

OMURGA DEFORMİTELERİNDE DÜZELTİCİ OSTEOTOMİLER

CORRECTIVE OSTEOTOMIES IN SPINE DEFORMITIES

R. Özgür ÖZER *, Murat DEMİREL *, Oğuz KARAEMİNOĞULLARI **

ÖZET:

Omurganın ileri derecedeki deformiteleri cerrahi açıdan tedavisi zor olan problemlerdir. Bu tür deformiteler sebep oldukları duruş ve yürüyüş bozukluklarıyla fonksiyonel ve aynı zamanda psikolojik problemler yaratırlar.

Omurga cerrahisinde uygulanan düzeltici osteotomiler teknik olarak uygulaması zor yöntemler olup özellikle ileri derecedeki deformitelerin tedavisinde artan başarı oranları ile kullanılmaktadırlar.

Smith-Petersen osteotomisi (SPO), pedikül subtraksiyon osteotomisi (PSO) ve vertebral kolon rezeksiyonu (VKR) en bilinen osteotomi yöntemleri olup yıllar içinde değişik modifikasyonları geliştirilmiştir. Her 3 osteotomi

tipinin de uygulamasında değişik özellikler vardır. Smith-Petersen osteotomisi uygulandığı seviyede yaklaşık 10 0 düzelme sağlarken, PSO ile 300 – 400 düzelme elde edilir. Vertebral kolon rezeksiyonu ise diğer osteotomilerin uygulanamayacağı derecedeki ileri deformitelerde kullanılır.

Osteotomilerde rezeksiyon miktarı ve osteotominin teknik ayrıntısı arttıkça; kan kaybı, nörolojik araz ve diğer komplikasyon riskleri de artar. Nörolojik problemler en sık karşılaşılan komplikasyonlardır.

Anahtar kelimeler: Omurga deformiteleri, Smith-Petersen osteotomisi, pedikül subtraksiyon osteotomisi, vertebral kolon rezeksiyonu

Kanıt düzeyi: Derleme, Düzey V

(*) Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Bayındır Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, ANKARA

(**) Doç. Dr., Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Bayındır Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, ANKARA

SUMMARY:

Severe deformities of spine are problematic because of the difficulty of surgical treatment. These deformities can cause functional disability as a result of impairment of postur and normal gait. Also, they can be related with psychological problems.

Corrective osteotomies, used in the spine surgery are technically demanding. But the success rate of them in severe deformities increases gradually.

Smith-Petersen osteotomy, pedicle subtraction osteotomy and vertebral column resection are commonly used corrective osteotomies in spine surgery with different modifications developed after first descriptions. Each osteotomy technique has different surgical

properties. The Smith-Petersen osteotomy can achieve approximately 100 of correction at each level it is performed. The correction degree of PSO is 300 – 400. Vertebral column resection is indicated when the deformity is severe enough that can not be corrected with other other osteotomy types.

Blood loss, neurologic problems, and the other complications are increased as the resection amount and technical complexity of osteotomy increaeas. The most frequent complication of these procedures is neurologic deficits.

Key words: *Spine deformities, Smith-Petersen osteotomy, Pedicle subtraction osteotomy, vertebral column resection*

Level of evidence: *Level V*

GİRİŞ:

Normal bir postür ve etkin bir hareket için vücut dengesi çok önemlidir. Bunun için koronal, transvers ve sagittal planlarda baş sakrumun üzerinde santralize olmalıdır. Klinik ve radyolojik değerlendirmede C7'den indirilen şakül çizgisi; koronal planda sakrumun üzerine düşmeli, sagittal planda ise sakrum üzerine yada sakrumun en fazla 2 cm anterioruna düşmelidir⁽²⁾. Radyolojik olarak ise ortalama 30 derece (20-50 derece) torasik kifoz ve ortalama 60 derece (20-65 derece) lomber lordoz normal sagittal ölçümlerdir^(1, 2, 18, 41).

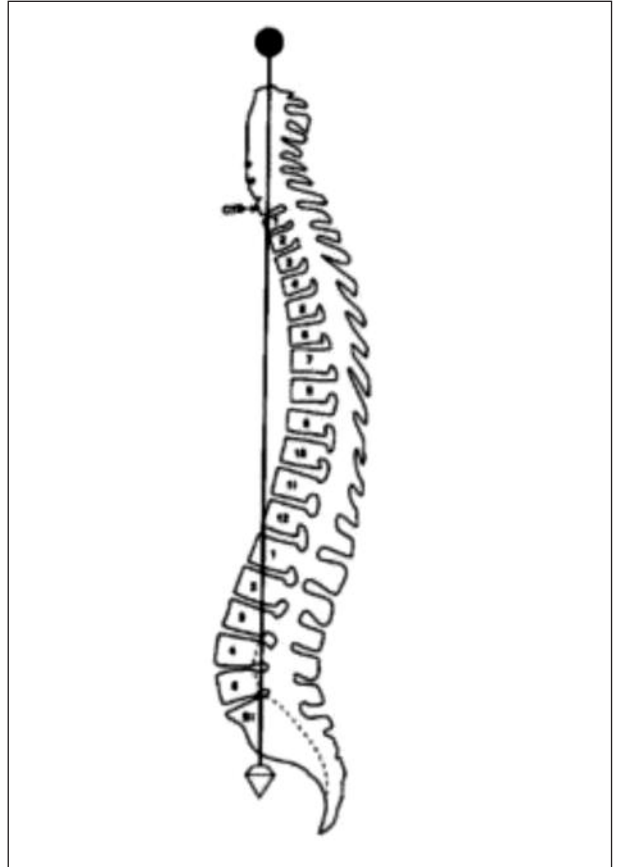
Omurgada dengesizliğe yol açan problemler; konjenital veya idiyopatik deformiteler, dejeneratif değişiklikler, travmatik deformiteler, spondiloartropatiler sonucunda ya da daha önce geçirilmiş omurga cerrahilerine bağlı olarak iyatrojenik bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Omurga cerrahisinde yeni fiksasyon tekniklerinin ve enstrumanlarının ortaya çıkması ve gelişimi deformite cerrahisinde ilerlemeler sağlanmıştır. Enstrumantasyonla yapılan düzeltme ve füzyon, deformitenin ileri derecede olmadığı ve ya esnek olduğu hastalarda yeterli düzeltme sağlarken; ileri derecedeki sagittal ve / veya koronal plan dengesizliklerin düzeltilmesinde tek başına yeterli olmamaktadır. Özellikle rijit erişkin skolyoz, ileri derecede sagittal plan dengesizlikler ve ankiroz spondilit ve psoriatik artrit gibi spondiloartropatilerin tedavisinde düzeltici osteotomiler, tedavi seçeneği olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu amaçla günümüze kadar tek ya da iki evreli anterior, posterior ve kombine anterior-posterior girişimler uygulanmış ve değişik osteotomi teknikleri kullanılmıştır. Ancak son yıllarda sadece posterior girişimle uygulanan düzeltici osteotomiler ön plana çıkmıştır.

SAGİTAL ve KORONAL DENGESİZLİKLER:

Sagittal planda dengede olan bir omurgada ayakta çekilen yan grafide C7 korpusunun ortasından indirilen şakül çizgisi sakrum üzerine yada sakrumun en fazla 2 cm anterioruna düşer (*Şekil – 1*). Bridwell sagittal plandaki omurga dengesizliklerini 2 grupta sınıflandırmıştır⁽⁶⁾. Tip 1 sagittal dengesizlikte daha üst veya alt seviyedeki hiperlordoz ile kompanse edilen kısa bir hiperkifotik segment olmakla birlikte, omurga yine de dengededir. Tip 2 sagittal dengesizlikte ise omurgadaki deformite kompanse edilemez. Hasta uygun bir denge sağlayabilmek için kalçalarını ve dizlerini fleksiyonda tutma eğilimindedir. Radyolojik değerlendirmesinde C7'den indirilen şakül çizgisi sakrumun anteriorunu 2 cm'den daha fazla geçer ya da L5-S1 disk



Şeki-1. Normal sagittal balans

aralığının posteriorunun 6 cm'den daha fazla önündedir.

Posttravmatik kifoz, bazı konjenital kifozlar ve Scheuermann kifozlarının pek çoğu Tip 1 dengesizliğe örnek olarak gösterilebilir. Ankilozan spondilitli hastalar ise tip 2 dengesizliğe örnektir.

Bazı durumlarda sagittal dengesizliklere koronal dengesizlikler de eşlik edebilir. Koronal dengesizliğin 2 tip vardır. Tip 1 koronal deformitede omurganın bir tarafının kısaltılması ile denge sağlanabilirken, Tip 2 deformitede bu tür bir kısaltma denge sağlanmasına yetmemektedir.

Bir hastada belirgin ve ileri derecede bir omurga deformitesi saptandığında klinik ve radyolojik olarak omurganın esnekliği değerlendirilmelidir. Sagittal dengesizliği olan bir hasta yatarak muayene edildiğinde dengesizliğin düzeldiği görülebilir. Radyolojik değerlendirmede de ayakta ve yatarak çekilen grafiler karşılaştırılmalıdır. Bu değerlendirmeler sonrasında omurga deformiteleri 3 gruba ayrılabilir⁽⁸⁾:

- 1. Tamamen esnek:** Ayakta dururken belirgin olan deformite yatar pozisyonda düzelir.
- 2. Kısmen esnek:** Tamamen düzelmeyen deformite.
- 3. Rijit:** Yatar pozisyonda hiçbir şekilde düzelmeyen deformite.

DÜZELTİCİ OSTEOTOMİLER:

Osteotominin amacı omurganın dengesini sağlayarak hastalara düzgün bir duruş ve yürüyüş pozisyonu sağlamak ve kozmetik görünümünü düzeltmektir. Operasyon öncesinde hastaların beklentileri öğrenilmeli, yapılacak cerrahi ile neler sağlanabileceği, cerrahi ile sağlanacak düzelmelerle birlikte gelişebilecek muhtemel komplikasyonlar

konusunda bilgilendirme yapılmalıdır. Ameliyat öncesinde hastaların nörolojik muayenesi dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Nörolojik problemi olan hastalarda ameliyat sonrasında nörolojik şikayetler daha da ilerleyebilmektedir⁽²³⁾. Nörolojik değerlendirmede ameliyat öncesi duysal ve motor uyarılmış potansiyeller, elektromyografik çalışmalar ve ameliyat sırasında kullanılacak nöromonitorizasyon ve uyandırma testleri yer almaktadır.

Osteotomi uygulanacak hastaların mevcut ileri derecedeki deformiteleriyle ilişkili olarak boyun hareketlerinin kısıtlı olması endotrakeal entübasyonu zorlaştırabileceğinden bronkoskopik ve hatta trakeostomik entübasyona hazırlıklı olunmalıdır.

Ameliyatın yapılacağı cerrahi masa, deformitenin düzeltilmesi sırasında vücudun değişik kısımlarının fleksiyonuna ve ekstansiyonuna izin verecek özelliklerde olmalıdır. Aynı zamanda yapılan cerrahi işlemin süresinin uzun olması, kan kaybının fazla olması gibi anesteziyoloji ekibini de ilgilendiren cerrahi özellikler açısından tedbirli olunmalıdır.

Omurgada dengesizliğe yol açan deformitelerin düzeltici osteotomi ile cerrahi tedavisinde omurganın belirli bir segmentinin pozisyonu 1 yada daha fazla osteotomi ile değiştirilmektedir. Bu amaçla değişik osteotomi tipleri kullanılmaktadır. Bu derlemede en sık kullanılan osteotomiler ve bu osteotomilerin uygulanmasındaki değişik modifikasyonlar hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

SMITH-PETERSEN OSTEOTOMİSİ (SPO):

Posterior elemanların kama rezeksiyonu olarak da bilinen SPO, ilk kez 1945 yılında tanımlanmış ve ankilozan spondilit sonucu ortaya çıkan kifotik deformitenin tedavisinde kullanılmıştır⁽⁴⁴⁾. 1946 yılında LaChapelle, SPO'ni anterior'dan osseoz yapıların

rezeksiyonu ile kombine etmiştir ⁽²⁶⁾. Sonraki yıllarda 1'den fazla SPO ile ankilozan spondilit deformitesi ve iyatrojenik fikse sagittal dengesizlik tedavileri yapılmıştır ^(17, 20, 28, 49).

Cerrahi Teknik (Şekil – 2)

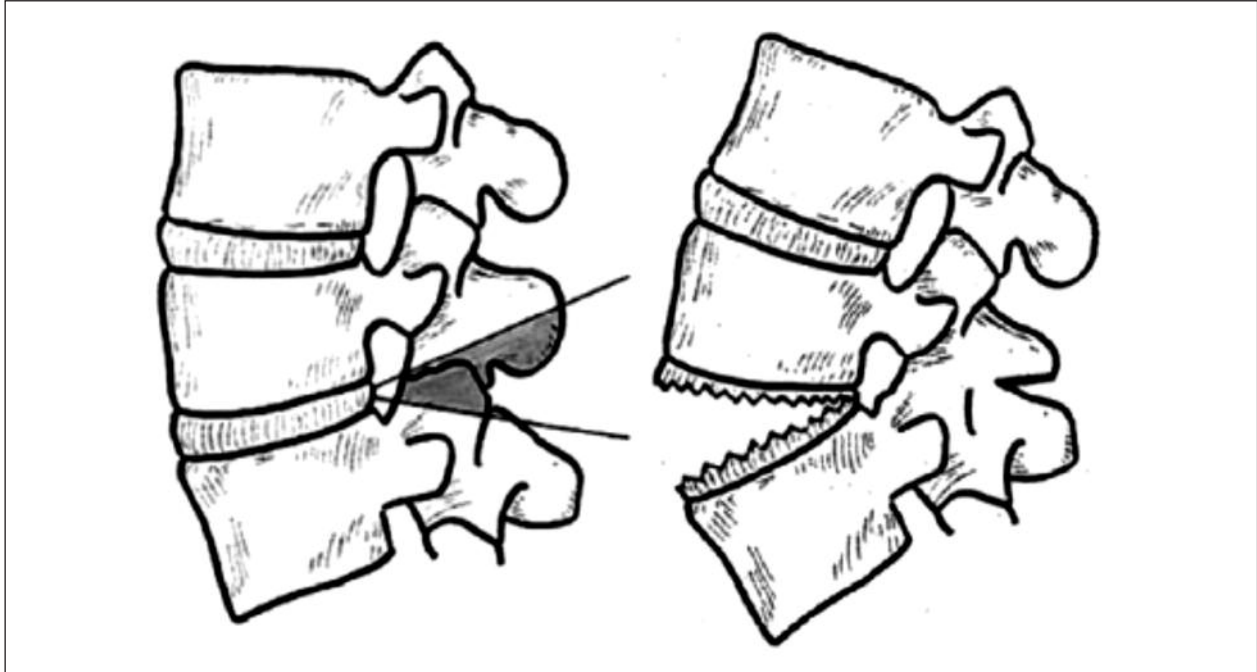
Ameliyat öncesi gerekli planlamalar yapıldıktan sonra hasta öncelikle kalçaları fleksiyonda olacak şekilde yatırılmalıdır. Cerrahi işlem sırasında osteotomi hattının kapatılabilmesi için kalçaların ekstansiyona alınması gerekmektedir. Osteotomi yapılacak seviyedeki lamina, ligamentum flavum, alt seviyedeki vertebranın superior faseti ve üst seviyedeki vertebranın inferior faseti bilateral uzaklaştırılır. Osteotomi genişliği genellikle 7-10 mm kadardır. Her 1 mm'lik rezeksiyon 1° düzeltme sağlar. Başka bir ifadeyle SPO'nin yapıldığı her seviyede yaklaşık 10° düzeltme elde edilir ^(7, 13). Posterior enstrumantasyonla osteotomi hattı kapatılırken nöral elemanların sıkıştırılmamasına dikkat edilmelidir.

SPO kapalı tipte bir osteotomi olduğundan disk aralığının anterior kısmında genişlemeye

yol açar. Bundan dolayı SPO bir ekstansiyon osteotomisi olarak da tanımlanabilir. Posterior kolonun kısalıp aynı seviyede anterior kolonun uzaması osteotomi seviyesinde hiperekstansiyon sağlar ⁽⁵²⁾.

SPO'nde osteotomi hattının kapatılabilmesi için disk aralığının serbest olması gerekmektedir. Daha önce anterior füzyon uygulanmış bir seviyeye, anteriorda köprüleşme yapan kalın osteofitlerin bulunduğu seviyelere hareketli bir disk olmamasından dolayı SPO uygulanamaz. Anteriordaki kemik köprünün daha ince olması durumunda; kemik köprünün osteoklazi ile kırılabilme şansı olduğundan SPO yapılabilir ⁽⁸⁾. Anterior osteoklazi ile birlikte uygulandığında tek seviyede 30° kadar düzeltme sağlandığı bildirilmiştir ^(13, 52).

SPO'nin bir başka modifikasyonunda disk aralığının anterior yada orta 1/3'lük bölgesine greft yada implant yerleştirildikten sonra osteotomi hattının kapatılması ile daha fazla düzeltme elde edilebilir ⁽²⁷⁾. Ayrıca birden fazla SPO uygulanması sırasında kemik



Şekil-2. Smith-Petersen osteotomisi

rezeksiyonunun asimetric yapılması eşlik eden koronal plan deformitesinin düzeltilmesine de yardımcı olabilir⁽⁶⁾.

PEDİKÜL SUBTRAKSİYON OSTEOTOMİSİ (PSO):

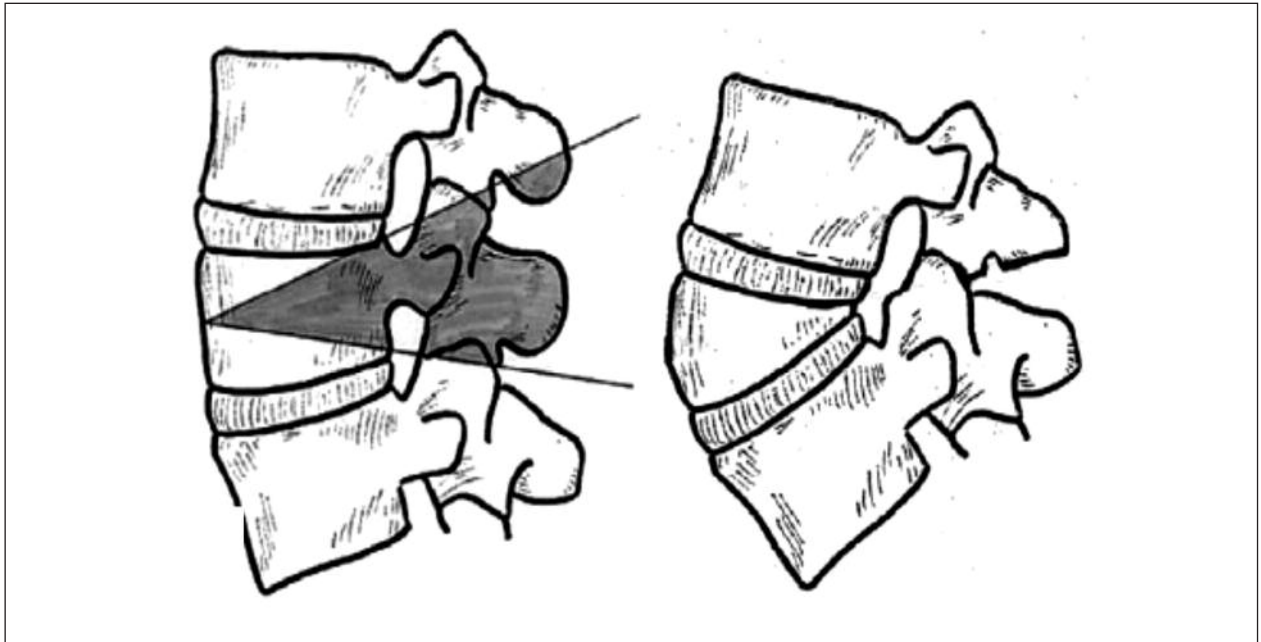
Posterior 3-kolon kama rezeksiyonu olarak da bilinen teknik ilk kez 1985 yılında Thomasen tarafından ankirozant spondilitli hastalarda fikse sagittal plan deformitesi tedavisinde kullanılarak literatüre girmiştir⁽⁴⁸⁾. Sonraki yıllarda iyatrojenik fikse sagittal deformitelerin tedavisinde kullanılmıştır^(3, 8). Heinig tarafından tanımlanan "egg shell" dekansellasyon işlemi posterior kısaltma osteotomisi olarak PSO ile birlikte kullanılmaktadır^(21, 38).

Bu osteotomi tekniğinde pediküller yardımıyla vertebra korpusunun anterior korteksine ulaşılır. Osteotomi hattı kapatıldığında anterior yükseklik değişmeden kalır. Ayrıca osteotomi tamamlandığında vertebranın her 3 kolunu boyunca kemik teması sağlanır⁽¹⁰⁾.

Cerrahi Teknik (Şekil – 3)

Osteotomiye başlamadan önce osteotomi uygulanacak seviyenin üst ve alt seviyelerine pedikül vidaları yerleştirilir. Spinöz çıkıntı ve laminanın uzaklaştırılmasından sonra pediküller ortaya konur. Dura ve sinir kökleri korunarak pediküller içinden vertebra korpusuna ulaşılır. Pediküller ve korpus içindeki kansellöz kemikler çıkartılır. Takiben pediküller vertebranın posterior duvarına kadar rezeke edildikten sonra posterior duvar inceltirilip kontrollü bir kırık oluşturularak korpus içine girilir. Daha sonra lateral duvarlar simetrik bir şekilde anterior duvara kadar rezeke edilir. Korpusun anterior duvarının kırılması instabiliteye yol açacaktır. Bu aşamadan sonra ameliyat masasına gerekli eğimin verilerek göğüs kafesi ve bacakların hiperekstansiyona getirilmesi ve kompresyon uygulaması ile osteotomi hattı kapatılır. Bu sırada üst seviyedeki yapılar alt seviyelerdeki yapılar üzerinden posteriora doğru sublukse olabilir.

Osteotomi hattı kapatıldığında dura ve sinir köklerinin sıkışıp sıkışmadığı mutlaka



Şekil-3. Pedikül subtraksiyon osteotomisi

görülmelidir. Bu amaçla üst ve alt seviyelerdeki laminaların orta hat boyunca bir miktar rezek edilmesi ile nöral yapıların kontrolü sağlanır⁽¹⁰⁾.

PSO'ni L2 veya L3 düzeyinde uygulamak daha güvenlidir. Çünkü bu seviyeler konus medullaris'in daha alt seviyeleridir⁽⁵¹⁾. Torakal bölgelerdeki uygulamalarda dura çok fazla gerdirilmemelidir ve vertebranın lateralini yeterince alabilmek için kaburgaların bir miktar rezek edilmesi gerekmektedir⁽⁸⁾.

Ortalama olarak PSO uygulandığı her seviyede yaklaşık 30° - 40° düzelme elde edilebilmektedir⁽¹¹⁾. Bir başka çalışmaya göre tek bir PSO ile torakal bölgede 25°, lomber bölgede 35° düzeltme sağlanabilir⁽⁸⁾.

VERTEBRAL KOLON REZEKSİYONU (VKR):

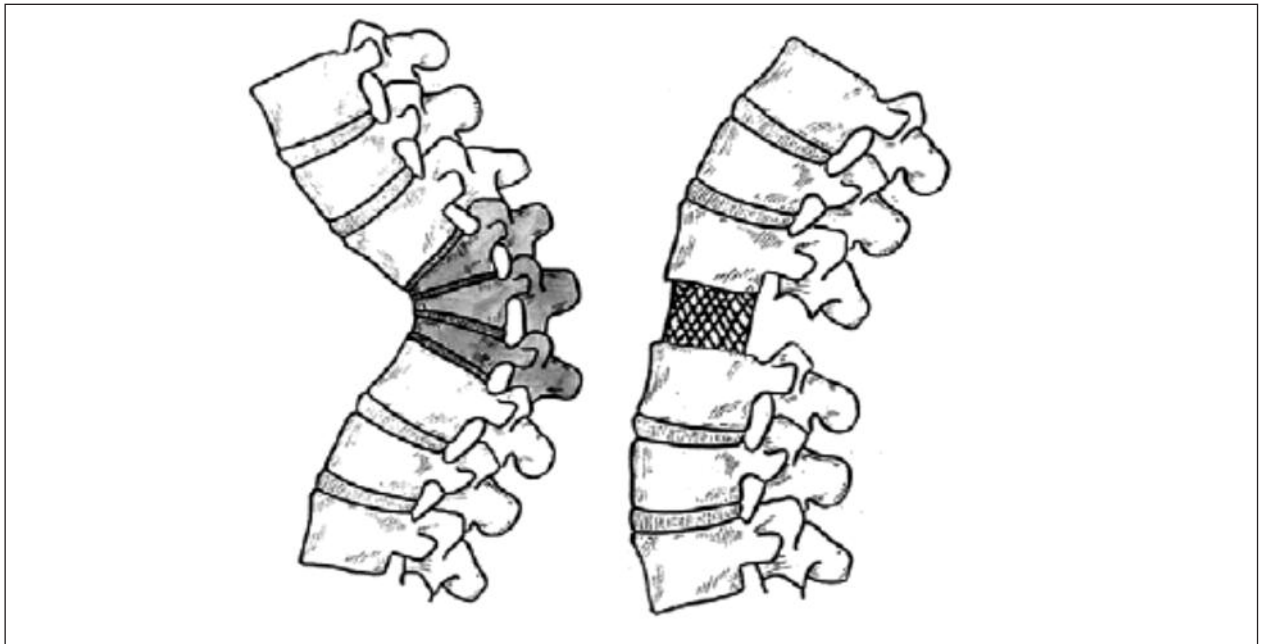
SPO ve PSO uygulanamayacak derecedeki deformitelerin, omurga tümörlerinin, spondilopitozun tedavisinde uygulanabilecek bir osteotomidir^(8, 19). İlk olarak 1922 yılında MacLennan ileri derecede skolyozun

tedavisinde sadece posterior yaklaşımla vertebral kolon rezeksiyonunu (VKR) tanımlamış⁽³⁵⁾, sonraki yıllarda bu teknik kombine anterior-posterior girişimler⁽⁶⁾, sadece posterior girişim^(45, 47) modifikasyonları ile tümör^(32, 42), spondilopitoz⁽¹⁶⁾ vakalarında kullanılmıştır. 1983 yılında Luque kombine anterior - posterior yaklaşımla 90 dereceden büyük eğrilikleri tedavi etmiş⁽³³⁾, 1987'de Bradford tarafından bu teknik modifiye edilip daha ileri derecedeki multiplanar deformiteler tedavi edilmiştir⁽⁵⁾. Total vertebral kama rezeksiyonu (TVKR) ise VKR'nun değişik bir uyarlaması olup Domaniç osteotomisi olarak da bilinmektedir⁽¹⁴⁾.

Vertebral kolon rezeksiyonunda bir yada daha fazla vertebrada posterior elemanların, pediküllerin, vertebra korpusunun ve alt ve üst seviyedeki disklerin rezeksiyonu yapılır.

Cerrahi Teknik (Şekil - 4)

Sadece posterior yaklaşımla yapılan VKR'nda pedikül vidalarının yerleştirilmesi sonrasında posterior elemanlar uzaklaştırılır. Transvers çukıntılara kadar yapılan geniş lateral disseksiyon ve torasik bölgede uygulanacak



Şekil-4. Vertebral kolon rezeksiyonu

kostotransversektomiler korpus rezeksiyonunu kolaylaştırır. Bir tarafa stabilize edici rod yerleştirildikten sonra diğer tarafta çalışılır. Korpus lateralinden anterior duvara doğru dikatli bir subperiosteal disseksiyonla ilerlenir. Sonrasında pedikül ve lateral duvar uzaklaştırılır, korpus ve komşu diskler çıkartılır. Deformiteye uygun şekillendirilmiş rod yerleştirildikten sonra stabilize edici ilk rod çıkartılır ve kalan disk ve kemik parçaları tamamen temizlenir. Osteotominin tamamlanmasından sonra deformite kademeli olarak yapılan kompresyonlarla düzeltilir, ilk yerleştirilen geçici rodlar önceden hazırlanan kalıcı konturu verilmiş rodlarla sırayla değiştirilir. Rezeksiyon sonrasında kemikler arasında temas kalmadığından deformitenin düzeltilmesi sonrasında rekonstrüksiyon da gerekmektedir. Rezeksiyon ve düzeltme sonrası arada kalan boşluk 5 mm'den az ise otojen kansellöz greft kullanımı yeterli olmaktadır ^(45, 47). Boşluğun 5 mm'den fazla olması durumunda metal kafes, yapısal otogreft yada allogreft kullanımı gerekir.

Kombine anterior ve posterior yaklaşımla yapılan VKR'nda anterior yaklaşımla planlanan rezeksiyon seviyesindeki diskler çıkartılır. Duranın arkasına kadar vertebra korpusu çıkartılır, sonrasında da pediküller uzaklaştırılır. Rezeke edilen seviye kansellöz kemikle gevşek bir şekilde doldurulur. Posteriorından ise öncelikle geçici rod ile rezeksiyon sahası stabil hale getirilir. Posterior elemanlar uzaklaştırılır, komşu laminalara osteotominin kapatılması sırasında meydana gelebilecek sıkışmaları engellemek için laminektomi yapılması gerekebilir. Daha sonra artrodez planlanan tüm seviyelere uygun uzunlukta rodler hazırlanır. Rodun bir tanesi apeksin proksimaline, diğeri de karşı tarafta apeksin distaline geçici olarak sabitlendikten sonra rodlara derotasyonlar yaptırılıp deformite düzeltilir ve önceden hazırlanan kalıcı rodler sırayla ayrı ayrı fikse edilir.

POSTERİOR TOTAL VERTEBRAL KAMA REZEKSİYONU (TVKR):

Sadece posterior yaklaşımla uygulanan ve özellikle keskin açılı kifotik deformitelerde kullanılmakta olan TVKR; VKR'nun bir modifikasyonu olup "**Domaniç Osteotomisi**" olarak da bilinmektedir ^(14, 39).

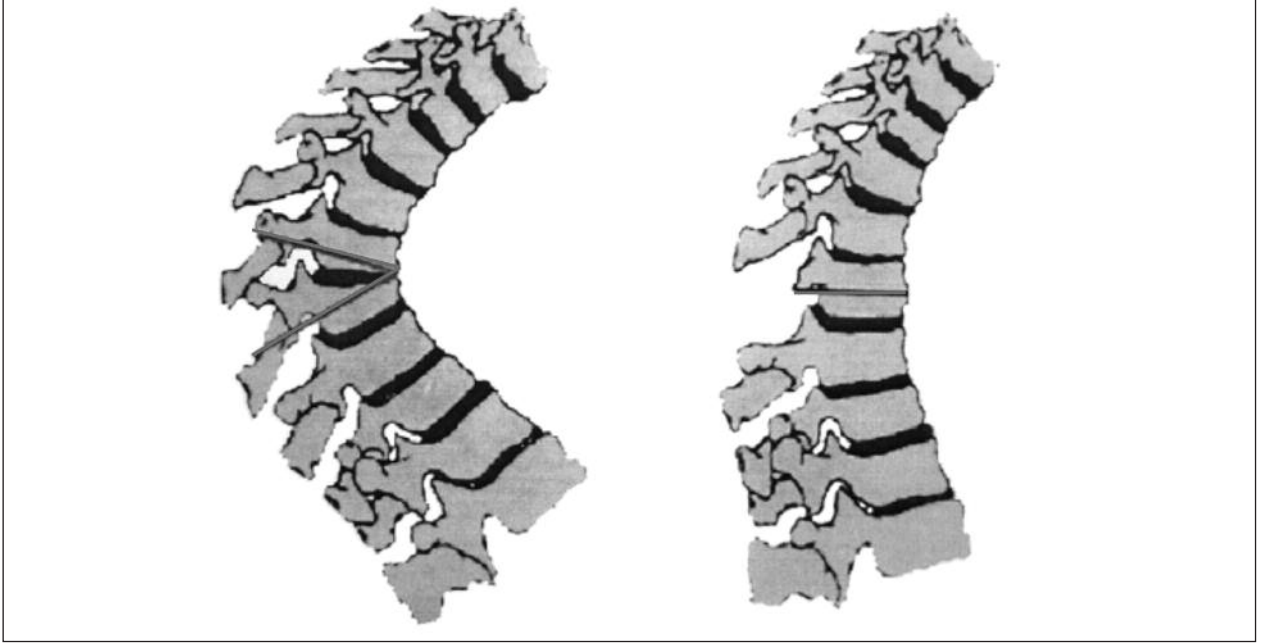
Cerrahi Teknik (Şekil – 5)

Laminektomi ve faset eksizyonu sonrasında vertebra korpusunun lateraline anterioruna ulaşılır. Osteotomi kifotik deformitenin apeksine uygulanır. Osteotominin menteşesi anterior vertebra duvarı yada anterior longitudinal bağıdır. Osteotominin üst ve alt sınırları ise üst ve alt vertebraların transvers çıkıntılarının alt tarafıdır. Osteotomi ve kama rezeksiyon tamamlandığında üst ve alt vertebraların kalan parçaları yeni bir foramen oluşturur. Osteotomi tamamlanmadan önceden hazırlanan, eğim verilmiş rod bir tarafa gevşek bir şekilde tutturulur. Gerekli rezeksiyonların sonrasında ikinci rod da tutturulup her 2 taraf eşit şekilde komprese edilip düzeltme ve stabilizasyon elde edilir. Dura sıkışmasını veya katlanmasını engellemek için osteotominin üst ve alt seviyelerine de parsiyel laminektomi uygulanır.

UYGUN OSTEOTOMİ VE OSTEOTOMİ SEVİYESİNİN SEÇİMİ:

Cerrahi tedavinin başarısında uygun osteotominin doğru teknikle ve seviyede uygulanması gerekmektedir. Ameliyat öncesi yapılan radyolojik değerlendirmeler ile deformiteyi düzelterek dereceler hesaplanır ⁽⁵¹⁾.

Deformitenin düzeltilmesinde 30 dereceden daha az bir düzeltmeye ihtiyaç olduğunda SPO yeterli olacaktır. Genel bilgi olarak uzun, yuvarlak ve hafif kifoza olan hastalar birden fazla SPO için uygundur ⁽¹³⁾. Apeksi torakal bölgede olan deformitelerde SPO daha



Şekil-5. Posterior total vertebral kama rezeksiyonu (Domanıç osteotomisi)

uygundur. Ancak çoklu SPO uygulaması torakal ve lomber bölgede de yapılabilir⁽⁸⁾. Deformite cerrahisi sonrası lomber lordozun azalması sonucunda klinik olarak belirginleşen fikse sagittal plan deformitesinde, faset osteoartriti ve vertebral üst ve alt son plak osteofitlerinin yol açtığı dejeneratif sagittal plan dengesizliklerinin tedavisinde çoklu SPO iyi bir tedavi seçeneğidir⁽²⁸⁾.

Deformitenin düzeltilmesinde 30 dereceden fazla düzeltme ihtiyacı bulunduğu PSO daha uygun olacaktır. Özellikle apeksi lomber bölgede olan deformitelerde PSO daha yararlıdır. Sagittal dengesizliği 10 -12 cm'den daha fazla olan keskin ve açılı kifoza PSO tercih edilmelidir^(8, 9, 22, 51). Ayrıca anterior füzyon nedeniyle SPO yapılamayan hastalara da uygulanabilir.

Sagittal deformiteye eşlik eden koronal deformite varlığında asimetric PSO yada VKR tercih edilmelidir. Bu tür kombine deformitelerin düzeltilmesinde SPO yada simetric PSO uygulanması halinde sagittal deformite

düzeltilbilse de, koronal deformite düzeltilmeyecek belki de daha da ilerleyebilecektir⁽⁸⁾.

Daha önceden de bahsedildiği gibi VKR; SPO veya PSO'nun düzeltemeyeceği derecedeki deformitelerin, omurga tümörlerinin, spondilopitozun, hemivertebral eksizyonunun tedavisinde tercih edilebilecektir.

Osteotomi seviyesi belirlenirken enstrumantasyon yapılacak seviyelerin belirlenmesi de önemlidir. Yeterli seviyeye yeterli sayıda enstruman uygulanmaması implantlar üzerinde istenmeyen yüklenmelere sebep olur ve bu durumda kaynama sağlanamadığı gibi implant yetmezlikleri de gelişebilir^(15, 30, 34, 36, 40, 43).

İki yada 3 seviyeli yapılan kısa seviyeli enstrumantasyonlar implantın üzerinde veya altında kifoza yol açabilir. Ayrıca enstrumantasyon sırasında L4-L5 ve L5-S1 disklerine hareket etme olanağı sağlanacak seviyede implantasyon sonlandırılmalıdır. L5 seviyesinde sonlanan enstrumantasyon L5-S1 diskindeki dejenerasyonu hızlandırır^(15, 25, 40).

KLİNİK SONUÇLAR VE KOMPLİKASYONLAR:

SPO teknik olarak daha kolay, cerrahi süresi daha kısa, kan kaybı daha az ve nörolojik riski daha az olan bir osteotomi tipidir ⁽¹³⁾. Law tarafından yayınlanan SPO uygulanmış 120 hastalık seride % 9 oranında mortalite tanımlanırken, 25-45 derece arası düzeltme elde edilmiştir ⁽²⁹⁾. Hehne 1990'da çoklu SPO ile tedavi ettiği 177 hastalık serisinde kalıcı veya geçici nörolojik defisitler, implant yetmezliği, derin yara enfeksiyonu ve ölüm gibi komplikasyonlar ile birlikte osteotomi başına da yaklaşık 10 derece düzeltme bildirmiştir ⁽²⁰⁾. Cho tarafından yapılan çalışmada 3 yada daha fazla seviyeli SPO veya tek seviyeli PSO ile tedavi edilen hastalarda elde edilen düzeltme miktarının yaklaşık olarak aynı olduğunu göstermiştir ⁽¹³⁾. Ancak mevcut sagittal deformiteye eşlik eden koronal deformite varlığında; koronal deformiteyi daha da ilerletebileceği için SPO tercih edilmemelidir. İntraspinal hematoma, intestinal tıkanıklık ve superior mezenter arter sendromu, aort rüptürü gibi SPO'ne bağlı görülen nadir komplikasyonlar da vardır ^(12, 34, 37).

PSO ise düzeltme miktarının fazla olması, 3 kolonda da kemik teması sağladığından kaynama oranının yüksek olması ve sadece posterior yolla yapılabilmesi gibi avantajları olmakla birlikte, SPO'ne oranla daha fazla kan kaybı yaratması ve nörolojik araz riskinin daha fazla olması gibi dezavantajlara da sahiptir ^(8, 13). Berven tarafından yapılan çalışmada fikse sagittal plan deformitesi PSO ile tedavi edilen 13 hastada lomber lordozda 30 derece civarında artış tespit ederken, dura yırtığı, geçici parezi ve komşu segment kifozu gibi komplikasyonlar bildirmiştir ⁽³⁾. Değişik çalışmalarda PSO ile 30-40 derece aralığında değişen düzeltme oranları vardır ^(4, 8, 24).

Kemik rezeksiyonu sırasında kauda ve sinir köklerinin yeterince korunamaması sonrasında dura yırtığı ve sinir kökü hasarı gibi nörolojik hasarlar ortaya çıkabilmektedir. Parsiyel laminektomiler ile duranın serbestleştirilmesi osteotomi hattının kapatılması öncesinde bir tedbir olarak düşünülse de, ameliyat sonrası oluşan hematoma da nörolojik problemlere yol açabilir. PSO sonrası % 4 -15,2 oranında geçici nörolojik hasar oranları tanımlanmıştır ^(9, 50). Buchowski tarafından PSO uygulanmış 108 hastanın nörolojik incelemesinde motor kaybın 2 veya daha fazla derecede olması ve mesane ile barsak kontrollünün kaybolması nörolojik defisit olarak tanımlanmış, nörolojik defisit oranı % 11,1 ve kalıcı nörolojik defisit oranı da % 2,8 olarak bildirilmiştir ⁽¹¹⁾. Defisitler subluksasyona ve duranın katlantı yapmasına bağlanmıştır.

İleri derecedeki omurga deformitelerinin tedavisinde VKR'nun uygulandığı erişkin skolyoz hastalarında deformite 111 dereceden 50 dereceye, enfeksiyona bağlı kifozlarda 68 dereceden 12 dereceye düşmüştür ⁽⁴⁷⁾. Ortalama 2'den fazla VKR ile 25 hastada koronal deformitede ortalama % 60, kifozda ise 40 derece düzeltme elde edilmiştir ⁽⁴⁵⁾. Başka bir çalışmada rijit koronal dekompanseasyonu olan hastalarda kombine anterior-posterior yaklaşımla ortalama 103 derece skolyozu bulunan hastalarda % 52 oranında düzeltme bildirilmiştir ⁽⁶⁾. Sadece posterior yaklaşımla yapılan bir çalışmada ameliyat öncesi ortalama 109 derece olan eğrilik ortalama 46 dereceye kadar düzelterek yaklaşık % 59 oranında düzeltme sağlanmıştır ⁽⁴⁶⁾. Bu çalışmada 1 tanesi kalıcı komplet paralizi olmak üzere % 25 oranında komplikasyonla karşılaşmıştır. Diğer komplikasyonlar hematoma gelişimi, hemopnömotoraks ve bileşkesel kifozdur. Sadece posterior yolla yapılan daha geniş bir seride ortalama 92 derece olan ameliyat öncesi eğrilikler ortalama % 61 oranında düzeltilmiştir ⁽³¹⁾.

Bir VKR modifikasyonu olan TVKR'nda ise 26 derece ile 49 derece arası düzelmeler elde edildiği bildirilmiştir^(14, 39). Bu teknikle ilgili olarak da kalıcı parapleji ve geçici sinir kökü hasarı gibi komplikasyonlar da tanımlanmıştır.

Bir başka çalışmada sadece posteriordan VKR uygulanan 25 hastanın 5'inde (% 20) pseudoartroz, geçici nörolojik defisit ve kompresyon kırığı gibi komplikasyonlarla karşılaşılmıştır⁽⁴⁵⁾. Bunların dışında başka serilerde VKR'na bağlı komplet kord hasarı, fiksasyon kaybı, enfeksiyon gibi komplikasyonlar da bildirilmiştir⁽⁴⁷⁾.

Pseudoartroz omurganın füzyon ameliyatlarında her zaman bir risktir. Dekansellasyon osteotomileri ile bu oran azalmıştır. Pseudoartroz yada gecikmiş kaynama deformitenin rekürrensi ve implant yetmezliği ile sonuçlanıp yeni operasyonların yapılmasını gerektirebilir.

SONUÇ:

Sadece ortopedik tedavi yöntemlerinin değil, aynı zamanda anestezi tekniklerinin ve ameliyat sırasında kullanılabilecek nörolojik değerlendirme yöntemlerinin gelişimi daha önce yapılması zor yada imkansız olan bir takım cerrahi girişimlerin yapılabilmesine imkan vermiştir.

Ortopedik açıdan cerrahi planlamada deformitenin tipinin belirlenmesi ve buna göre uygun osteotomi tipinin seçilmesi önem taşımaktadır.

Teknik olarak uygulaması zor olan, değişik komplikasyonları sebebi ile risk taşıyan bu cerrahi yöntemler; omurganın anatomisine, dizilimine ve stabilitesine hakim, deneyimli omurga cerrahları tarafından yapıldığında yüksek başarı oranlarına ve hasta memnuniyet derecelerine sahiptir. Tanımlanan cerrahi

teknikler ile ilgili olarak rezeksiyon miktarı ve osteotominin teknik ayrıntısı arttıkça; kan kaybı, nörolojik araz ve komplikasyon risklerinin de arttığı çıkarımı yapılabilir^(8, 19).

KAYNAKLAR:

1. Arlet V, Schlenzka D: Scheuermann's kyphosis. Surgical management. *Eur Spine J* 2005; 14: 817-827.
2. Bernhardt M, Bridwell KH. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine* 1989; 14:717-721.
3. Berven SH, Deviren V, Smith JA, Emami A, Hu SS, Bradford DS. Management of fixed sagittal plane deformity: results of the transpedicular wedge resection osteotomy. *Spine* 2001; 26: 2036-2043.
4. Boachie-Adjei O, Ferguson JA, Pigeon RG, Peskin MR. Transpedicular lumbar wedge resection osteotomy for fixed sagittal imbalance: surgical technique and early results. *Spine* 2006; 31: 485-492.
5. Bradford DS. Vertebral column resection. *Orthop Trans* 1987; 11: 502.
6. Bradford DS, Tribus CB. Vertebral column resection for the treatment of rigid coronal decompensation. *Spine* 1997; 22: 1590-1599.
7. Bridwell KH. Osteotomies for fixed deformities in the thoracic and lumbar spine, in Bridwell KH, DeWald RL (eds): *The Textbook of Spinal Surgery*, 2nd ed. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1997, 821-835.
8. Bridwell KH. Decision making regarding Smith-Petersen vs. pedicle subtraction osteotomy vs. vertebral column resection for spinal deformity. *Spine* 2006; 31: S171-S178.
9. Bridwell KH, Lewis SJ, Edwards C, Lenke LG, Iffrig TM, Berra A, Baldus C, Blanke K. Complications and outcomes of pedicle subtraction osteotomies for fixed sagittal imbalance. *Spine* 2003; 28: 2093-2101
10. Bridwell KH, Lewis SJ, Rinella A, Lenke LG, Baldus C, Blanke K. Pedicle subtraction osteotomy for the treatment of fixed sagittal imbalance. Surgical technique. *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A (Suppl 1): 44-50.

11. Buchowski JM, Bridwell KH, Lenke LG, Kuhns CA, Lehman RA Jr, Kim YJ, Stewart D, Baldus C. Neurologic complications of lumbar pedicle subtraction osteotomy: a 10-year assessment. *Spine* 2007; 32: 2245-2252.
12. Camargo FP, Cordeiro EN, Napoli MM. Corrective osteotomy of the spine in ankylosing spondylitis. Experience with 66 cases. *Clin Orthop Relat Res* 1986; 208: 157-167.
13. Cho KJ, Bridwell KH, Lenke LG, Berra A, Baldus C. Comparison of Smith-Petersen versus pedicle subtraction osteotomy for the correction of fixed sagittal imbalance. *Spine* 2005; 30: 2030-2038.
14. Domanic U, Talu U, Dikici F, Hamzaoglu A. Surgical correction of kyphosis: posterior total wedge resection osteotomy in 32 patients. *Acta Orthop Scand* 2004; 75 (4): 449-455.
15. Edwards CC 2nd, Bridwell KH, Patel A, Rinella AS, Jung Kim Y, Berra AB, Della Rocca GJ, Lenke LG. Thoracolumbar deformity arthrodesis to L5 in adults: the fate of the L5-S1 disc. *Spine* 2003; 28: 2122-2131.
16. Gaines RW. L5 vertebrectomy for the surgical treatment of spondyloptosis: Thirty cases in 25 years. *Spine* 2005; 30: S66-S70.
17. Geck MJ, Macagno A, Ponte A, Shufflebarger HL. The Ponte procedure: posterior only treatment of Scheuermann's kyphosis using segmental posterior shortening and pedicle screw instrumentation. *J Spinal Disord Tech* 2007; 20: 586-593.
18. Gelb DE, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, McEnery KW. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine* 1995; 20: 1351-1358.
19. Gill JB, Levin A, Burd T, Longley M. Corrective osteotomies in spine surgery. *J Bone Joint Surg* 2008; 90-A: 2509-2520
20. Hehne HJ, Zielke K, Bohm H. Polysegmental lumbar osteotomies and transpedicled fixation for correction of long-curved kyphotic deformities in ankylosing spondylitis: report on 177 cases. *Clin Orthop* 1990; 258: 49-55.
21. Heinig CF. Eggshell procedure. In: Luque ER, editor. Segmental spinal instrumentation. Thorofare, NJ: Slack; 1984: 221-320.
22. Hoh DJ, Khoueir P, Wang MY. Management of cervical deformity in ankylosing spondylitis. *Neurosurg Focus* 2008; 24: E9.
23. Kim KT, Park KJ, Lee JH. Osteotomy of the spine to correct the spinal deformity. *Asian Spine Journal* 2009; 3 (2): 113-123.
24. Kim KT, Suk KS, Cho YJ, Hong GP, Park BJ: Clinical outcome results of pedicle subtraction osteotomy in ankylosing spondylitis with kyphotic deformity. *Spine* 2002; 27: 612-618.
25. Kuhns CA, Bridwell KH, Lenke LG, Amor C, Lehman RA, Buchowski JM, Edwards C 2nd, Christine B. Thoracolumbar deformity arthrodesis stopping at L5: fate of the L5-S1 disc, minimum 5-year follow-up. *Spine* 2007; 32: 2771-2776.
26. La Chapelle E H. Osteotomy of the lumbar spine for correction of kyphosis in a case of ankylosing spondylarthritis. *J Bone Joint Surg* 1946; 28-A: 851-858.
27. La Marca F, Brumblay H. Smith-Petersen osteotomy in thoracolumbar deformity surgery. *Neurosurgery* 2008; 63(3 Suppl): 163-170.
28. Lagrone MO, Bradford DS, Moe JH, Lonstein JE, Winter RB, Ogilvie JV. Treatment of symptomatic flatback after spinal fusion. *J Bone Joint Surg* 1988; 70-A: 569-580.
29. Law WA. Osteotomy of the spine. *J Bone Joint Surg* 1962; 44-A: 1199-1206.
30. Lebowohl NH, Cunningham BW, Dmitriev A, Shimamoto N, Gooch L, Devlin V, Boachie-Adjei O, Wagner TA. Biomechanical comparison of lumbosacral fixation techniques in a calf spine model. *Spine* 2002; 27: 2312-2320.
31. Lenke LG, Sides BA, Koester LA, Blanke KM. Vertebral column resection for the treatment of severe spinal deformity. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468: 687- 699
32. Lehmer SM, Keppler L, Biscup RS, Enker P, Miller SD, Steffee AD. Posterior transvertebral osteotomy for adult thoracolumbar kyphosis. *Spine* 1994; 19 (18): 2060-2067.
33. Luque ER: Vertebral column transposition. *Orthop Trans* 1983; 7: 29.
34. Macagno AE, O'Brien MF. Thoracic and thoracolumbar kyphosis in adults. *Spine* 2006; 31(19 Suppl): S161-170.

35. MacLennan A. Scoliosis. *Br Med J* 1922; 2: 865–866.
36. McCord DH, Cunningham BW, Shono Y, Myers JJ, McAfee PC. Biomechanical analysis of lumbosacral fixation. *Spine* 1992; 17(8 Suppl): S235-243.
37. McMaster MJ. A technique for lumbar spinal osteotomy in ankylosing spondylitis. *J Bone Joint Surg* 1985; 67-B: 204-210.
38. Murrey DB, Brigham CD, Kiebzak GM, Finger F, Chewing SJ. Transpedicular decompression and pedicle subtraction osteotomy (eggshell procedure): a retrospective review of 59 patients. *Spine* 2002; 27: 2338-2345.
39. Özalay M, Şenköylü A, Benli T, Uysal M, Derinçek A, Altun N. Ciddi koronal ve sagittal omurga deformitelerinde posterior tam vertebral kama rezeksiyonu (Domanıç osteotomisi) sonuçları. *J Turk Spinal Surg* 2008; 19 (2): 111-121.
40. Polly DW Jr, Hamill CL, Bridwell KH. Debate: to fuse or not to fuse to the sacrum, the fate of the L5-S1 disc. *Spine* 2006; 31(19 Suppl): S179-184.
41. Potter BK, Lenke LG, Kuklo TR: Prevention and management of iatrogenic flatback deformity. *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A: 1793–1808.
42. Roy-Camille R, Mazel C (eds): *Vertebrectomy through an enlarged posterior approach for tumors and malunions*. Philadelphia, Lippincott, 1991.
43. Sansur CA, Fu KM, Oskouian RJ Jr, Jagannathan J, Kuntz C 4th, Shaffrey CI. Surgical management of global sagittal deformity in ankylosing spondylitis. *Neurosurg Focus* 2008; 24: E8.
44. Smith-Petersen MN, Larson CB, Aufranc OE. Osteotomy of the spine for correction of flexion deformity in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1945; 27-A: 1-11.
45. Suk SI, Chung ER, Lee SM, Lee JH, Kim SS, Kim JH. Posterior vertebral column resection in fixed lumbosacral deformity. *Spine* 2005; 30: E703–E710.
46. Suk SI, Chung ER, Kim JH, Kim SS, Lee JS, Choi WK. Posterior vertebral column resection for severe rigid scoliosis. *Spine* 2005; 30: 1682-1687.
47. Suk SI, Kim JH, Kim WJ, Lee SM, Chung ER, Nah KH. Posterior vertebral column resection for severe spinal deformities. *Spine* 2002; 27: 2374–2382.
48. Thomasen E. Vertebral osteotomy for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis. *Clin Orthop Relat Res* 1985; 194: 142-152.
49. Voos K, Boachie-Adjei O, Rawlins BA. Multiple vertebral osteotomies in the treatment of rigid adult spine deformities. *Spine* 2001; 26: 526–533.
50. Yang BP, Ondra SL, Chen LA, Jung HS, Koski TR, Salehi SA. Clinical and radiographic outcomes of thoracic and lumbar pedicle subtraction osteotomy for fixed sagittal imbalance. *J Neurosurg Spine* 2006; 5: 9-17.
51. Wang MY, Berven SH. Lumbar pedicle subtraction osteotomy. *Neurosurgery* 2007; 60(2 Suppl 1): 140-146.
52. Wiggins GC, Ondra SL, Shaffrey CI. Management of iatrogenic flat-back syndrome. *Neurosurg Focus* 2003; 5: E8.