



Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisinde komplikasyonların önlenmesi ve yönetimi

Prevention and management of complications in adolescent idiopathic scoliosis surgery

Sinan Erdoğan¹, Halil Büyükdoğan²

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

²Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul Kanuni Sultan Süleyman Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

Adolesan idiyopatik skolyoz (AIS) hastaları, günümüz cerrahi yaklaşımları sayesinde giderek azalan komplikasyon oranlarıyla beraber başarılı şekilde tedavi edilebilmektedir. Ancak karşılaşılabilen komplikasyonların çok ciddi sorunlara neden olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle ameliyat için karar aşamasında hasta ve ebeveynleri potansiyel yararlar ile zararlar hakkında açık şekilde bilgilendirilmeli ve cerrahi tedavi kararı birlikte alınmalıdır. Hem hasta hem de hekim için en çok korkulan komplikasyon cerrahiye bağlı ölüm veya nörolojik sekel gelişme ihtimalidir. Bunun yanında solunum sistemi komplikasyonları, gastrointestinal sistem komplikasyonları, cerrahi alan enfeksiyonları, implant ilişkili komplikasyonlar ve nörolojik yaralanmalar, AIS cerrahisine bağlı gelişen komplikasyonlar arasında daha sık olarak karşımıza çıkmaktadır. Hastanın cerrahi için ameliyat masasına yerleştirildiği andan itibaren başlayan ve yıllar sonraki takiplerine kadar devam eden herhangi bir süreç içerisinde birçok farklı komplikasyonla karşılaşılabilir. Bu nedenle komplikasyonların ameliyat esnası ve ameliyat sonrası dönem şeklinde bir kronolojik sıralamayla sistematik olarak ele alınması klinik yaklaşım ve uygulamalarımıza fayda sağlayabilir. Başarılı bir AIS cerrahisi ancak karşılaşılabilecek komplikasyonların çok iyi şekilde bilinmesi, komplikasyonların oluşmaması için gereken önlemlerin alınması, komplikasyon ile karşılaşıldığında ise uygun şekilde yönetiminin yapılabilmesi ile mümkündür. Bu derleme, AIS cerrahisinin günümüz uygulamalarına bağlı gelişebilecek komplikasyonlarını güncel literatür ışığında değerlendirmeyi amaçlamıştır.

Anahtar sözcükler: adolesan; idiyopatik skolyoz; cerrahi; komplikasyon; önleme; yönetim

Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients can be successfully treated with today's surgical procedures, with gradually decreasing complication rates. However, it should not be forgotten that the complications can cause very serious problems. Therefore, the patient and their parents should be informed about the potential benefits and harms at the decision stage for surgery, and the surgical treatment decision should be taken together. The most feared situation for both the patient and the surgeon is the possibility of death or neurological sequelae due to surgery. In addition, respiratory system complications, gastrointestinal complications, surgical site infections, implant-related complications and neurological deficits are more common among complications that develop due to AIS surgery. Many different complications in any process start from the patient being placed on the operating table for surgery and continue until years later. For this reason, it may be beneficial for our clinical practices to deal with complications in a chronological systematic as intraoperative and postoperative periods. A successful AIS surgery is only possible if the complications that may be encountered are well known, the necessary precautions are taken to prevent their occurrence, and appropriate management can be made. This review aimed to evaluate the complications of AIS surgery in the light of current literature.

Key words: adolescent; idiopathic scoliosis; surgery; complication; prevention; management

Skolyoz cerrahisinin gelişimi 1960'larda Harrington rodları ve 1980'lerde Cotrel-Dubousset enstrümantasyonu ile 20. yüzyılın sonlarına doğru ivme

kazanmıştır.^[1] 2000'li yıllardan bu yana pedikül vidaları ile posterior füzyon standart yaklaşım olarak uygulanmakla beraber, son zamanlarda füzyonsuz yöntemlere

İletişim / Contact: Doç. Dr. Sinan Erdoğan • E-posta / E-mail: sinanerdogan@hotmail.com

ORCID iD: Sinan Erdoğan, 0000-0002-8517-3925 • Halil Büyükdoğan, 0000-0002-0202-444X

Geliş / Received: 24 Nisan 2022 • **Revizyon / Revised:** 26 Mayıs 2022, 22 Eylül 2022 • **Kabul / Accepted:** 27 Eylül 2022

eğilim artmaktadır.^[2] Skolyozun cerrahi tedavisi sürekli gelişen dinamik bir süreçtir. Bu tarihsel gelişim sürecinde karşılaşılan komplikasyonlar skolyoz cerrahisinin gelişimine büyük katkılar sağlamıştır. Komplikasyonlardan öğrenilenler, deformitenin daha iyi anlaşılmasına ve yeni yöntemlerin geliştirilmesine yol göstermiştir.

Skolyoz cerrahisinin komplikasyonları, deformitenin etiolojisine (doğumsal, nöromusküler, idiyopatik vb.), uygulanan cerrahi yöntem, hastaların takip süresine ve daha birçok etkene göre değişkenlik gösterir.^[3] Bu durum, literatürde bildirilen komplikasyon oranlarının karmaşasına sebep olmaktadır; uzun dönem sonuç ve komplikasyon bildiren çalışmaların artık tercih edilmeyen cerrahi yöntemleri içeriyor olması örneğinde olduğu gibi. Bu nedenle bu derlememizde, adolesan idiyopatik skolyoz (AİS) cerrahisinin günümüz uygulamalarına bağlı gelişebilecek komplikasyonlarının, güncel literatür ışığında değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

AİS CERRAHİSİ VE KOMPLİKASYONLARINA GENEL BAKIŞ

Adolesan idiyopatik skolyoz çocuk ve ergen yaş grubunda en sık cerrahi uygulanan omurga deformitesidir ve genel prevalansı %0,47-5,2^[4], ülkemizdeki prevalansı ise %2,3 olarak bildirilmiştir.^[5] Adolesan idiyopatik skolyozun cerrahi tedavisindeki amaçlar; eğriliğin ilerlemesinin durdurularak gelişebilecek fizyolojik ve psikolojik morbiditelerin önlenmesi ve dengeli bir omurga sağlanarak yaşam kalitesinin artırılmasıdır. Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisi için endikasyon aşamasında; cerrahi tedavinin getireceği potansiyel yarar ve zararların, ölüm ve sakatlık ihtimali dâhil bütün komplikasyonların, açık ifadelerle ve anlaşılabilir bir dille, hastayla ebeveynlerine anlatılarak, cerrahi tedavi kararının birlikte alınması ve aydınlatılmış onam ile belgelendirilmesi gerekmektedir.

Sürekli gelişen cerrahi yöntemler ve implant teknolojisi, AİS'nin cerrahi tedavisinde başarılı sonuçlar sağlamıştır. Bu nedenle uygulanan ameliyat sayıları yıllar içinde giderek artmaktadır.^[6] Ancak, komplikasyon oranları bu gelişmelere paralel olarak azalsa da hâlen çok ciddi sorunlar olarak karşımıza çıkabilmektedir.^[1,6] Şüphesiz hem hasta ve ebeveynlerinin hem de hekimin en büyük korkusu, cerrahiye bağlı gelişebilecek ölüm ve nörolojik yaralanma ihtimalidir. *Scoliosis Reaserch Society Morbidity & Mortality* (SRS M&M) veri tabanı kullanılarak yapılan çalışmada, 2004-2016 yılları arasında AİS nedeniyle ameliyat edilmiş 84,320 hastanın genel komplikasyon oranı %1,5; ölüm oranı %0,014 ve nörolojik yaralanma oranı %0,35 olarak bildirilmiştir.^[7] SRS M&M, NIS (*nationwide inpatient sample*) ve KID (*kid's inpatient database*) gibi birbirinden farklı üç büyük veri

tabanıyla yapılan bir diğer çalışmada en sık karşılaşılan komplikasyonların cerrahi alan enfeksiyonları, nörolojik yaralanmalar, solunum sistemi komplikasyonları ve implant ilişkili komplikasyonlar olduğu görülmektedir.^[8] Klinik pratiğimizde komplikasyonlar, ameliyat sırasında veya ameliyat sonrası dönemde karşımıza çıkabilmektedir. Bu nedenle yazarlar AİS cerrahisinin komplikasyonlarını, klinik uygulamalarımıza yardımcı olabilmesi adına, ameliyat esnası, ameliyat sonrası erken dönem ve ameliyat sonrası geç dönem başlıkları altında ele almayı amaçlamıştır.

Ameliyat Esnasında Karşılaşılan Komplikasyonlar Pozisyon ilişkili komplikasyonlar

Omurganın posterior füzyon cerrahilerinde hastalar genel anestezi altında uzun süre yüzüstü ve kollar baş tarafına uzanmış pozisyonda yatmak durumundadır. Ameliyat masası ile direk temas eden bölgelerde oluşan bası ve ekstremitelerin pozisyonu nedeniyle brakial pleksus, lateral femoral kutanöz ve ulnar sinir gibi periferik sinir kusurları gelişebilmektedir.^[9] Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisi için bu komplikasyon oranı %0,5 olarak bildirilmiştir.^[3] Bu komplikasyonların, basıya maruz kalan kemik çıkıntılı bölgelerin yumuşak malzemelerle desteklenmesi ve kolların aşırı abduksiyon-fleksiyon pozisyonundan korunması gibi basit manevralar ile önlenmesi mümkündür. (Şekil 1) Bu nedenle, cerrah başta olmak üzere anestezi ve ameliyat ekibi doğru pozisyonlama için azami özeni göstermelidir. Pozisyon ilişkili periferik sinir kusurları çoğu zaman kendiliğinden düzelir ve takip yeterlidir.

Görme kaybı

Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisine bağlı görme kayıpları %0,008-0,02 oranında bildirilen çok nadir komplikasyonlardır ancak geliştiğinde hastaların yarısında kalıcı bir görme sekeli bırakması açısından oldukça korkutucu bir durumdur.^[7,8] Uzun süre yüzüstü pozisyonda gözlerin basıya maruz kalması en çok suçlanan etkindir; ancak sıklıkla neden kortikal iskemi kaynaklıdır ve santal retinal arter-ven tıkanıklıkları ile hipofiz apopleksi gibi durumlar sonucunda da gelişebilmektedir.^[10,11] Aşırı kan kaybı, uzamış hipotansiyon, erkek cinsiyet, ameliyat öncesi demir eksikliği anemisi ve uzun segment füzyon, görme kaybı açısından risk grubunu oluşturmaktadır.^[10] Gözlerin basıdan korunması, başın kalp seviyesi veya hafif yükseğinde pozisyonlandırılması, arteriyel kan basıncı monitörizasyonu ile iskemi açısından aşırı hipotansiyonun; kanama açısından ise hipertansiyonun önlenerek dengeli bir kan basıncı sağlanması, aşırı kolloid ve kristaloid sıvı yüklemesi yerine uygun zamanda kan transfüzyonunun yapılması, ameliyat öncesi varsa ane-



Şekil 1. Uygun şekilde pozisyonlandırılmış hasta örneği.

minin tedavi edilmesi ve hematokrit düzeyinin %30 üzerinde tutulması, görme kaybının önlenmesinde izlenecek adımlardır.^[10] Cerrahi sonrası hastaların görme kusurları açısından değerlendirilmesi unutulmamalıdır ve komplikasyon varlığında en erken şekilde detaylı bir göz muayenesi için konsülte edilmelidir.

Kanama

Kanama miktarı cerrahi alanın büyüklüğü, cerrahi sürenin uzun olması ve hangi yaklaşımın kullanıldığı ile ilişkilidir. En fazla kanama, sırası ile kombine, posterior ve anterior yaklaşımda görülmektedir. Yüksek kan basıncı, yüksek eğrilik derecesi, füzyona dâhil edilen vertebra sayısının artması, osteotomi gerektiren uygulamalar ve erkek cinsiyet ameliyat içi kanama miktarını arttıran diğer etkenlerdir.^[12] Hacim olarak en fazla kan kaybının yaşandığı dönem uzun işlem süresi nedeniyle pedikül vidalarının yerleştirilme aşaması; dakika başına kanama miktarının en fazla olduğu dönem ise kortikotomi, fasetektomi gibi kemik müdahalelerin yapıldığı aşamadır.^[13] Aşırı kanamanın önlenmesi için; kan basıncının düşük tutulması, insizyondan kapamaya kadar cerrahinin tüm aşamasında cerrah tarafından kanama kontrolünün titizlikle sağlanarak ilerlenilmesi ve çalışılmayan alanların baskılı şekilde kapatılması esastır. Bunun yanında, anti-fibrinolitik etkili traneksamik asitin insizyondan önce 10 mg/kg bolus ve ameliyat esnasında 1 mg/kg/saat infüzyon şeklinde sistemik kullanımının kan transfüzyon ihtiyacını önemli miktarda azalttığı belirtilmektedir.^[14] Uygulanacak cerrahi işlemler ve ameliyat süresi nedeniyle bazen aşırı kan kaybı kaçınılmaz olabilmektedir. Altı saatten uzun sürecek veya %30'dan fazla kan kaybı gelişebilecek durumlarda, cerrahi sahadan aspire edilen kanın tekrar hastaya transfüze edilmesini sağlayan *cell-saver* sistemlerinin kullanılması önerilmektedir.^[15]

İmplant ilişkili komplikasyonlar ve uygun olmayan vida pozisyonu

Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisi esnasında %0,2-2,03 oranında uygun olmayan vida yerleşimi, kemik tespitin bozulması ve implantlar arası bağlantıların kopması gibi implant ilişkili komplikasyonlarla karşılaşabilmektedir.^[3,7,8] Pedikül vidalarının uygun olmayan pozisyonda yerleştirilmesi omurilik, sinir kökü, vasküler ve visseral yaralanmalara yol açarak yıkıcı sonuçlara neden olabilmektedir.^[16] Deneyimli cerrahlar için bile %10-30 oranında uygun olmayan vida yerleşimiyle karşılaşabilmektedir.^[17] Vida ilişkili yaralanmalar için genel olarak 2 mm'den küçük sapmalar güvenli; 4 mm'den büyük sapmalar ise riskli kabul edilmektedir.^[18] Ancak bu güvenlik sınırlarının özellikle T4-T9 konkav segmenti için çok daha dar olduğu ve 2 mm'den küçük sapmalarda bile ciddi vasküler ve visseral yaralanmalar olabileceği gösterilmiştir.^[19] Vida yerleştirilmesine bağlı gelişebilecek komplikasyonlardan dolayı oluşan endişeler, çeşitli görüntüleme kılavuzlu sistemlerin geliştirilmesini ve vida sapma miktarlarının azaltılmasını sağlamış olsa da bu sistemlerin kullanılması, radyasyon yükünü artırması ve vida ilişkili klinik komplikasyonda anlamlı bir azalma sağlamaması açısından tartışmalıdır.^[17,20] Vida ilişkili komplikasyonları azaltmanın en kolay yolu daha az vida kullanılmasıdır. Düşük vida yoğunluğu ile yapılan düzeltmelerin hasta memnuniyeti yüksek ve fonksiyonel sonuçları oldukça başarılıdır.^[2,21] Daha az vidayla yapılan düzeltmeler, direkt vida ilişkili komplikasyonları azaltmasının yanında, cerrahi sürenin kısalmasına bağlı olarak daha birçok komplikasyonu da dolaylı olarak önlemektedir. Yazarlar klinik pratiğinde düşük vida yoğunluğu yöntemini tercih etmektedirler. Bunun yanında, ameliyat öncesi tomografi kesitlerinde tüm vertebraların yönelim ve rotasyonunu, pedikül çaplarını ve vidaların gönderilmesi gereken açıları detaylı şekilde not ederek, ameliyat esnasında bu notlardan faydalan-

maktadır. Ayrıca daha önceki yaptıkları bir çalışmada uygun vida yerleşimini sağlamak için kullandıkları anatomik belirteçleri ve cerrahi tekniklerini detaylı şekilde bildirmişlerdir.^[17] Vida ilişkili gelişen herhangi bir komplikasyon durumunda ise sorun oluşturan vidalar çıkartılmalı ve uygun şekilde yeniden yerleştirilmeleri sağlanmalıdır.^[18]

Dura yırtılması

Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisi için dural yaralanma ihtimali düşüktür; fakat ligamentöz gevşetme veya osteotomi gibi prosedürlerin eklendiği yüksek dereceli rijit eğriliklerde bu risk artmaktadır.^[9] Dural yaralanma, farklı çalışmalarda %0,12-0,28 oranında bildirilmiştir.^[8,22,23] Pedikül vidalarının yerleştirilmesi sırasında, her vida için %0,35 olasılıkla dural yırtık gelişebilmektedir ve bu yırtıklar en sık torakal eğriliğin konkav tarafında oluşur; çünkü tekal kese bu bölgede pediküllere en yakın konumdadır.^[18] Bu nedenle yazarlar, eğriliğin konkav tarafındaki pediküllere vida yerleştirilirken azami dikkat gösterilmesini, olası dural yaralanmaların önlenmesi için önermektedirler. Gelişen dural yaralanmalar için genel yaklaşım sızdırmaz bir tamir sağlamaktır. Bu amaçla öncelikle keskin olmayan monoflaman sütür materyali ile primer onarım önerilmektedir; ancak primer tamir mümkün değilse fibrin yapıştırıcı, fasya, yağ gibi dokular veya sentetik yamalar kullanılarak dural açıklık kapatılmalıdır.^[18,24] Vida ilişkili bir dural delinme söz konusu olduğunda ise, laminektomi yapılarak duranın tamir edilmesini ya da vidanın yerinin değiştirilerek önceki vida deliğinin kemik mumuyla doldurulmasını öneren yaklaşımlar mevcuttur ve her iki yaklaşımda da kalıcı bir nörolojik kusur görülmemiştir.^[18] Dura tamiri yapılmış hastaların ameliyat sonrası mobilizasyonu kısıtlanmalıdır.^[9]

Akciğer yaralanmaları

Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisinde, santral ve nöz kataterizasyon, cerrahi disseksiyon, implantasyon (vida ve rod uygulama), kosta rezeksiyonu gibi aşamalarda ve torakotomi, torakoskopi kullanılan yaklaşımlarda akciğer yaralanmaları gelişebilmektedir.^[24,25] Bu yaralanmalar plevral irritasyon, efüzyon, pnömotoraks ve hemotoraks gibi ciddi solunum sistemi sorunlarına sebep olabilir.^[18,26] Dikkatli cerrahi disseksiyon ve implantların uygun pozisyonda yerleştirilmesi ile akciğer yaralanmaları çoğunlukla önlenir. Herhangi bir implantın uygun olmayan yerleştirilmesine bağlı plevral veya parankimal bir penetrasyon tespit edilirse, implantın çıkartılarak uygun şekilde yeniden yerleştirilmesi ve hastanın yakın takibi gerekir. Ameliyat sonrası alınacak erken bir akciğer grafisi, ciddi komplikasyonların fark edilmesi ve zamanında müdahalesi için oldukça önemlidir.^[24] Ciddi solunum

sıkıntısı oluşturan pnömotoraks veya hemotoraks gibi komplikasyonların gelişmesi halinde vakit kaybetmeden toraks tüpü takılması planlanmalı ve göğüs cerrahisi konsültasyonu istenmelidir.

Nörolojik yaralanmalar

Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisi esnasında en korkulan komplikasyonların başında gelen nörolojik yaralanmalar, spinal kord ve diğer nörolojik yapıların; implantlar, cerrahi aletler, hematoma veya greft gibi etkenlerle bası altında kalması, iyatrojenik yaralanması, düzeltme sonrası aşırı gerilmesi, uzamış hipotansiyon ve kanama nedeniyle iskemiye maruz kalması gibi durumlar sonucunda gelişebilmektedir.^[11] Bu yaralanmalar tam-kısmi kord yaralanmaları, sinir kökü veya *kauda equina* yaralanmaları şeklinde karşımıza çıkabilmektedir ve birçoğu sekelsiz iyileşir; ancak sekel kalan olguların varlığı göz ardı edilmemelidir.^[3,7] Yüksek eğrilik derecesi, kombine yaklaşımlar ve osteotomilerin eklenmesi nörolojik yaralanma riskini arttıran etkenlerdir.^[3,23] Adolesan idiyopatik skolyoz hastaları için son güncel ve büyük çaplı SRS M&M veri tabanı taramasında nörolojik komplikasyon oranı %0,35 oranında bildirilmiştir. 2004-2016 yılları arasında 84.320 hastanın dâhil edildiği bu çalışmada; 37 tam kord, 163 kısmi kord ve 64 sinir kökü yaralanması vakasının, 68'inde kısmi (%0,08), 15'inde ise tam (%0,02) nörolojik sekel kaldığı ve nörolojik komplikasyon oranlarının yıllar ilerledikçe azaldığı görülmektedir.^[7] Günümüzde standart yaklaşım olan pedikül vidalı posterior füzyon cerrahisi ile 2012-2019 yılları arasında ameliyat edilen 1057 AİS hastasının 5'inde (%0,47) geçici nörolojik kusur bildirilmiştir.^[27]

Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisinde nörolojik komplikasyonların önlenmesi ve yönetimi için ameliyat içi nöromonitörizasyonun (AİNM) sağladığı katkı tartışılmaz. Ameliyat içi nöromonitörizasyon sayesinde cerrah, gelişen nörolojik yaralanmaları tanıma ve vaktinde müdahale şansı bulmaktadır. Ameliyat içi nöromonitörizasyon yöntemlerinin gelişmesi ve çok modlu kullanım teknikleri, nörolojik yaralanmaların %100'e yakın duyarlılık ve özgüllükle tespit edilmesine olanak sağlamaktadır.^[28] Kritik kabul edilen AİNM sinyal kayıpları yaşandığı anda cerrah işlemi durdurmalı ve öncelikle sinyal değişikliklerine sebep olabilecek teknik detayları sorgulamalıdır (bağlantı, kablo, ekstremitte pozisyonu, nöromusküler blokaj yapan ilaç uygulaması). Ardından hastanın kan basıncı, vücut sıcaklığı ve kan kayıpları değerlendirilmelidir. Hasta hızla ısıtılmalı, kan basıncı 90 mmHg üzerine çıkarılmalı ve gerekli ise transfüzyon başlatılmalıdır. Sinyallerin normale dönmesi için beş dakika beklendikten sonra kritik sinyal değişiklikleri hâlen devam ediyorsa son yapılan

işlemden başlanarak tüm cerrahi işlemler sırası ile normal AİNM sinyalleri alınana kadar geri alınmalıdır. Kalıcı bir sinyal kaybı varlığında ise tüm implantlar çıkartılarak cerrahi sonlandırılmalıdır.^[28] Nörolojik yaralanma gelişen vakalarda steroid uygulaması konusu tartışmalıdır. Hasta ve yakınları altı aylık bir süreç gerektiği konusunda bilgilendirilmelidir çünkü iyileşme veya sekel açısından son nörolojik durum bu süreç içerisinde şekillenecektir.

Ameliyat Sonrası Erken Dönem Komplikasyonları

Gecikmiş nörolojik kusur

Ameliyat içi nöromonitörizasyon sinyalleri normal seyreden ve anestezi sonlandığında nörolojik muayenesi normal olan hastalarda saatler veya günler içerisinde nörolojik kusur gelişebilmektedir. Bu durum; omurganın düzeltilmesine bağlı spinal kordun aşırı gerilmesi, kanamaya bağlı anemi ve hipotansiyon gibi iskemi nedeniyle veya yeni gelişen hematoma gibi bir bası nedeniyle oluşabilir.^[29] Büyük çoğunluğu skolyoz hastası olan bir çalışmada, ameliyat sonrası %0,01 oranında gecikmiş nörolojik bulgular izlenmiş olup; bunların %63'ü ilk 24 saat, %90'ı ise ilk 48 saat içerisinde gelişmiştir ve %33'ü kalıcı nörolojik hasar ile sonuçlanmıştır.^[30] Çok nadir görülen fakat yıkıcı sonuçlanabilen bu komplikasyonun önlenmesi, farkındalık ve hızlı müdahale ile mümkündür. Ameliyat sonrası ilk 48 saat nörolojik muayenenin yakın takibi sorunun fark edilmesini ve gereken müdahalenin hızla yapılmasını sağlayacaktır. Kordun iskemiden korunması için ortalama arteryel basıncın 90 mmHg üzerinde tutulması önerilmektedir.^[29] Bu nedenle hastaların ameliyat sonrası monitörize olarak takibi, gereklilik hâlinde kan transfüzyonu ve hidrasyon ile kord perfüzyonunun sağlanması uygun yaklaşımdır. Herhangi bir nörolojik bulgu gelişmesi durumunda ise hastanın acil radyolojik görüntülemeleri yapılarak kord basısı açısından değerlendirilmeli ve varsa bası yapan sorunlar hemen giderilmelidir. Spinal kord perfüzyonu için en uygun hemodinamik şartlar sağlandığı ve görüntülemelerde anormal bulgu saptanmadığı hâlde nörolojik muayenesi düzelmeyen hastalarda ise rodaların çıkarılarak aşırı gerilmiş spinal kordun gevşetilmesi düşünülmelidir.

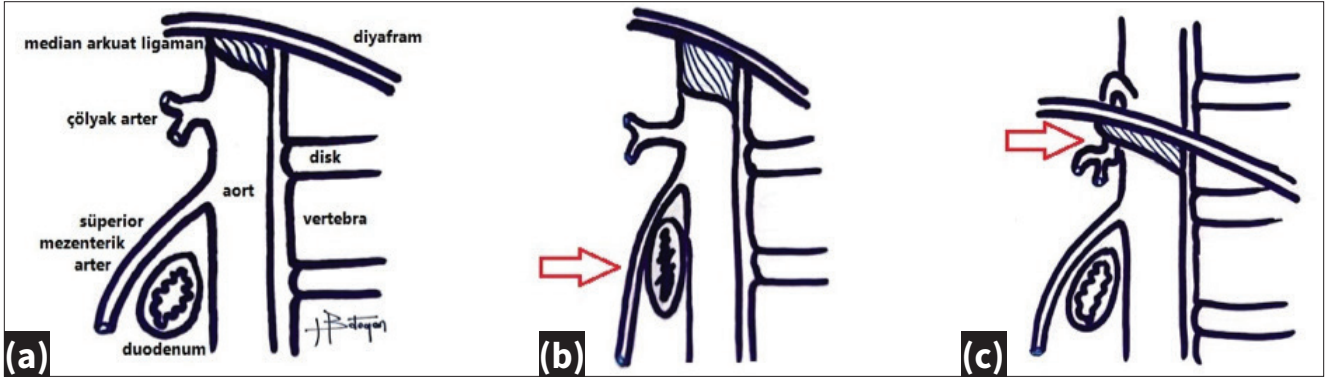
Solunum sistemi komplikasyonları

Solunum sistemi komplikasyonları, adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisi sonrası sık karşılaşılan, nadir de olsa ölüme sonuçlanabilen ciddi komplikasyonlardandır ve farklı veri tabanlarında yapılan taramalarda %0,5-4,42 oranında bildirilmiştir.^[3,8] Sık karşılaşılmamasına rağmen literatürde pulmoner komplikasyonların bildirilmesinde ve gruplandırılmasında karmaşa hakimdir. Solunum

zorluğu, plevral efüzyon, atelektazi, pnömoni, pulmoner emboli, pnömotoraks ve solunum yetmezliği gibi birçok komplikasyonla karşılaşılabilir. Yüksek eğrilik derecesi ve düşük ameliyat öncesi solunum fonksiyon kapasitesinin risk faktörü olarak değerlendirilmesi tartışmalıdır.^[22,31] Komplikasyonlar genel olarak uzamış posterior cerrahi ve anestezi süresiyle ilişkilendirilmektedir.^[22] Ameliyat sonrası etkin ağrı kontrolü, solunum hareketlerinin rahat yapılarak atelektazinin önlenmesinde önemlidir.^[31] Ayrıca, yatak başının 30° yükseltilmesi akciğerlerin daha rahat genişlemesini ve hava akışının kolaylaşmasını sağlayacaktır.^[24] Bu uygulamalara ek olarak, yatak içi blok şeklinde dönerek pozisyon değiştirme, erken oturma ve erken yürümenin teşvik edilmesi, spirometrik solunum egzersizlerinin rutin uygulanması ve gerektiğinde oksijen desteği sunulması ile pulmoner komplikasyonların çoğunun önlenmesi mümkündür.^[24,27,31]

Gastrointestinal sistem komplikasyonları

Bütün büyük cerrahi girişimlerde olduğu gibi AİS cerrahisi sonrası da gastrointestinal sistem (GİS) komplikasyonları en sık karşılaşılan komplikasyonlardandır.^[32] İleus, konstipasyon, süperior mezenterik arter sendromu (SMAS), pankreatit, kolelitiazis, çölyak arter sendromu (ÇAS) ve toksik megakolon karşılaşılabilen komplikasyonlar arasında yer almaktadır.^[33,34] NIS veri tabanı kullanılarak 2001-2014 yılları arasında AİS cerrahisi geçiren 75,106 hasta incelenmiş ve GİS komplikasyon oranları %2,7 olarak bildirilmiştir.^[35] Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisi sonrası gelişen GİS morbiditeleri çoğu zaman bağırsak hareketlerinin fizyolojik nedenlerle duraksaması olarak bilinen paralitik ileus tablosuyla ilişkilidir.^[32] Yüksek hasta stresi, sedatif ve anksiyolitik ilaçlar, uzun süreli anestezi, cerrahi prosedür, opioid analjezikler ve sıvı-elektrolit imbalansı gibi birçok etken bağırsak hareketlerinin fizyolojik olarak baskılanmasıyla sonuçlanmaktadır.^[32,36] Daha nadir karşılaşılan ancak mekanizması iyi anlaşılmış SMAS'da ise; duodenum üçüncü kısmının, omurganın düzeltilmesine bağlı olarak daralan aorta-süperior mezenterik arter açısı ve azalan mesafe bağlı sıkışmasıyla sonuçlanan mekanik bir tıkanıklık söz konusudur.^[37] (Şekil 2a ve 2b). Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisi sonrası gelişen SMAS, farklı veri tabanlarında ve büyük hasta gruplarında %0,01-0,06 oranında bildirilmiştir.^[8] Düşük vücut kitle indeksi, lateralize lomber eğrilik (Lenke tip C), rijit torakal eğrilik ve torakal hiperkifoz SMAS gelişimi için risk faktörleri olarak belirtilmiştir.^[38,39] Bunun yanında, benzer mekanizmalarla gelişen ve başlangıç klinik semptomları SMAS ile benzerlik gösteren ÇAS daima akıldan tutulması ve dışlanması gereken çok ciddi bir komplikasyondur. Çölyak arter sendromu; diyafram seviyesinin



Şekil 2.a-c. Omurga, aort, duodenum, süperior mezenterik arter ve median arkuat ligamanın anatomik ilişkisinin sagittal planda şematazite edilmesi; Normal (a), Süperior mezenterik arter sendromu (SMAS) (b) ve Çölyak arter sendromu (ÇAS) (c).

hemen altında aorttan dallanan çölyak arter kökünün, düzeltme sonrası gelişen gerilme ve yer değiştirme ile median arkuat ligamanın altında sıkışarak GİS dolaşımının bozulması ve nekrozu ile sonuçlanabilen çok ciddi bir komplikasyondur ve tedavisi cerrahi olarak median arkuat ligamanın gevşetilmesidir (Şekil 2c). Gastrointestinal sistem iskemisine bağlı olarak yükselen karaciğer enzimleri ve bozulan koagülasyon parametreleri ÇAS için uyarıcı olmalıdır ve şüphe anında kontrastlı anjiyografik tetkikler ile acilen ayırıcı tanıya gidilmelidir.^[34]

Gastrointestinal sistem hareketlerinin herhangi bir nedenle baskılanması hastalarda bulantı, kusma, şişkinlik, karın ağrısı, gaz-gaita çıkaramama gibi semptomlardan herhangi biriyle ve bağırsak seslerinin azalması bulgusuyla kendini gösterecektir.^[32,36,37] Cerrahi sonrası gelişen bu semptom ve bulgular göz ardı edilmemeli ve ciddi sorunlara yol açabilecek GİS komplikasyonları açısından dikkatle değerlendirilmelidir. Gastrointestinal sistem komplikasyonlarını önlemek için uygulanacak yaklaşımlar çoğu zaman komplikasyonu tedavi etmekten daha kolaydır. Bu nedenle, ameliyat sonrası epidural ağrı kateteri, çok modlu opioid dışı analjezik tedavi protokolleri, yeterli ve dengeli bir hidrasyonla sıvı-elektrolit imbalansının önlenmesi, sıvı ağırlıklı gıdalarla ufak hacimli beslenme ve erken mobilizasyon gibi uygulamalar, hastalarda GİS komplikasyonlarını önlemek açısından oldukça önemlidir.^[36,40] Alınan önlemlere rağmen, inatçı GİS semptomları gelişen hastalarda, perforasyon, GİS nekrozu, ölüm gibi korkunç sonuçlara yol açabilen, cerrahi müdahale gerektirebilen SMAS ve ÇAS gibi ciddi komplikasyonlar akla getirilmeli ve gereken incelemeler hızla yapılmalıdır.^[34,36] Bu kapsamdaki hastalar için, yatak başının yükseltilmesi ve dizlerin yastıkla desteklenerek gövde fleksiyonun sağlanması, nazogastrik sonda takılması, kontrastlı bir abdominal görüntüleme yapılması ve genel cerrahi konsültasyonu istenmesi uygun yaklaşım olacaktır.^[24,36,39]

Transfüzyon ilişkili komplikasyonlar

Kan transfüzyonu gereksinimi artık birçok veri tabanında cerrahiye bağlı bir komplikasyon olarak değerlendirilmektedir. KID ve NIS veri tabanlarıyla yapılan büyük çaplı çalışmalarda AIS cerrahisi sonrası en az bir ünite transfüzyon uygulanan hasta oranı %30 iken; cerrahinin başlangıcından sonraki 72 saate kadar herhangi bir miktar transfüzyon uygulanan hasta oranı ise %67 kadar yüksektir.^[41-43] Sadece AIS hastalarını değerlendiren çalışmalarda, erkek cinsiyet, uzun ameliyat süresi, uzun segment füzyon, lomber füzyon, osteotomi uygulanması, kardiyovasküler veya gastrointestinal ek hastalık öyküsü transfüzyon gereksinimi için risk faktörleri olarak belirtilmiştir.^[12,43] Transfüzyon yapılan hastalarda ateş, hematoma, uzayan yatış süresi, pnömoni, ve ölüm gibi komplikasyonlar daha yüksek oranda görülürken; cerrahi alan enfeksiyonu için oranın arttığı veya değişmediği yönünde görüşler mevcuttur.^[41,43,44] Ayrıca, 20 ml/kg veya 775 ml seviyesini aşan transfüzyon hacimleri, komplikasyon oranlarında artış ile ilişkilendirilmiştir.^[22,43]

Kan transfüzyonu uygulaması, bulaşıcı enfeksiyon hastalıkları, hemolitik ve immünolojik reaksiyonların gelişmesi ve buna bağlı hemodinamide bozulma, organ ve sistem yetmezlikleri gibi çok ciddi riskleri barındıran bir işlemdir.^[41] Bununla beraber, olası metabolik, kardiyovasküler ve koagülopatik riskleri en aza indirmek için, pediatrik uygulamalarda güvenli sınır olarak kabul edilen, 25 ml/kg/gün dozunun aşılması önerilmektedir.^[43]

Transfüzyon ilişkili komplikasyonları önlemenin ilk basamağı aşırı kanamanın önlenmesidir. Bu nedenle cerrahi esnasında kanamanın en az seviyelerde tutulması için azami özenin gösterilmesi gerekmektedir. Allojenik transfüzyonlara bağlı sorunların önlenmesindeyse ameliyat öncesi dönemde hastanın kendi kanının yedeklenmesi ve ameliyat esnasında *cell-saver* sistemlerinin kulla-

nilması gibi otolog yöntemlerinin tercih edilmesi akılcı bir yaklaşım olacaktır.

Venöz tromboembolizm

Omurga cerrahisi için erişkinlere kıyasla pediatrik vakalarda venöz tromboembolizm (VTE) ilişkili komplikasyonlar daha nadirdir. Omurga cerrahisi geçiren 21.955 pediatrik hastanın VTE görülme oranı ortalama %0,21 olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada AIS tanısı ile ameliyat edilenlere bakıldığında ise bu oranın %0,04 kadar düşük olduğu görülmektedir.^[45] Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisinde VTE nadir görülen bir komplikasyondur ve rutin antikoagülan ilaç profilaksisi önerilmemektedir.^[46] Yazarlar, VTE ilişkili komplikasyonları önlemek için erken mobilizasyon ve mekanik profilaksi yöntemlerini tercih etmektedir.

Cerrahi alan enfeksiyonu ve yara yeri komplikasyonları

Cerrahi alan enfeksiyonları (CAE) ve yara yeri komplikasyonları AIS cerrahisi sonrası planlanmamış yeniden ameliyatların en sık nedenleri arasında yer almaktadır.^[26] Derin veya yüzeysel enfeksiyonlar, yara ayrışması, hematoma, uzamış drenaj, seroma ve kistik oluşumlar karşılaşılabilen komplikasyonlardır (Tablo 1). Son güncel SRS M&M taramasında %0,52 oranında CAE bildirilmiş olup; en sık izole edilen patojenler metisilin duyarlı stafilokok aureus ve stafilokok epidermidis olarak görülmüştür.^[7] Cerrahi sonrası ilk üç ay içerisinde gelişen enfeksiyonlar erken enfeksiyonlar olarak değerlendirilmektedir ve etken genellikle stafilokok aureustur. Uzun cerrahi süre, ön-arka kombine yaklaşım, implant yükünün fazlalığı, allograft kullanımı CAE riskini arttıran faktörlerdir.^[47,48] Ek

olarak, dren uygulamasının CAE riskini azalttığı, kan transfüzyonları ve obezitenin ise CAE riskini arttırdığı yönünde görüşler olmakla beraber, herhangi bir etkilerinin olmadığını belirten çalışmaların da olması bu konuları tartışmalı kılmaktadır.^[26,48] Cerrahi sahanın temizliği, asepsi-anti-sepsi kurallarına azami dikkatin gösterilmesi, kullanılacak cerrahi aletler ve setlerin sterilizasyon kontrolünün yapılması ve intravenöz antibiyotik profilaksisi CAE önlenmesi için rutin uygulanması gereken adımlardır. Cerrahi esnasında lokal antibiyotik uygulamaları hakkında net bir görüş birliği (konsensus) olmamakla beraber, yazarlar lokal vankomisin toz uygulamasını günlük pratiklerinde tercih etmektedirler. Erken CAE sıklıkla insizyon hattında gelişen eritem, ısı artışı ve akıntı ile başlar. Bu durumda günlük yakın pansuman takibi, yara yerinden kültür örnekleme ve kültür sonuçlanana kadar ampirik antibiyoterapi başlanması gereklidir. Enfeksiyonun ilerlemesi durumunda ise seri debridman, irrigasyon, negatif basınçlı yara kapama sistemleri ve intravenöz (iv) antibiyoterapi ile implantlar çıkartılmadan tedavi hedeflenmelidir.^[11] Antibiyoterapinin ne kadar süre ve hangi yol ile kullanılması gerekliliği konusunda literatürde çeşitli yaklaşımlar mevcut olmakla beraber, bu konuda enfeksiyon hastalıkları ile iş birliği içerisinde tedavi protokolünün belirlenmesi uygun yaklaşım olacaktır.

Ameliyat Sonrası Geç Dönem Komplikasyonları

Gecikmiş enfeksiyon

İlk üç aydan sonraki herhangi bir zaman diliminde karşılaşılabilen enfeksiyonlardır.^[44,47] Gecikmiş enfeksiyonlarda etken genellikle stafilokok epidermidis ve *Propionibacterium acnes* gibi kronik ağrı, eritrosit sedimantasyon

Tablo 1. 1995-2017 yılları arasında AIS cerrahisi geçirmiş 3464 hastanın yeniden ameliyat edilme nedenleri arasındaki CAE ve yara yeri komplikasyonlarının görülme oranları.^[26]

CAE ve yara yeri komplikasyonları	Planlanmamış yeniden cerrahiler içindeki oranı (%)	Tüm hastalardaki karşılaştırma oranı (%)
Toplam	43,3	2,1
Derin enfeksiyonlar	31,5	1,5
Yüzeysel enfeksiyonlar	4,5	0,23
Yara ayrışması	3,9	0,2
Hematoma	1,1	0,06
Uzamış drenaj	1,1	0,03
Seroma	0,56	0,03
Kistik oluşum (Poş)	0,56	0,03

CAE: Cerrahi alan enfeksiyonları.

hızı, C-reaktif protein gibi belirteçlerin yükselmesi veya cerrahi saha ile bağlantılı bir fistül ağzı ile karşımıza çıkabilen gecikmiş enfeksiyonlarda, erken enfeksiyonların aksine, implantların çıkartılması tedavinin temel basamağıdır. Enfeksiyonun geliştiği süre ve yapılan füzyonun kaynama durumuna göre enfeksiyon tedavi edildikten sonra eğer düzeltmede devam eden bir bozulma söz konusu ise yeniden enstrümantasyon uygulanması gerekmektedir.^[11]

Eğriliğin ilerlemesi (*Adding-on* fenomeni)

Adolesan idiyopatik skolyoz hastalarında yeniden ameliyatın en sık nedenlerinden birisi olan *adding-on* (AO) fenomeni; ameliyat sonrası dönemde, enstrüman- te edilmiş omurga segmentinin distalinden eğriliğin devam etmesi sonucu gelişen, koronal denge ve düzeltmenin bozulması ile karakterize bir durumdur.^[26,47] Küçük yaş, triradiat kırırdağın açık olması ve düşük Risser evresi gibi iskelet büyümesinin devam ettiğini gösteren işaretler, AO gelişimi için genel kabul görmüş risk faktörleridir. Bunun yanında, AO gelişim mekanizmaları çok etkenlidir ve literatürde yoğun şekilde çalışılmaktadır. 2003-2017 yılları arasında AO üzerine yapılmış 36 çalışmanın dâhil edildiği bir meta-analizde AO gelişme oranı %14 olarak bildirilmiştir ve en sık selektif torakal füzyon yapılan Lenke tip 1 eğriliklerde karşılaşılmaktadır.^[49] Yazarlar, daha önceki bir çalışmada selektif torakal füzyon yapılan Lenke tip 1B ve 1C eğriliklerde AO gelişiminin önlenmesi için, aşırı düzeltmeden kaçınılarak ılımlı bir eğrilik bırakılmasının koronal dengenin sağlanmasındaki önemini belirtmişlerdir.^[50] Literatürde AO'nun önlenmesi için birçok yaklaşım bildirilmiştir; ancak hepsinin genel sonucu enstrüman- te edilecek vertebra seviyelerinin dikkatle seçilmesi ve aşırı düzeltmelerden kaçınılmasıdır. Bu bağlamda enstrüman- te edilecek son alt vertebranın; eğriliğin içine katılan son (end) vertebrada sonlandırılmaması, stabil vertebra ile arasında iki vertebradan daha fazla boşluk bırakılmaması ve santral sakral vertikal çizgiden 10 mm sapmanın olduğu en alt vertebra olarak seçilmesi gibi kurallar önerilmektedir.^[49] AO gelişen durumlarda ise esas olan hastanın şikâyetleridir. Hasta yakınmasının ve aşırı eğrilik ilerlemesinin olmadığı durumlarda konservatif takip en uygun yaklaşımdır. Aksi hâlde ise füzyon seviyelerinin arttırılması için yeniden ameliyat planlanması gerekmektedir.

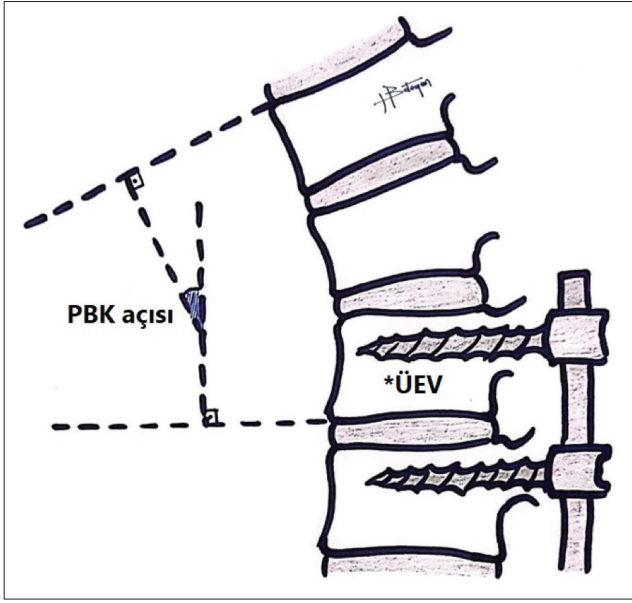
Omuz dengesizliği ve kaburga hörgücü (kamburluğu)

Cerrahi sonrası dönemde hasta ve ebeveynlerinin mutsuzluğuna sebep olan; kaburga hörgücü (kamburluğu), omuz seviyelerinde eşitsizlik, skapula belirginliği,

meme ve pelvis asimetrisi gibi kozmetik sorunlar sık yeniden başvuru şikâyetleridir. Adolesan idiyopatik skolyoz hastalarında %29 oranla kaburga hörgücü ve %24 oranla omuz dengesizliği, hastaların kendi görünümünde mutsuzluğa yol açan en sık iki neden olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüksek dereceli ve rijit proksimal torakal eğriliklerde bu şikâyetlerin görülme ihtimali daha yüksektir.^[51] Pedikül vidası-rod sistemleriyle uygulanan vertebral derotasyon ve torakoplasti uygulamaları ile kaburga hörgücü deformiteleri tatmin edici düzeylerde düzeltilebilmektedir.^[2] Torakoplasti uygulamasının akciğer kapasitesini azaltma kaygısı devam etmekle beraber, iki yıllık takipler sonrasında anlamlı bir fark yaratmadığı belirtilmektedir.^[2,11] Omuz dengesizliğini önlemek için füzyona dâhil edilecek üst vertebra seçiminin uygun şekilde yapılması, proksimal torakal eğriliğin ve apikal vertebra translasyonunun iyi şekilde düzeltilmesi ve AO'nun önlenmesi gerekmektedir.^[51] Ancak tüm önleyici yaklaşımlar uygulandığında bile bu komplikasyonların tamamen engellenmesi her zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, ameliyat öncesi hasta ve ebeveynlerinin beklentileri detaylı şekilde sorgulanmalı ve tüm sorunların cerrahi ile tamamen düzeltilmesi gibi bir durumun söz konusu olmadığı açıkça belirtilmelidir.

Proksimal bileşke kifoza ve yetmezliği

Omurganın posterior füzyon cerrahilerinde günümüz yöntemleri ve implantları sayesinde çok stabil tespitler sağlanabilmektedir. Bu durum psödoartroz gibi komplikasyonların ciddi şekilde azalmasını sağlarken, enstrüman- te rijit segment ile hareketli omurga arasındaki geçiş bölgelerinde oluşan stres nedeniyle karşımıza çıkan, proksimal bileşke kifoza (PBK) ve proksimal bileşke yetmezliği (PBY) gibi yeni sorunları ise beraberinde getirmiştir. Proksimal bileşke kifoza, enstrüman- te segment ile hemen proksimali arasında gelişen kifotik açılanmanın radyolojik olarak tanımlanmasıdır. Literatürde ortak bir görüş olmamakla beraber, üst enstrüman- te vertebra (ÜEV) ile iki proksimali arasındaki açının $>15^\circ$ olması veya PBK açılanması için ölçüm yapılan seviyelerin ameliyat öncesi değerinden $>10^\circ$ olması en çok kabul edilen tanımlamalardır (Şekil 3). Proksimal bileşke yetmezliği ise ilerlemiş PBK sonucu gelişen fiksasyon bozulması, subluksasyon, implant kırılmaları gibi mekanik yetmezliklerin neden olduğu kronik ağrı, yeni gelişen nörolojik kusur, implant irritasyonu gibi klinik durumları tanımlamak için kullanılır.^[52] 2007-2018 yılları arasındaki çalışmaların dâhil edildiği bir meta-analizde AIS cerrahi sonrası PBK gelişme oranı %14 olarak bildirilmiş ve tamamı pedikül vidalı tespitler ile ÜEV'in pedikül vidalı tespitlerinin PBK gelişimi açısından anlamlı derecede riskli olduğu belirtilmiştir.



Şekil 3. Proksimal bileşke kifoz (PBK) açısının ölçümü, (*ÜEV= Üst ens-trümante vertebra).

Ayrıca, yüksek eğrilik dereceleri, ameliyat öncesinde ve sonrasında torakal kifoz ve lomber lordozun fazla olması ve torakal kifozun aşırı düzeltilmesi PBK gelişimi açısından bildirilen diğer risk faktörleridir.^[53] 2000-2011 yılları arasında ameliyat edilen 851 AİS hastasının dâhil edildiği prospektif diğer bir çalışmada ise PBK oranı %7,05 olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada, eğrilik tiplerine göre yapılan değerlendirmede, çift ana eğriliğe sahip olan Lenke tip 3 ve tip 6 hastaların, PBK gelişimi açısından en riskli gruplar olduğu bildirilmiştir.^[54] Literatürde insidans ve risk faktörleri bildiren birçok çalışma vardır ancak PBK ve PBY mekanizmaları henüz tam anlayamamıştır. Proksimal bileşke kifozu gelişimini önlemek için; seviye seçiminin ve sagittal dengenin doğru planlanması, ÜEV disseksiyonu sırasında faset eklem kapsülü ve posterior bağ yapılarının korunması, rodlara uygun şekilde eğim verilmesi ve ÜEV tespitinde vida yerine daha esnek tespitlerin tercih edilmesi gibi uygulamalar genel kabul gören yaklaşımlardır.^[52-54] Proksimal bileşke kifozu gelişen hastalar çoğunlukla asemptomatiktir ve takip yeterlidir. Ancak takiplerde PBY gelişir ve klinik bulgular oluşursa, hasta özelinde yaklaşımlarla birlikte füzyon seviyesinin proksimale uzatılması uygulanacak cerrahi yaklaşımdır.

Psödoartroz (Kaynamama)

Günümüz implantları ve cerrahi yöntemleri sayesinde yapılan sağlam tespitler, psödoartroz (PA) komplikasyonunu AİS cerrahisi için sık karşılaşılan bir sorun olmaktan çıkarmıştır. Literatürde PA oranları bildiren çalışmalar

incelendiğinde artık tercih edilmeyen yöntemlerin kullanılmış olduğu görülmektedir. 2013 yılında yapılan bir meta-analizde %1,9 oranında PA bildirilmiş olup; PA gelişen hastaların tamamının Harrington rod ve Cotrel-Dubousset sistemleriyle ameliyat edildikleri görülmektedir. Aynı çalışmada, pedikül vida-rod sistemiyle ameliyat edilen 254 hastanın hiçbirinde PA gelişimi bildirilmemiştir.^[55] Psödoartroz sıklıkla füzyonun distal seviyelerinde ve torakolomber bileşkede gelişmektedir ve hastalarda herhangi bir semptom oluşturmadığı takdirde tanı koyulması zordur. Oblik grafler, ince kesit bilgisayarlı tomografi ve kemik sintigrafisi tanıda başvurulan yöntemler olsa da çoğu zaman bulgu vermeyebilir. Kesin tanı ancak cerrahi esnasında konulabilmekle beraber, cerrahi sonrası takipteki bir hastada gelişen rod veya vida kırılmaları, implantlar arası bağlantıların kopması ve kemik tespitinin kaybı gibi implant ilişkili komplikasyonlar PA açısından uyarıcı olmalıdır.^[26,47] Sağlam implantlar ile sağlanan rijit bir tespit PA'nın önlenmesindeki asıl etkenidir. Psödoartroz nedeniyle kronik ağrı ve düzeltme kaybı gelişen hastalarda tedavi protokolü; implantların çıkarılması, PA alanlarının debridmanı, kemik ve eklem yüzeylerinin dekortike edilerek kanlandırılması ve otogreft yerleştirilmesinin ardından rijit bir tespit sağlanması adımlarını içerir.

Cranksaft fenomeni

Büyüme çağındaki skolyoz hastalarına yapılan düzeltme ve posterior füzyon cerrahisi sonrasında, omurga anteriorunun büyümeye devam etmesi nedeniyle düzeltmenin bozularak eğriliğin ilerlemesi durumudur. Risser evresi 0 veya 1, triradiat kırırdağı açık, 11 yaşından küçük kız veya 13 yaşından küçük erkek hastalar risk grubunu oluşturmaktadır.^[11] Cerrahi yaşının ertelenmesi ve günümüz cerrahi teknikleri sayesinde bu komplikasyonun görülme olasılığı yok denecek kadar azalmıştır. Karşılaşılması halinde, gerekli osteotomiler ile posterior düzeltmenin yeniden yapılarak stabilize edilmesi ve anterior füzyonun eklenmesi, planlanması gereken yaklaşımdır.

SONUÇ

Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisi yıllar içerisinde giderek azalan komplikasyon oranları ile beraber etkili bir omurga düzeltme yöntemi sunmaktadır. Ancak, karşılaşılabilen komplikasyonların hayati derecede ciddi sorunlara sebep olabileceği yadsınamaz bir gerçektir. Bu nedenle AİS hastalarının cerrahi tedavi sürecine dâhil olan bütün sağlık ekibinin karşılaşılabilecek komplikasyonlar ve yönetimi hakkında tam bilgi sahibi olmaları çok önemlidir. Ayrıca, cerrahi tedavi kararı öncesinde

hastaları ve ebeveynlerini olası komplikasyonlar hakkında bilgilendirmek sürecin ilk ve en önemli basamağıdır.

KAYNAKLAR

1. Lonner BS, Ren Y, Yaszay B, Cahill PJ, Shah SA, Betz RR, et al. Evolution of surgery for adolescent idiopathic scoliosis over 20 years. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018;43(6):402-10. [Crossref](#)
2. Tambe AD, Panikkar SJ, Millner PA, Tsirikos AI. Current concepts in the surgical management of adolescent idiopathic scoliosis. *Bone Jt J* 2018;100(4):415-39. [Crossref](#)
3. Reames DL, Smith JS, Fu KMG, Polly DW, Ames CP, Berven SH, et al. Complications in the surgical treatment of 19,360 cases of pediatric scoliosis: A review of the scoliosis research society morbidity and mortality database. *Spine* 2011;36:1484-91. [Crossref](#)
4. Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Children's Orthopaedics* Springer Verlag 2013;7:3-9. [Crossref](#)
5. Yılmaz H, Zateri C, Kusvuran Ozkan A, Kayalar G, Berk H. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey: an epidemiological study. *Spine J* 2020;20(6):947-55. [Crossref](#)
6. Theologis AA, Sing DC, Chekeni F, Diab M. National trends in the surgical management of adolescent idiopathic scoliosis: analysis of a national estimate of 60,108 children from the national inpatient sample over a 13-year time period in the united states. *Spine Deformity* 2017;5(1):56-65. [Crossref](#)
7. Kwan KYH, Koh HY, Blanke KM, Cheung KMC. Complications following surgery for adolescent idiopathic scoliosis over a 13-year period. *Bone Jt J* 2020;102B(4):519-23. [Crossref](#)
8. Lee NJ, Guzman JZ, Kim J, Skovrlj B, Martin CT, Pugely AJ, et al. A Comparative analysis among the SRS M&M, NIS, and KID databases for the adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity* 2016;4(6):420-4. [Crossref](#)
9. Murphy RF, Mooney JF. Complications following spine fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. Humana Press Inc 2016;9:462-9. [Crossref](#)
10. De la Garza-Ramos R, Samdani AF, Sponseller PD, Ain MC, Miller NR, Shaffrey CI, et al. Visual loss after corrective surgery for pediatric scoliosis: incidence and risk factors from a nationwide database. *Spine J* 2016;16(4):516-22. [Crossref](#)
11. Lykissas MG, Crawford AH, Jain V v. Complications of surgical treatment of pediatric spinal deformities. *Orth Clin North Am* 2013;44:357-70. [Crossref](#)
12. Ialenti MN, Lonner BS, Verma K, Dean L, Valdevit A, Errico T. Predicting operative blood loss during spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2013;33(4):372-6. [Crossref](#)
13. Chiu CK, Chan CYW, Aziz I, Shahnaz Hasan M, Kwan MK. Assessment of intraoperative blood loss at different surgical stages during posterior spinal fusion surgery in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(9):E566-73. [Crossref](#)
14. Kargin D, Turk OI, Asansu MA, Oner A, İlvan G, Kaygusuz MA. The effect of the usage of cell-saver and tranexamic acid on the amount of intraoperative allogenic blood transfusion while managing blood loss in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *J Turkish Spinal Surg* 2019;13:13-6.
15. Bowen RE, Gardner S, Scaduto AA, Eagan M, Beckstead J. Efficacy of intraoperative cell salvage systems in pediatric idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal fusion with segmental spinal instrumentation. *SPINE* 2010;35:246-51. [Crossref](#)
16. Kwan MK, Chiu CK, Gani SMA, Wei CCY. Accuracy and safety of pedicle screw placement in adolescent idiopathic scoliosis patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017;42(5):326-35. [Crossref](#)
17. Gokcen HB, Erdogan S, Ozturk S, Gumussuyu G, Bayram I, Ozturk C. Sagittal orientation and uniform entry for thoracic pedicle screw placement with free-hand technique: A retrospective study on 382 pedicle screws. *Int J Surg* 2018;51:83-8. [Crossref](#)
18. Hicks JM, Singla A, Shen FH, Arlet V. Complications of pedicle screw fixation in scoliosis surgery a systematic review. *SPINE* 2010;35:465-70. [Crossref](#)
19. Şarлак AY, Tosun B, Atmaca H, Sarisoy HT, Buluç L. Evaluation of thoracic pedicle screw placement in adolescent idiopathic scoliosis. *Europ Spine J* 2009;18(12):1892-7. [Crossref](#)
20. Chan A, Parent E, Wong J, Narvacan K, San C, Lou E. Does image guidance decrease pedicle screw-related complications in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review update and meta-analysis. *Europe Spine J Springer* 2020;29:694-716. [Crossref](#)
21. Şenköylü A, Çetinkaya M, Daldal İ, Eren A, Aktaş E. The implant density does not change the correction rate of the main and the accompanying curves: A comparison between consecutive and intermittent pedicle screw constructs. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2020;54(3):293-9.
22. Leah Carreon BY, Puno RM, Lenke LG, Stephen Richiirds B, Sucato DI, Erickson MA. Non-neurologic complications following surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Jt Surg* 2007;89-A(11):2427-32. [Crossref](#)
23. Coe JD, Arlet V, Donaldson W, Berven S, Hanson DS, Mudiyan R, et al. 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;31:345-9. [Crossref](#)
24. Wenger DR, Mubarak SJ, Leach J, Wenger D. Managing complications of posterior spinal instrumentation and fusion. *Clin Orthop Relat Res* 1992;284:24-33. [Crossref](#)
25. Padhye K, Soroceanu A, Russell D, El-Hawary R. Thoracoscopic anterior instrumentation and fusion as a treatment for adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review of the literature. *Spine Deformity* 2018;6(4):384-90. [Crossref](#)
26. Mehta NN, Talwar D, Flynn JM. Unplanned return to the operating room (UPROR) after surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity* 2021;9(4):1035-40. [Crossref](#)

27. Kwan MK, Loh KW, Chung WH, Chiu CK, Hasan MS, Chan CYW. Perioperative outcome and complications following single-staged Posterior Spinal Fusion (PSF) using pedicle screw instrumentation in Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS): A review of 1057 cases from a single centre. *BMC Musculoskelet Disord* 2021;22:413. [Crossref](#)
28. Tsirikos AI, Duckworth AD, Henderson LE, Michaelson C. Multimodal intraoperative spinal cord monitoring during spinal deformity surgery: Efficacy, diagnostic characteristics, and algorithm development. *Med Princip Pract* 2020;29(1):6-17. [Crossref](#)
29. Quinonez A, Pahys JM, Samdani AF, Hwang SW, Cahill PJ, Betz RR. Complete paraplegia 36 h after attempted posterior spinal fusion for severe adolescent idiopathic scoliosis: a case report. *Spinal Cord Ser Cases* 2021;7(1):33. [Crossref](#)
30. Auerbach JD, Kean K, Milby AH, Paonessa KJ, Dormans JP, Newton PO, et al. Delayed postoperative neurologic deficits in spinal deformity surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016;41(3):E131-8. [Crossref](#)
31. De La Garza Ramos R, Goodwin CR, Abu-Bonsrah N, Jain A, Miller EK, Huang N, et al. Patient and operative factors associated with complications following adolescent idiopathic scoliosis surgery: An analysis of 36,335 patients from the Nationwide Inpatient Sample. *J Neurosurg: Pediatr* 2016;18(6):730-6. [Crossref](#)
32. Crawford HA, Pillai SB, Nair AK, Upadhyay V. Gastrointestinal morbidity following spinal surgery in children. *Orthop Proc* 2005;87-B(Suppl-III):403.
33. Bartley CE, Yaszay B, Bastrom TP, Shah SA, Lonner BS, Asghar J, et al. Perioperative and delayed major complications following surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of bone and joint surgery - American Volume* 2017;99(14):1206-12. [Crossref](#)
34. Van Urk PR, Littooi AS, van Gestel JPJ, Kruyt MC. Celiac artery syndrome after correction of kyphoscoliosis. *Spine Deformity* 2019;7(1):176-9. [Crossref](#)
35. Menger RP, Kalakoti P, Pugely AJ, Nanda A, Sin A. Adolescent idiopathic scoliosis: Risk factors for complications and the effect of hospital volume on outcomes. *Neurosurg Focus* 2017;43(4):E3. [Crossref](#)
36. Lam DJL, Lee JZJ, Chua JHY, Lee YT, Lim KBL. Superior mesenteric artery syndrome following surgery for adolescent idiopathic scoliosis: A case series, review of the literature, and an algorithm for management. *J Pediatr Orthop B* 2014;23(4):312-8. [Crossref](#)
37. Fan Y, Cai M, Wang J, Xia L. Superior mesenteric artery syndrome following scoliosis surgery: A systematic review of case reports. *Ann Vasc Surg Elsevier Inc* 2021;79:514-35. [Crossref](#)
38. Braun S. Superior Mesenteric Artery Syndrome Following Spinal Deformity Correction. *J Bone Jt Surg* 2006;88(10):2252-7. [Crossref](#)
39. Zhu Z-Z, Qiu Y. Superior mesenteric artery syndrome following scoliosis surgery: Its risk indicators and treatment strategy. *World J Gastroenterol* 2005;11(21):3307-10. [Crossref](#)
40. Smith JT, Smith MS. Does a preoperative bowel preparation reduce bowel morbidity and length of stay after scoliosis surgery? A Randomized Prospective Study 2013;33(8):e69-71. [Crossref](#)
41. Lam SK, Pan IW, Harris DA, Sayama CM, Luerssen TG, Jea A. Patient-procedure-and hospital-related risk factors of allogeneic and autologous blood transfusion in pediatric spinal fusion surgery in the united states. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015;40(8):560-9. [Crossref](#)
42. Yoshihara H, Yoneoka D. National trends in spinal fusion for pediatric patients with idiopathic scoliosis: Demographics, blood transfusions, and in-hospital outcomes. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014;39(14):1144-50. [Crossref](#)
43. Minhas S, Chow I, Bosco J, Otsuka NY. Assessing the rates, predictors, and complications of blood transfusion volume in posterior arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015;40(18):1422-30. [Crossref](#)
44. Ho C, Sucato DJ, Richards BS. Risk Factors for the development of delayed infections following posterior spinal fusion and instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis patients. *SPINE* 2007;32:2272-7. [Crossref](#)
45. Jain A, Karas DJ, Skolasky RL, Sponseller PD. Thromboembolic complications in children after spinal fusion surgery. *Spine Lippincott Williams and Wilkins* 2014;39:1325-9. [Crossref](#)
46. Kochai A, Cicekli O, Bayam L, Türker M, Sariyilmaz K, Erkorkmaz Ü. Is pharmacological anticoagulant prophylaxis necessary for adolescent idiopathic scoliosis surgery? *Med* 2019;98(29):e16552. [Crossref](#)
47. De Mendonça RGM, Sawyer JR, Kelly DM. Complications after surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am WB Saunders* 2016;47:395-403. [Crossref](#)
48. Glotzbecker MP, Riedel MD, Vitale MG, Matsumoto H, Roye DP, Erickson M, et al. What's the evidence? Systematic literature review of risk factors and preventive strategies for surgical site infection following pediatric spine surgery. *J Pediatr Orthop* 2013;33(5):479-87. [Crossref](#)
49. Yang M, Zhao Y, Yin X, Chen Z, Yang C, Li L, et al. Prevalence, risk factors, and characteristics of the "adding-on" phenomenon in idiopathic scoliosis after correction surgery. *Spine Lippincott Williams and Wilkins* 2018;43:780-90. [Crossref](#)
50. Atici Y, Erdogan S, Akman YE, Mert M, Carkci E, Tuzuner T. The surgical overcorrection of lenke type 1 deformities with selective fusion segments: What happens to the coronal balance? *Korean J Spine* 2016;13(3):151-6. [Crossref](#)
51. Yang Y, Yang M, Zhao J, Zhao Y, Yang C, Li M. Postoperative shoulder imbalance in adolescent idiopathic scoliosis: Risk factors and predictive index. *Europ Spine J* 2019;28(6):1331-41. [Crossref](#)
52. Hyun S-J, Lee BH, Park J-H, Kim K-J, Jahng T-A, Kim H-J. Proximal junctional kyphosis and proximal junctional failure following adult spinal deformity surgery. *Korean J Spine* 2017;14(4):126-32. [Crossref](#)

53. Zhong J, Cao K, Wang B, Li H, Zhou X, Xu X, et al. Incidence and risk factors for proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis after correction surgery: A meta-analysis. *World Neurosurg* 2019;125:e326-35. [Crossref](#)
54. Lonner BS, Ren Y, Newton PO, Shah SA, Samdani AF, Shufflebarger HL, et al. Risk factors of proximal junctional kyp-hosis in adolescent idiopathic scoliosis - the pelvis and other considerations. *Spine Deformity* 2017;5(3):181-8. [Crossref](#)
55. Lykissas MG, Jain V v., Nathan ST, Pawar V, Eismann EA, Sturm PF, et al. Mid- to long-term outcomes in adolescent idiopathic scoliosis after instrumented posterior spinal fusion: A meta-a-nalysis. *Spine* 2013;38:e113-9. [Crossref](#)