*, Sauramps Medical, Montpellier, 1989; pp: 59-63.
- 98- Jeng CL, Sponseller PD, Tolo VT. Outcomes of Wisconsin instrumentation in idiopathic scoliosis. Minimum 5-year follow-up. *Spine* 1993; 18 (12): 1584-1590.
- 99- Johnston CE II, Ashman RB, Corin JD. Mechanical effects of crosslinking rods in Cotrel - Dubousset instrumentation. *Orthop Trans* 1987; 11: 96-101
- 100- Johnston CE, Ashman RB et al. Mechanical consequences of rod contouring and residual scoliosis in sublaminar segmental instrumentation. *J Orthop Res* 1987; 5: 206 – 213.
- 101- Johnston CE, Ashman RB, Richards BS, Herring JA. TSRH universal spine instrumentation. In: Bridwell KH, DeWald RL (Eds.), *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia, 1997, pp: 535-567.
- 102- Kaneda K, Fujiya N, Satch S. Results of Zielke instrumentation for idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. *Clin Orthop* 1986; 205: 195-203.
- 103- Kaneda K, Shono Y, Satch S, Abumi K. Anterior correction of the racic scoliosis with Kaneda anterior spinal system. A preliminary report. *Spine* 1997; 22 (12): 1358-1368.
- 104- Kaneda K, Shono Y. Kaneda anterior multi-segmental instrumentation – two rod system for the treatment of thoracolumbar and lumbar scoliotic curves. In: Bridwell KH,

- DeWald RL (Eds.), *The Textbook of Spinal Surgery*. Second Edition, Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1997; pp: 641-663.
- 105- Kim YJ, Lenke LG, Cho SK, Bridwell KH, Sides B, Blanke K. Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29 (18): 2040-2048.
- 106- King HA. Selection of fusion levels for posterior instrumentation and fusion in idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 19 : 247-55.
- 107- Kış M, Benli İT, Çıtak M, Tüzüner M, Aydın E. The result of late onset idiopathic scoliosis treated with TSRH instrumentation. *JTSS* 1994; 5 (4) : 147-153.
- 108- Kohler R, Galland OD, Mechin H, Michel CR, Onimus M. The Dwyer procedure in the treatment of idiopathic scoliosis. A 10-year follow-up review of 21 patients. *Spine* 1990; 15: 75-80.
- 109- Kostuik JP, Carl A, Ferron S. Anterior Zielke instrumentation for spinal deformity in adults. *J Bone Joint Surg Am* 1989; 71 (6): 898 – 912.
- 110- Labella H, Dansereau J, Bellefleur C, Guise J, Rivard CH, Poitras B. Preoperative three-dimensional correction of idiopathic scoliosis with the Cotrel -Dubousset procedure. *Spine* 1995; 20: 1406-1409.
- 111- Labelle H, Dansereau J, Bellefleur C, Poitras B, Rivard CH, Stokes IA, DeGuise J. Comparison between preoperative and postoperative three-dimensional reconstructions of idiopathic scoliosis with the Cotrel-Dubousset procedure. *Spine* 1995; 20 (23): 2487-2492.
- 112- LaGrone MO, King HA. Idiopathic adolescent scoliosis: indications and expectations. In: Bridwell KH, Dewald RL. *The Textbook of Spinal Surgery*. Lippincott – Raven Publishers, Philadelphia, 1997; pp: 425-450.
- 113- Lafage V, Dubousset J, Lavaste F, Skalli W. 3D finite element simulation of Cotrel – Dubousset correction. *Comput Aided Surg* 2004; 9 (1-2): 17-25.
- 114- Large DF, Doig WG, Dickens DV, Torode IP, Cole WG. Surgical treatment of double major scoliosis. Improvement of the lumbar curve after fusion of the thoracic curve. *J Bone Joint Surg* 1991; 73-B: 121-124
- 115- Laxer E. A further development in spinal instrumentation. Technical commission for spinal surgery of the ASIF. *Eur Spine J* 1994; 3: 347-352
- 116- Lenke LG, Bridwell KH. Preventing decompensation in King type-2 curves treated with Cotrel-Dubousset instrumentation: strict guidelines for selective thoracic fusion. *Spine* 1992; 17 (suppl.): 274.
- 117- Lenke LG, Bridwell KH, et al. Cotrel-Dubousset instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1992; 74-A: 1056.
- 118- Lenke LG, Bridwell KH, O'Brien MF, Baldus C, Blanke K. Recognition and treatment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine* 1994; 19: 1589-1597.
- 119- Lenke LG, Edward CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic Scoliosis: How it organizes curve patterns as a template to perform selective fusion of the spine. *Spine* 2003; 15: 28 (20): 5199-5207.
- 120- Lepsien U, Bullmann V, Hackenberg L, Liljenqvist U. Long-term results of posterior correction and fusion of scoliosis using the Cotrel-Dubousset instrumentation. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2002; 140 (1): 77-82 (Abstract).
- 121- Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, Niemeyer T, Halm H. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J* 2002; 11 (4): 336 –343.
- 122- Liljenqvist UR, Bullmann V, Schulte TL, Hackenberg L, Halm HF. Anterior dual rod instrumentation in idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J* 2006; 15 (7):1118-1127.

- 123- Liljenqvist UR, Halm HF, Link TM. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis. *Spine* 1997; 22 (19): 2239 – 2245.
- 124- Lonstein J. Decompensation with Cotrel – Dubousset instrumentation: a multicenter study. Presented in Annual Meeting SRS, Miniapolis, 1991.
- 125- Lonstein JE. Cast techniques. In: Bradford DS, Lonstein JE, Moe JH, Ogilvie JW, Winter RB (Eds.), *Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities*. 2nd Edition, WB Saunders Company, Philadelphia, 1987; pp: 119-133.
- 126- Lovallo JL, Banta JV, Rensbow TS. Adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod distraction and fusion. *J Bone Joint Surg* 1986; 68-A: 1326-1330.
- 127- Lowe TG. Morbidity and mortality report of the SRS, Vancouver, Canada, 1987.
- 128- Luque ER. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. *Clin Orthop* 1982; 163: 192 – 198.
- 129- Luque ER. *Segmental Spinal Instrumentation*. Thorofore Slack, New Jersey, 1984.
- 130- Luk KD, Leong JC, Reyes L, Hsu LC. The comparative results of treatment in idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis using Harrington, Dwyer and Zielke instrumentation. *Spine* 1989; 14: 275-280.
- 131- Mac – Thiong JM, Labelle H, Poitras B, Rivard CH, Joncas J. The effect of intraoperative traction during posterior spinal instrumentation and fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29 (14): 1549 – 1554.
- 132- Majdouline Y, Aubin CE, Robitaille M, Sarwark JF, Labelle H. Scoliosis correction objectives in adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2007; 27 (7): 775-781.
- 133- Mason DE, Carango P. Spinal decompensation in Cotrel-Dubousset Instrumentation. *Spine* 1991; 16: S394-403.
- 134- Merola AA, Haheer TR, Brkariç M, Panagopoulos G, Mothur S, Kohani U, Lowe TG, Lenke LG, Wenger DR, Newton PO, Clements DH, Betz RR. A multicenter study of the outcomes of the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis using the Scoliosis Research Society (SRS) outcome instrument. *Spine* 2002; 27 (18): 2046-2051.
- 135- Moe JH. Methods of correction and surgical techniques in scoliosis. *Orthop Clin Nort Am* 1972; 3: 17 – 21.
- 136- Moe JH, Purcell GA, Bradford DS. Zielke instrumentation (VDS) for the correction of spinal curvature. Analysis of results in 66 patients. *Clin Orthop* 1983; 180: 133-153.
- 137- Moe JH, Byrd JA, III. Idiopathic Scoliosis. In: Bradford DS, Lonstein JE, Moe JH, Ogilvie JW, Winter RB (Eds.), *Moe's Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities*. 2nd Edition, WB Saunders Company, Philadelphia, 1987; pp: 191-232.
- 138- Money G, Maclin AJ. Short posterior fusion for patients with thoracolumbar idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1999; 364: 32-39.
- 139- Moore SU, Eilert RE. Segmental spinal instrumentation, complications correction and indications. *Orthop Trans* 1983; 7: 413-421.
- 140- Muschik M, Schlenzka D, Robinson PN. Dorsal instrumentation for idiopathic adolescent thoracic scoliosis rod rotation versus translation. *Eur Spine J* 1999; 8: 93-99.
- 141- Muschik MT, Kimmich H, Demmel T. Comparison of the anterior and posterior double – rod instrumentation for thoracic idiopathic scoliosis: results of 141 patients. *Eur Spine J* 2006; 15 (7): 1128 – 1138.
- 142- Nagata H, Onomura T, Watanabe H et al. Study on derotational effect of CD instrumentation. In: *4<sup>th</sup> Proceeding of International Congress on Cotrel - Dubousset Instrumentation*. Sauramps Medical, Montpellier, 1987; pp: 75-86.
- 143- Ogiela DM, Chan DP. Ventral derotation spondylodesis: a review of 22 cases. *Spine* 1986; 11: 18-22.
- 144- Ogilvie JW. Anterior spine fusion with Zielke instrumentation for idiopathic scoliosis in

- adolescents. *Orthop Clin North Am* 1988; 2: 313-317.
- 145- Otani K, Saito M, Sibasaki K. Anterior instrumentation in idiopathic scoliosis: a minimum follow-up of 10 years. *Int Orthop* 1997; 21: 4-8.
- 146- Padua R, Padua S, Aulisa S, Ceccarelli E, Padua L, Romanini E, Zanoli G, Campi A. Patient outcomes after Harrington instrumentation for idiopathic scoliosis : a 15- to 28- year evaluation. *Spine* 2001; 26 (11): 1268-1273.
- 147- Perez-Grueso FS, Fernandez-Baillo N, Arauz de Robles S, Garcia Fernandez A. The low lumbar spine below Cotrel – Dubousset instrumentation: long – term findings. *Spine* 2000; 25 (18): 2333-2341.
- 148- Petit Y, Aubin CE, Labelle H. Spinal shape changes resulting from scoliotic spine surgical instrumentation expressed as intervertebral rotations and centers of rotation. *J Biomech* 2004; 37 (2): 173-180.
- 149- Potter BK, Kuklo TR, Lenke LG. Radiographic outcomes of anterior spinal fusion versus posterior spinal fusion with thoracic pedicle screws for treatment of Lenke Type I adolescent idiopathic scoliosis curves. *Spine* 2005; 30 (16): 1859-1866.
- 150- Puno RM, Johnson JR, Osterman PAW, Holt RT. Analysis of the primary and compensatory curvatures following Zielke instrumentation for idiopathic scoliosis. *Spine* 1989; 14: 738-743.
- 151- Puno RM, Grussfeld SL, Johnson JR, et al. Cotrel - Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. *Spine* 1992; 17: S258-262.
- 152- Remes V, Helenius I, Schlenzka D, Yrjonen T, Ylikoski M, Poussa M. Cotrel–Dubousset (CD) or Universal Spine System (USS) instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis (AIS): comparison of midterm clinical, functional, and radiologic outcomes. *Spine* 2004; 29 (18) : 2024-2030
- 153- Renshaw TS. The role of Harrington instrumentation and posterior spine fusion in the management of adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 19 (2): 257-267.
- 154- Rhee JM, Bridwell KH, Won DS, Lenke LG, Chotigavanichaya C, Hanson DS. Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis: the effect of anterior versus posterior instrumentation. *Spine* 2002; 27 (21): 2350 – 2356.
- 155- Richard BS. Lumbar curve response in Type II idiopathic scoliosis after posterior instrumentation of the thoracic curve. *Spine* 1992; 17: 282-286.
- 156- Richard BS, Herring JA, Johnston CE, Birch JG, Roach JW. Treatment of adolescent idiopathic scoliosis using Texas Scottish Rite Hospital instrumentation. *Spine* 1994; 19: 1598-1608.
- 157- Richards BS, Birch JG, Herring JA, Johnston CE, Roach JW. Frontal plane and sagittal plane balance following Cotrel-Dubousset instrumentation for idiopathic scoliosis. *Spine* 1989; 14: 733-737.
- 158- Rinella A, Lenke L, Peelle M, Edwards C, Bridwell KH, Sides B. Comparison of SRS questionnaire results submitted by both parents and patients in the operative treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29 (3): 303-310
- 159- Sanders AE, Baumann R, Brown H, Johnston CE, Lenke LG, Sink E. Selective anterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves in adolescents: when can the associated thoracic curve be left unfused. *Spine* 2003; 28 (7): 706 – 713.
- 160- Sawatzky BJ, Tredwell SJ, Jang SB, Black AH. Effect of three -dimensional assessment on surgical correction and hook strategies in multi - hook instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1998; 23:201-5
- 161- Shufflebarger HL. Cotrel Dubousset spinal instrumentation. In: Weinstein SL (Ed.). *The Pediatric Spine: Principles and Practice*. Raven Press, New York, 1994



- 162- Shufflebarger JL, Crawford AH. Is Cotrel - Dubousset instrumentation the treatment of choice for idiopathic scoliosis in the adolescent who has an operative thoracic curve? *Orthopaedics* 1988; 11: 1579-1588
- 163- Silverman BJ, Greenberg PE. Idiopathic scoliosis posterior spine fusion with Harrington rod and sublaminar wiring. *Orthop Clin North Am* 1988; 2: 268 – 279.
- 164- Stagnara P. *Spinal Deformity*. Vol.1, Butterworth Publishers, Somerset, 1988.
- 165- Stasikelis PJ, Pugh LI, Allen BL. Surgical corrections in scoliosis: a meta-analysis. *J Pediatr Orthop* 1998; 7 (2): 111-116.
- 166- Suk SI, Lee CK, Chung SS. Comparison of Zielke ventral derotation system and Cotrel – Dubousset instrumentation in the treatment of idiopathic lumbar and thoracolumbar scoliosis. *Spine* 1994; 19 (4): 419-429.
- 167- Suk SI, Lee CK. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1995; 20: 1399-1407.
- 168- Swank S, Lonstein JE, Moe JH, Winter RB, Bradford DS. Surgical treatment of adult scoliosis. A review of two hundred and twenty – two cases. *J Bone Joint Surg* 1981; 63-A (2): 268-287.
- 169- Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, Balanke KM, Whorton J. Prospective radiographic and clinical outcomes and complications of single solid rod instrumented anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2001; 26 (18): 1956-1965.
- 170- Takahashi S, Delecrin J, Passuti N. Changes in the unfused lumbar spine in patients with idiopathic scoliosis. A 5- to 9-year assessment after Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine* 1997; 22 (5): 517-523
- 171- Thompson GH, Willbur RE, Shaffer JW, et al. Segmental spinal instrumentation in idiopathic scoliosis: a preliminary report. *Spine* 1985; 10: 623-630
- 172- Thompson JP, Transfeldt EE, Bradford DS, Ogilvie JW, Boachie-Adjei O. Decomensation after Cotrel Dubousset instrumentation of idiopathic scoliosis. *Spine* 1990; 15: 927-931.
- 173- Tolo VT. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Instr Course Lect*. 1989; 38: 143 – 156.
- 174- Transfeldt E, Thompson J, Bradford D. Three dimensional changes in the spine following CDI for adolescent idiopathic scoliosis. In: *6<sup>th</sup> International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation*, Sauramps Medical, Montpellier, 1989; pp: 73-80.
- 175- Transfeldt E, Thompson J, Bradford D. The three dimensional deformity in adolescent idiopathic scoliosis with special reference to rotation and coupling. In: *6<sup>th</sup> Proceeding of the International Congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation*, Sauramps Medical, Montpellier, 1989; pp: 81-88.
- 176- Turi M, Johnston CE, Richards BS. Anterior correction of idiopathic scoliosis using TSRH instrumentation. *Spine* 1993; 18: 417-422.
- 177- Us K, Yilmaz C, Altan M, Yavuz OY, Sinan B. Subtransverse process wiring; a new technique of segmental of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2001; 26 (21): 2392-2396.
- 178- Van Lackum HL, Smith AF. Removal of vertebral bodies in the treatment of scoliosis. *Surg Gynecol Obstet* 1933, 57: 250.
- 179- Wang ST, Ma HL, Lin CF, Liu CL, Yu Wk, Lo Wh. Surgical treatment of adult idiopathic scoliosis – comparison of two instrumentations. *Int Orthop* 2002; 26 (4): 207-210.
- 180- Watanabe K, Lenle LG, Bridwell KH, Kim YJ, Watanabe K, Kim YW, Kim YB, Hensley M, Stobbs G. Comparison of radiographic outcomes for the treatment of scoliotic curves greater than 100 degrees: wires versus hooks versus screws. *Spine* 2008; 33 (10): 1084-1092.,
- 181- Webb JK, Burwell RG, Cole AA, Lieberman I. Posterior instrumentation in scoliosis. *Eur Spine J* 1995; 4: 2-5.

- 182- White SF, Asher MA, Lai SM, Burton DC. Patients' perceptions of overall function, pain, and appearance after primary posterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24 (16): 1693-1699.
- 183- White SF, Asher MA, Lai SM, Burton DC. Patients' perception of overall function, pain, and appearance after primary posterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. Discussion. *Spine* 1999; 24 (16): 1699-1700.
- 184- Willber RG, Thompson GH et al. Postoperative neurological deficit in segmental spinal instrumentation. *J Bone Joint Surg* 1984; 66 – A: 1178 – 1187.
- 185- Willers U, Hedlund R, Aaro S, Normelli H, Westman L. Long-term results of Harrington instrumentation in idiopathic scoliosis. *Spine* 1993; 18 (6): 713-717.
- 186- Winter RB, Lonstein JE, Vander Brink K. Harrington rod with sublaminar wires in the treatment of idiopathic thoracic scoliosis, a study of sagittal plane correction. *Orthop Trans* 1987; 11: 89 – 95.
- 187- Wood KB, Obewski JM, Schendel MS, Boachie-Adjei O, Gupta M. Rotational changes of the vertebral pelvis axis after sublaminar instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1997; 22: 51-57.
- 188- Wood KB, Transfeldt EE, Ogilvie SW, et al. Rotational changes of the vertebral-pelvis axis following Cotrel-Dubousset Instrumentation. *Spine* 1991; 16: 404-408.
- 189- Wright JC, Donaldson S, Howard A, Stephens D, Alman B, Hedden D. Are surgeons preferences for instrumentation related to patient outcomes? A randomized clinical trial of two implants for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2007; 89-A (12): 2684-2693.
- 190- Yazar T, Gürkan I, Yilmaz C. A new approach to scoliosis. *Eur Spine J* 1999; 8(2): 86-92.
- 191- Zielke K, Stunkat R, Beaujean F. Ventrale derotations – spondylodesis. *Arch Orthop Unfallchir* 1976; 85 (3): 257-277.
- 192- Zielke K. Ventral derotation spondylodesis. Results of treatment of cases of idiopathic scoliosis. *Z Orthop* 1982; 120 (3): 320-329.

