



# Komplikasyonlara Genel Bakış

## Overview of Complications

Celal Özbek ÇAKIR, Süleyman ÇAYLI

Özel Park Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Malatya, Türkiye

Yazışma Adresi: Süleyman ÇAYLI / E-posta: srcayli@gmail.com

### ÖZ

Omurga deformitesi değişik nedenlere bağlı olarak sagittal, koronal veya her iki planda gelişen şekil bozukluğudur. Deformitenin kompleks yapısından dolayı deformiteye yönelik yapılan cerrahi girişimlerin omurganın diğer hastalıklarına yönelik yapılan cerrahi girişimlerden farklı komplikasyonları vardır. Özellikle omurganın sagittal ve koronal planda denge sorunlarına yol açabilecek bu komplikasyonların bilinmesi deformite cerrahisi ile uğraşan omurga cerrahlarının gelişebilecek komplikasyonlardan korunmasına katkı sağlar.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Deformite, Kifoza, Komplikasyon, Skolyoz

### ABSTRACT

Deformity of spine can be described as structural anomaly of spine due to different factors in sagittal, coronal or both planes. Because of the complex structure of deformity, complications of this surgery are different from other surgical procedures. Being aware of these complications which can cause sagittal and coronal balance problems, may avoid the spinal surgeons from them.

**KEYWORDS:** Complication, Deformity, Kyphosis, Scoliosis

### GİRİŞ

Deformite omurganın sagittal veya koronal planda şekil bozukluğudur. Omurganın tümöral, dejeneratif ve enfeksiyon hastalıkları yanında omurga şekil bozukluğu olan deformite omurga cerrahisi pratiğinde önemli bir yer tutmaktadır. Omurganın eğriliği nedeni ile oluşabilecek denge bozuklukları, nörolojik defisit gelişmesi veya vücudun omuz, kalça asimetrisine bağlı şekil bozuklukları omurga deformitesi için cerrahi endikasyonlardır.

Deformite cerrahisinde bildirilen komplikasyon oranları oldukça değişkendir. Deformite cinsi ve komplikasyon çeşitlerinden bağımsız olarak, eski ve yeni yayınlar birlikte değerlendirildiğinde komplikasyon oranları %0 ile % 89 arasında değişmektedir (31). Deformite cerrahisinde komplikasyon çeşitleri fazla ve oranları değişken olmasına rağmen mortalite oranı çok düşüktür ve genellikle deformite dışı nedenlere bağlıdır (25).

Omurganın dejeneratif, tümöral ve enfeksiyon hastalıklarında uygulanan cerrahi girişimler sırasında gelişebilecek her türlü intraoperatif veya postoperative erken ve geç dönem komplikasyonlar deformite cerrahi sırasında karşımıza değişik oranlarda çıkabilir. Komplikasyonlar cerrahi girişim yoluna ve deformiteyi düzeltme manevralarına bağlı olabilir. Bu komplikasyonların hem deformiteyi tedavi eden doktor, hem de hastalar tarafından bilinmesi önemlidir. Cerrahi risklerin, geç dönem gelişebilecek komplikasyonların bilinmesi, hasta ile hekimin birlikte en az riskli tedavi yöntemine karar vermesine katkı sağlar.

Bu komplikasyonları şu şekilde sınıflandırabiliriz:

- İntraoperatif komplikasyonlar
- Kan kaybı
- Nörolojik zedelenme
- Dura yırtılması
- Enstrümantasyon ile ilgili komplikasyonlar
- Spinal balansın bozulması veya uygun olmayan düzeltme
- Büyük damar yaralanması
- Postoperatif komplikasyonlar

Medikal komplikasyonlar

- Pulmoner komplikasyonlar
- GİS komplikasyonları

Cerrahi komplikasyonlar

Erken postoperatif

- Hematom
- Yara enfeksiyonu
- Enstrümantasyon sistemi ile ilgili komplikasyonlar
- Sagittal dengenin bozulması

Geç postoperatif komplikasyonlar

- Psödoartroz
- Komşu segment dejenerasyonu

- Crankshaft fenomeni
- Bileşke deformiteleri

Bu yazıda tüm spinal cerrahi olguları için geçerli olan pulmoner komplikasyon gibi bazı medikal ve yara yeri enfeksiyonu gibi bazı cerrahi komplikasyonlardan daha çok, deformite cerrahisi için daha özel komplikasyonların üzerinde durulacaktır.

### İNTRAOPERATİF KOMPLİKASYONLAR

#### Kan Kaybı

Diğer omurga cerrahisi girişimlerine göre daha uzun segment üzerinde çalışıldığı için kan kaybı olasılığı yüksektir. Ayrıca vertebrada uygulanan hemivertebrektomi, osteotomi gibi işlemler veya anterior - posterior kombine işlemler kan kaybı riskini artırır.

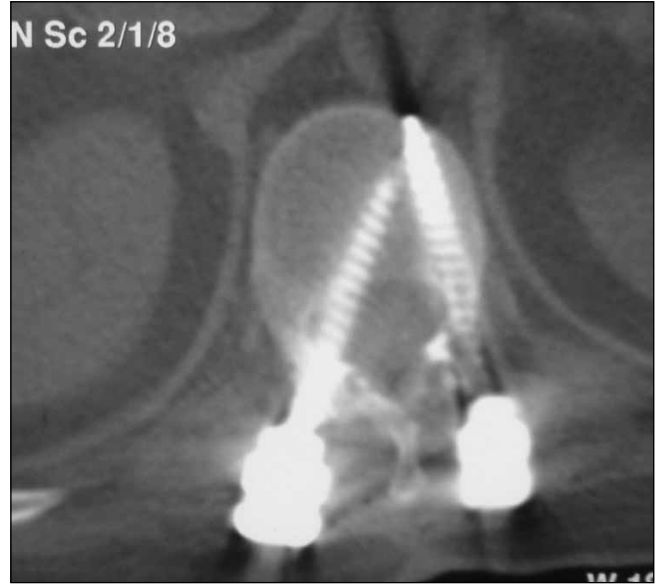
#### Enstrümantasyon Sistemi ile İlgili Komplikasyonlar

Skolyoz cerrahisinde yapılan işlemler olguya gerekli pozisyon verildikten sonra 3 safhaya ayrılabilir; vida ve kancaların yerleştirilmesi, omurganın serbestleştirilmesi, ve düzeltme manevraları. Normal bir omurgada torakal vertebralara pedikül vidası yerleştirmek lomber vertebralara göre daha sıkıntılıdır. Deformiteli omurgada pedikül yapısı bozuk, açılması değişmiş ve özellikle konkav tarafta incelmeye olabilir (20). Özellikle koronal plan eğriliğine eşlik eden transvers planda rotasyon yüzünden pedikül vidası malpozisyon oranı yüksektir (Şekil 1). Omurganın serbestleştirilmesi için faset eklem rezeksiyonu, osteotomiler veya konjenital skolyozda hemivertebra rezeksiyonu gibi işlemler uygulanır. Dura yaralanması ve nörolojik defisit sıklıkla bu ilk iki safhada sinir kökü veya omuriliğe direkt darbe sonucu gelişir. Yine vida yerleştirilmesi veya düzeltme manevraları sırasında organ ve büyük damar yaralanmaları olabilir.

#### Nörolojik Zedelenme

Nöral dokunun zarar görmesi deformite cerrahisi sırasında gelişebilecek en kötü ve en çok korkulan komplikasyondur. Nörolojik defisit omuriliğe cerrahi sırasında direkt darbe sonucu oluşabileceği gibi omuriliğin iskemisine bağlıdır. Omuriliğe direkt darbe nedeniyle gelişen omurilik kontüzyonuna bağlı nörolojik defisit zamanla düzelebilir. Omurilik iskemisine bağlı nörolojik defisit kalıcı olma olasılığı daha yüksektir.

İskemi omuriliğin besleyici damarlarının deformiteyi düzeltme manevraları sırasında gerilmesi ve bu gerginliğe bağlı omuriliğin perfüzyonunun bozulması nedeniyle olabilir. Deformite cerrahisi sırasında omuriliğin intraperatif moniterizasyonunun önemi buradadır. Düzeltme manevraları sırasında iskele miye bağlı elektrofizyolojik bulgular açığa çıkarsa, düzeltilen eğim açısının azaltılması damarlardaki gerginliği azaltır ve omuriliğin perfüzyonu sağlanabilir. Operasyon sırasında hastaların uzun süre hipotansif kalması omurilik perfüzyonunun bozulmasına yol açabilir. Ayrıca özellikle anterior girişimlerde anterior segmental arterlerin bağlanması iskemi olasılığını arttıran bir diğer nedendir (8).



Şekil 1: Torakal vertebrada pedikül vidası malpozisyonu.

Nörolojik defisit gelişme oranı konusunda literatur bilgisi kesin değildir. Omurilik zedelenme oranları %0.5-3 arasında değişmektedir (21). Konjenital skolyoz deformiteleri, keskin açılı rijit deformiteler ile hiperkifoz ve kombine anterior-posterior cerrahi girişim nörolojik defisit gelişimi için risk faktörleridir (7).

Sinir kökü zedelenmesi %0.5 oranında görülür (21). Deformite olgularında pedikül yapısının ve açılarının normal olgulardan farklı olması nedeni ile sinir kökü zedelenme riski normal vertebra yapısı taşıyan olgulara yapılan cerrahi işlemlere göre daha yüksektir. Nöromonitörizasyon ve navigasyon gibi sistemlerin kullanılması pedikül vidalarının yerleştirilmesi sırasında gelişebilecek sinir kökü yaralanması riskini azaltır.

Olguların preoperatif iyi değerlendirilmeleri nörolojik defisit gelişme oranını azaltır. Konjenital deformite olgularında deformiteye eşlik eden spinal kanal içi omurilik anomalileri olabileceğini unutmamak gerekir. Gergin omurilik sendromu (%38), diastomatomyeli (%9) ve siringomyeli (%9) en sık görülen intraspinal patolojilerdendir (6). Deformiteli olguların normal klinik izlemi sırasında büyüme atakları döneminde ve cerrahi tedavi sırasında düzeltme manevraları sırasında intraspinal patolojiler nörolojik defisit gelişmesine yol açabilir. Bu yüzden özellikle vertebra anomalisine bağlı konjenital deformite tanısı alan olguların intraspinal patoloji varlığı yönünden iyi değerlendirilmesi gereklidir. Orta hat kapanma defektinin hipertrikozis, dermal sinüs gibi cilt bulgularının saptanması, açıklığı sola bakan torakal skolyoz varlığı, ağrı olması intraspinal patoloji yönünden uyarıcı olmalıdır. Böyle olgularda mutlaka tüm spinal kanalı magnetic rezonans görüntüleme (MRG) ile incelemek gerekir. Atipik idiyopatik skolyoz olgularında (erkek hasta, açıklığı sola bakan torakal skolyoz gibi) siringomyeli kavitesi saptanırsa kraniovertebral bileşkenin MRG ile incelenmesi önemlidir. Bu olgularda ciddi bir oranda Chiari malformasyonu olma olasılığı vardır. Sadece

foramen magnum dekompresyonu şeklinde yapılacak Chiari malformasyonu tedavisi siringomyeli kavitesi ve skolyozun artmasını engelleyebilir. Böylece skolyoza yönelik cerrahi girişimin komplikasyonlarından korunulmuş olur.

Özellikle konjenital skolyoz olgularında nöral doku ile ilgili patolojiler dışında eşlik eden diğer sistem anomalilerini de göz önünde bulundurmak gerekir. Özellikle kardiyak ve renal anomalilerin konjenital deforme olgularında bulunma olasılığı yüksektir. Bu olguların yaklaşık %50'si deformeyle yönelik cerrahi girişimden önce eşlik eden bu patolojilere yönelik tıbbi ve cerrahi girişime gereksinim gösterirler. Bu olgularda diğer sistemlerin uygun taraması yapılmadan deformeyle yönelik yapılacak girişimler komplikasyon oranını arttıracaktır (3).

Bir diğer önemli nörolojik komplikasyon lomber bölgeye anterior transperitoneal cerrahi girişim sırasında superior hipogastrik pleksusun yaralanmasına bağlı erkek olgularda retrograde ejakülasyon (%0.42) ve empotans (%0.44) gelişmesidir (17).

Deformite cerrahi sırasında kullanılan enstrümantasyon cihazlarına veya düzeltme manevralarına bağlı gelişen sinir kökü veya omurilik yaralanması gibi nörolojik defisitlerin erken farkına varmak önemlidir. Stagnara wake-up testi (uyandırma testi) ile enstrümantasyon cihazları yerleştirildikten sonra veya düzeltme manevraları sonrası olgunun uyandırılarak kortikospinal traktusun intakt olup olmadığına bakılması deforme cerrahisi sırasında uzun yıllar kullanılmıştır (10). Uyarılmış potansiyellerin tüm operasyon boyunca kullanılabilir hala gelmesi ile uyandırma testinden uzaklaşmıştır. Somato sensory evoked potential (SSEP) ile ekstremitelerden dorsal kolon medial lemniscal yollarının bütünlüğünün ölçülmesi ile deforme cerrahisinde nörolojik defisit oranlarında ciddi azalma sağlanmıştır (23). SSEP ile saptanamayan anterior omurilik yaralanması olgularının saptanması kortikospinal traktusu monitörize eden motor evoked potential (MEP) tekniğinin SSEP ile birlikte kullanılmasını gündeme getirmiştir ve daha güvenilir bir test olmuştur (24).

### **Büyük Damar Yaralanması**

Omurgaya yönelik yapılan diğer cerrahi işlemlerde olduğu gibi deforme cerrahisi sırasında damarsal yapıların zedelenme riski vardır. Bu riskler arasında diğer cerrahi girişimlerde olduğu gibi pedikül vidaların toraks veya batin içi aorta, vena cava, iliak arter ve venleri zedelemesi sonucu arteriyo-venöz fistül, psödoanevrizma oluşumu sayılabilir.

Anterior cerrahi girişimlerde aortanın disseksiyonu ve retraksiyonu sırasında özellikle yaşlı hastalarda aorta duvarında var olan aterom plaklarının kopması sonucu embolik olaylar gelişebilir. Ayrıca yine özellikle kifotik deformatsi olan ileri yaş grubu olgularda aort kalsifikasyonu olup olmadığına dikkat etmek gerekir. Kifotik deformatsinin posteriordan kompresyon manevrası ile düzeltilmesi sırasında omurganın anterior kısmına yansıyan gerilme kuvveti ile elastisitesini yitirmiş aorta duvarında yırtılmalar olabilir.

## **POSTOPERATİF KOMPLİKASYONLAR**

### **Medikal Komplikasyonlar**

Daha önce de yazıldığı gibi bu özellikle konjenital skolyoz olgularında eşlik eden sistemik anomaliler olabileceğini unutmamak gerekir. Bu olguların özellikle cerrahi girişim öncesi tüm sistemlerinin taranması gelişebilecek komplikasyonları önleyebilir.

### **Pulmoner komplikasyonlar**

Pulmoner komplikasyonlar özellikle ileri yaş grubu olgularda yüksek oranda görülür. Sigara içilmesi, kronik akciğer hastalıklarının varlığı, uzun operasyon süresi, uzun süreli immobilyasyon, hijyen bozukluğu pulmoner komplikasyonlar için risk faktörleridir.

Pulmoner tromboemboli, derin ven trombozu sonucu gelişen emboliye bağlı olabileceği gibi özellikle ileri yaş grubu olgularda anterior cerrahi girişim sırasında damarların manüplasyonu sonucu var olan plakların kopması ile olabilir.

### **GİS komplikasyonları**

Postoperatif ileus en sık görülen komplikasyonlardandır. Anterior cerrahi girişim sırasında peritonun maniplasyonuna ya da posteriordan deforme düzeltilmesi sırasında posterior peritonun distraksiyonuna bağlı olabilir ve çoğunlukla spontan iyileşir (27).

Superior mezenterik arter sendromu mortalite ile sonuçlanabilecek ciddi bir komplikasyondur. Özellikle torakolomber deformatsilerin düzeltilmesi sırasında superior mezenterik arterin yukarı doğru yer değiştirmesi ile aorta ve superior mezenterik arter arasındaki açılabilir ve duodenum üçüncü kısmını sıkıştırır ve ince bağırsal proksimal kısmında iskemi gelişir (14).

### **Cerrahi Komplikasyonlar**

#### **Enfeksiyon**

Hematom, yara yeri enfeksiyonu diğer omurga cerrahisi olgularında olduğu gibi gelişebilecek önemli komplikasyonlardandır. Uzun süren operasyon süresine bağlı enfeksiyon gelişme riski de artar. Enfeksiyon yüzeysel olabileceği gibi kullanılan enstrümantasyon sistemlerini etkileyecek şekilde derin doku enfeksiyonu şeklinde de olabilir. Erken dönemde enfeksiyon oranı % 0.1 – 5 arasında değişen oranlarda bildirilmiştir (18, 22, 29). Geç dönemde enfeksiyon daha az oranda olmasına rağmen (% 0.6 – 1.7) ciddi bir problem olarak deforme cerrahisi sırasında karşımıza çıkabilmektedir (12, 32).

#### **Enstrümantasyon sistemi ile ilgili komplikasyonlar**

Dejeneratif skolyoz olgularında kemik mineral densitesinin düşük olması pedikül vidalarının sıyrma direncini düşürür (Şekil 2). Pedikül vidalarının direnci omurganın enstrümantasyon sistemine uygulayacağı direnç fazla olacağı için deforme cerrahisinde önemlidir. Bu yüzden cerrahi girişim öncesi enstrümantasyon kurgusunu iyi yapmak ve gerekirse cerrahi girişim sırasında pedikül vidalarını kancalar veya sublaminar telleme ile güçlendirmek gerekir.

### Sagittal dengenin bozulması

Spinal dekompanzasyon sagittal ve koronal planda dizilim bozukluğudur. Omurgada artrodez sonrası komşu segmentlerde deformite gelişmesi veya omurgada bozuk dizilim ile artrodez yapılması sonucu oluşur (Şekil 3A-C). En önemli dekompanzasyon nedenlerinden birisi skolyoz cerrahisi sırasında distraksiyon kuvvetine bağlı gelişen sagittal denge bozukluğudur. Bu sagittal denge bozukluğuna en iyi örnek 1973 yılında tanımlanmış düz bel sendromudur (15). Düz bel sendromunu engellemenin en iyi yolu deformitenin 3 boyutlu olduğunun ve deformitenin 3 boyutlu düşünülerek düzeltilmesi gerektiğinin bilinci ile cerrahi planlamanın yapılmasıdır.



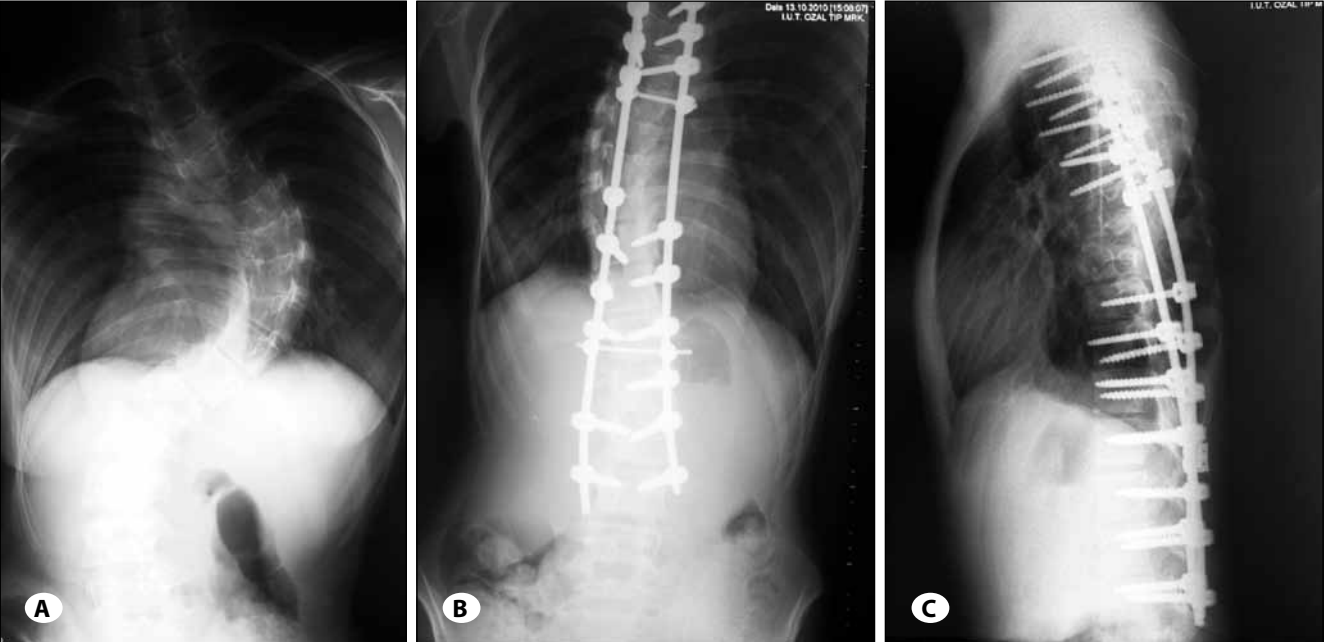
Şekil 2: Pedikül vidası sıyrması.

### Komşu segment dejenerasyonu

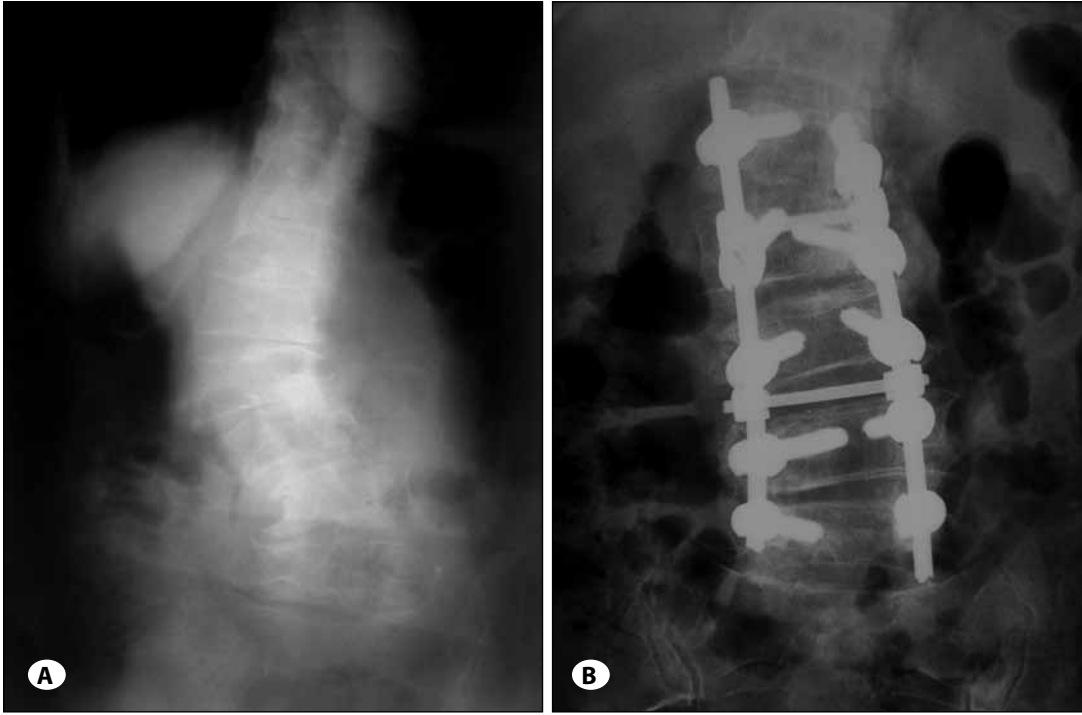
Omurganın dejeneratif hastalıkları için yapılan artrodez sonrası komşu segmentlerde artan strese bağlı veya dejeneratif sürecin komşu segmentlerde devam etmesi ile açıklanan komşu segment dejenerasyonu omurga cerrahisinde bilinen bir antitedir. Deformite cerrahisinde füzyon yapılan segmentlerin alt veya üst uçlarında koronal planda dekompanzasyon gelişebilir (Şekil 4A-B). Bu yüzden artrodezin alt ve üst uçları seçiminde dikkatli olmak gerekir.

### Psödoartroz

Omurga cerrahisinin en önemli komplikasyonlarından biri psödoartroz ve buna bağlı gelişen komplikasyonlardır. Psödoartroz artrodez uygulandıktan 1 yıl sonra hâlâ solid kemik oluşmama durumu olarak tanımlanır. Deformite cerrahisinde psödoartroz oranı 0–2.2% arasındadır (2,28,30). Deformitenin artışı, enstrümantasyon yetmezliği şeklinde kendini gösterir (Şekil 5). Diğer omurga cerrahi olgularında olduğu gibi deformite cerrahisinde de ideal füzyon gelişimi için bazı kurallara uymak gerekir. Füzyon yatağının uygun bir şekilde hazırlanması, yeterli kemik greft kullanılması, yerleştirilen implantın uygun olması (stress kalkanlaması faktörü) gibi pozitif koşulların yanısıra enfeksiyon, sigara kullanımı gibi negatif faktörler de füzyon gelişimini etkileyen önemli faktörlerdir. Ayrıca ileri yaş (55 yaş üstü olgular)da psödoartroz gelişiminin önemli faktörleri arasında sayılabilir. En sık torakolomber ve lumbosakral bileşkede karşımıza çıkar. Özellikle bu bölgelerde interbody füzyon teknikleri veya anterior-posterior cerrahi tekniklerinin kombine kullanılması ile füzyon gelişimi artırılabilir (4,5,9,13).



Şekil 3: (A) Onüç yaşında adolesan skolyoz olgusu. (B) Postoperatif koronal plan deformitede belirgin düzleme sağlanırken, (C) sagittal planda gelişen denge kaybı.



**Şekil 4A,B:**  
Dejeneratif skolyoz olgusu. Operasyondan 6 ay sonra T12 seviyesinde koronal planda dekompanzasyon gelişimi.



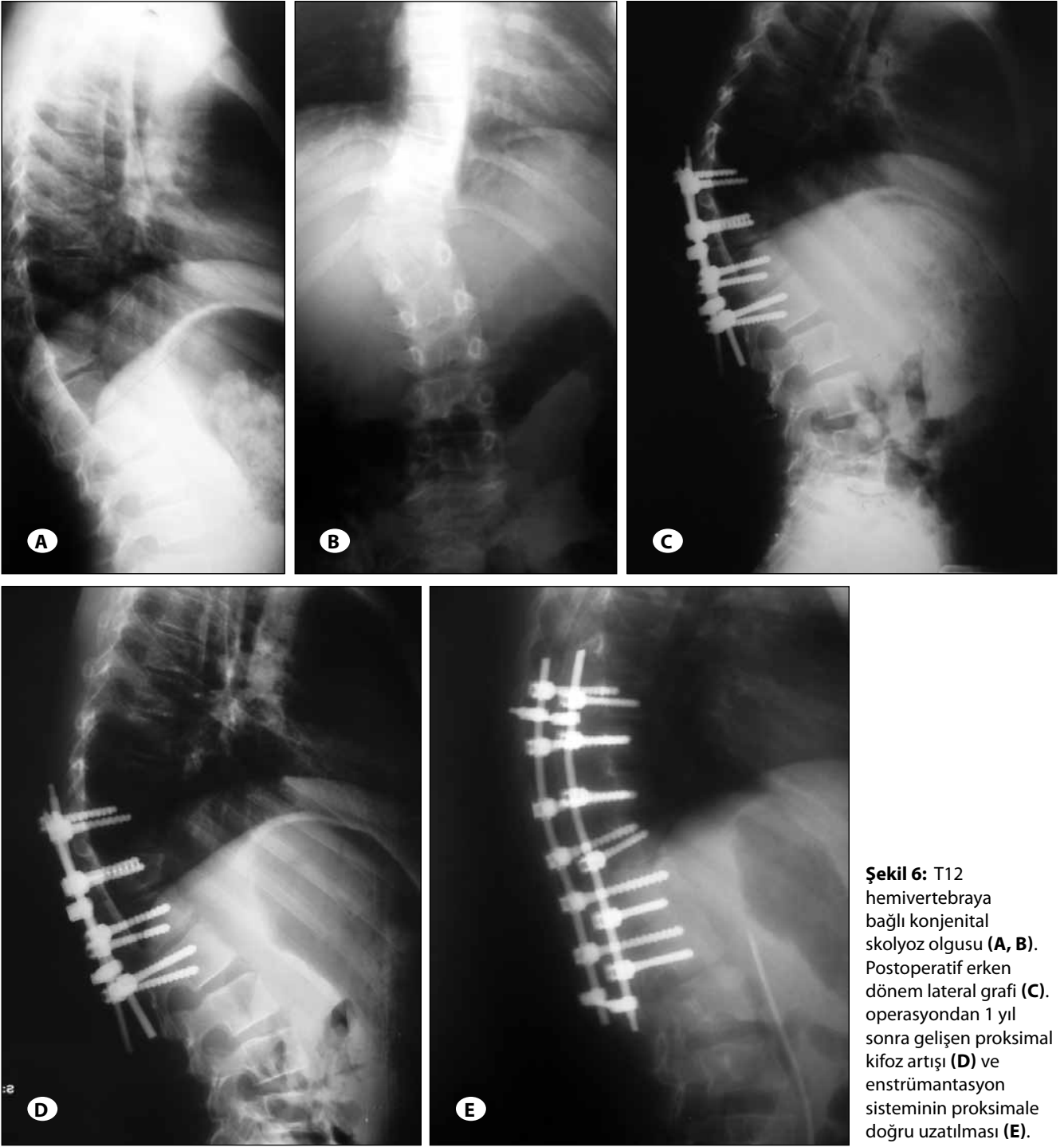
**Şekil 5:** Skolyoz cerrahisinden 5 yıl sonra psödoartroza bağlı enstrüman kırılması ve deformite gelişimi.

#### Krankşaft fenomeni (crankshaft)

Otomobillerde bulunan krank miline benzediği için bu fenomen 'krankşaft fenomeni' olarak tanımlanmıştır (26). Özellikle büyüme çağındaki çocuklarda deformite cerrahisi sonrasında artrodez yapılan bölgelerde hâlâ büyüme potansiyeli olan epifiz plaklarından büyüme olması ile ortaya çıkan tablodur. Daha açık bir tanımla posterior stabilizasyon ve füzyon yapılan olgularda anterior bölgede epifiz plaklarının sağlam kalması sonucu omurganın anterior kısmında oluşan orantısız büyüme nedeniyle ortaya çıkan omurganın şekil bozukluğudur. Cobb açısında 10° den fazla artış ve apikal vertebrada 5° den fazla rotasyon olursa crankshaft fenomeni olarak kabul edilir. Hızlı büyüme çağındaki kabul edilen Risser 0 çocuklarda posterior füzyon sonrası krankşaft fenomeni görülme oranı %37-43 civarındadır (16,19).

#### Bileşke deformiteleri

Deformite nedeni ile opere edilmiş tüm olgularda enstrümantasyon sisteminin proksimal veya distalinde oluşabilecek deformitelerdir. Çoğunlukla deformite cerrahisi sonrasında stabil kabul edilen vertebranın yanlış seçimi veya stabilizasyon sisteminin torakolomber bileşke gibi geçiş noktalarında sonlandırılması ile ortaya çıkan komplikasyonlardır. Bu deformite görüldüğü bölgeye (bileşke deformitesi, proksimal bileşke kifozu, distal bileşke kifozu) göre isimlendirilebilir. Osteoporoz, kifoz varlığı ( $\geq 5^\circ$ - $10^\circ$ ) bileşke deformite gelişimi için önemli risk faktörlerindedir. Bu komplikasyondan korunmak için stabilizasyon yapılacak alt ve üst vertebra sınırlarını belirlerken deformitenin 3 boyutlu yapısını gözönünde bulundurmak gerekir. Enstrümantasyon kifozun tepesinde sonlandırılmamalıdır. Ayrıca skolyoz cerrahisinde stabil vertebranın doğru seçimi bileşke deformite gelişimini engeller (1,11).



**Şekil 6:** T12 hemivertebraya bağlı konjenital skolyoz olgusu (A, B). Postoperatif erken dönem lateral grafi (C). Operasyondan 1 yıl sonra gelişen proksimal kifoz artışı (D) ve enstrümantasyon sisteminin proksimale doğru uzatılması (E).

#### KAYNAKLAR

1. Arlet V, Aebi M: Junctional spinal disorders in operated adult spinal deformities: Present understanding and future perspectives. *Eur Spine J* 22: 276-295, 2013
2. Asher M, Lai SM, Burton D, Manna B, Cooper A: Safety and efficacy of Isola instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis: Two- to 12-year follow-up. *Spine* 29: 2013 – 2023, 2004
3. Basu PS, Elsebaie H, Noordeen MH: Congenital spinal deformity: A comprehensive assessment at presentation. *Spine* 27: 2255–2259, 2002
4. Berven S, Tay BK, Kleinstueck FS, Bradford DS: Clinical applications of bone graft substitutes in spine surgery: Consideration of mineralized and demineralized preparations and growth factor supplementation. *Eur Spine J* 10:169–177, 2001

5. Boden SD, Sumner DR: Biologic factors affecting spine fusion and bone regeneration. *Spine* 20: 102–112, 1995
6. Bradford DS, Heithoff KB, Cohen M: Intraspinal abnormalities and congenital spinal deformities: A radiographic and MRI study. *J Pediatr Orthop* 11: 36–41, 1991
7. Bridwell KH, Lenke LG, Baldus C, Blanke K: Major intraoperative neurologic deficits in pediatric and adult spinal deformity patients. *Spine* 23(3):324–331, 1998
8. Bridwell KH, Lenke LG, Baldus C, Blanke K: Major intraoperative neurologic deficits in pediatric and adult spinal deformity patients. Incidence and etiology at one institution. *Spine* 23: 324 – 333, 1998
9. Brown CW, Orme TJ, Richardson HD: The rate of pseudarthrosis (surgical nonunion) in patients who are smokers and patients who are nonsmokers: A comparison study. *Spine* 11:942–943, 1986
10. Brustowicz RM, Hall J: In defense of the wake-up test. *Anesth Analg* 67:1019, 1988
11. Burch S: Surgical complications of spinal deformity surgery. *Neurosurg Clin N Am* 18: 385-392, 2007
12. Clark CE, Shufflebarger HL: Late-developing infection in instrumented idiopathic scoliosis. *Spine* 24:1909 – 1912, 1999
13. Cook S, Asher M, Lai SM, Shobe J: Reoperation after primary posterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. *Spine* 25: 463–468, 2000
14. Crowther MAA, Webb FJ, Eyre-Brook IA: Superior mesenteric artery syndrome following surgery for scoliosis. *Spine* 27: 528–533, 2002
15. Doherty JH: Complications of fusion in lumbar scoliosis. *J Bone Joint Surg* 55: 438, 1973
16. Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger: The crankshaft phenomenon. *J Pediatr Orthop* 9: 541–550, 1989
17. Flynn JC, Price CT: Sexual complications of anterior fusion of the lumbar spine. *Spine* 9: 489–492, 1984
18. Glazer PA, Hu SS: Pediatric spinal infections. *Orthop Clin North Am* 27: 111–123, 1996
19. Hamill CL, Bridwell KH, Lenke LG, Chapman MP, Baldus C, Blanke K: Posterior arthrodesis in the skeletally immature patient. Assessing the risk for crankshaft: Is an open triradiate cartilage the answer? *Spine* 22: 1343–1351, 1997
20. Li G, Lv G, Passias P, Kozanek M, Methar US, Liu Z, Wood KB, Rehak L, Deng Y: Complications associated with thoracic pedicle screws in spinal deformity. *Eur Spine J* 19: 1576-1584, 2010
21. Lowe T: Morbidity and mortality report. Proceedings of the Scoliosis Research Society, San Diego, 1987
22. Mielke CH, Lonstein JE, Denis F, Vandenbrink K, Winter RB: Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A comparative analysis. *J Bone Joint Surg Am* 71: 1170– 1177, 1989
23. Nuwer MR, Dawson EG, Carlson LG, Kanim LEA, Sherman JE: Somatosensory evoked potential spinal cord monitoring reduces neurologic deficits after scoliosis surgery: Results of a large multicenter survey. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 96: 6–11, 1995
24. Pelosi L, Lamb J, Grevitt M, Mehdian SMH, Webb JK, Blumhardt LD: Combined monitoring of motor and somatosensory evoked potentials in orthopaedic spinal surgery. *Clin Neurophysiol* 113: 1082–1091, 2002
25. Reames DL, Smith JS, Fu KM, Polly DW, Ames CP, Berven SH, Perra CH, Glasmann SD, McCarthy RE, Knapp RD, Heary R, Shaffrey CI: Complications in the surgical treatment of 19,360 cases of pediatric scoliosis: A review of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality database. *Spine* 36: 1484-1491, 2011
26. Sanders JO, Herring JA, Browne RH: Posterior arthrodesis and instrumentation in the immature (Rissergrade-0) spine in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 77: 39–45, 1995
27. Shapiro G, Green DW, Fatica NS, Boachie-Adjei O: Medical complications in scoliosis surgery. *Curr Opin in Pe* 13: 36–41, 2001
28. Smith JA, Deviren V, Berven S, Bradford DS: Does instrumented anterior scoliosis surgery lead to kyphosis, pseudarthrosis, or inadequate correction in adults? *Spine* 27: 529 – 534, 2002
29. Theiss SM, Lonstein JE, Winter RB: Wound infections in reconstructive spine surgery. *Orthop Clin North Am* 27: 105 – 110, 1996
30. Weis JC, Betz RR, Clements DH, 3rd, Balsara RK: Prevalence of perioperative complications after anterior spinal fusion for patients with idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord* 10: 371 – 375, 1997
31. Weiss HR, Goodall D: Rate of complications in scoliosis surgery-a systematic review of the PubMed literature. *Scoliosis* 3: 9, 2008
32. Wimmer C, Nogler M, Frischhut B: Influence of antibiotics on infection in spinal surgery: A prospective study of 110 patients. *J Spinal Disord* 11:498 – 500, 1998