



Adolesan idiyopatik skolyozda füzyon seviyesinin belirlenmesi

Determination of fusion level in adolescent idiopathic scoliosis

Ali Öner, M. Alptekin Kocaoğlu, Hanifi Üçpunar

Metin Sabancı Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

Adolesan idiyopatik skolyoz (AİS) tedavisinde cerrahi planlamada füzyon seviyelerinin belirlenmesi için cerrahlara yardımcı olmak adına çeşitli sınıflandırma sistemleri ve algoritmalar önerilse de AİS hastalarında füzyon seviyesi seçimi için katı kurallar yoktur. Zamanla değişen cerrahi tekniklere paralel olarak füzyon seviyesinde değişimler gözlemlenmektedir. Füzyonun sınırlarını oluşturan uygun üst enstrümante omuru ve alt enstrümante omuru seçerken amaç hareket bölümlerinin korunması, proksimal ve/veya distal kavşak kifozunun, omuz dengesizliğinin ve boyun ağrısının önlenmesidir. Bu makaledeki amacımız, AİS cerrahisinde dengeli ve kompanse bir omurga elde etmek için dikkate alınması gereken faktörleri güncel literatür eşliğinde sunmaktır.

Anahtar sözcükler: idiyopatik skolyoz; deformite; füzyon seviyesi; end vertebra

Although various classification systems and algorithms have been proposed to assist surgeons in determining fusion levels in surgical planning in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS), there are no strict rules for fusion level selection in AIS patients. Changes in the fusion level are observed in parallel with the changing surgical techniques over time. While selecting the appropriate superior and inferior instrumented vertebrae constituting the boundaries of the fusion, the aim in selective fusion planning is to preserve the motion segments; prevention of proximal and/or distal junction kyphosis, shoulder imbalance and neck pain. Our aim in this article is to present the factors that should be considered in order to obtain a balanced and compensated spine in AIS surgery in the light of current literature.

Key words: idiopathic scoliosis; deformity; fusion level; end vertebra

Adolesan idiyopatik skolyozda (AİS) füzyon seviyesinin seçimi her zaman zor ve karmaşık olmuştur. İdeal koronal ve sagittal dengeyi sağlamak için gerekli olan minimum sayıda segment füzyonu seçimi geçmişten bugüne popüler konu olmuştur. İdiyopatik skolyozun ameliyat öncesi eğri esnekliğinin değerlendirilmesi hem füzyon alanını belirlemenin hem de düzeltme oranını tahmin etmenin temelini oluşturmaktadır. Literatürde tanımlanmış sırtüstü lateral eğilme radyografileri, lateral fulkrum grafileri, *push-prone* grafileri, anestezi olmadan veya anestezi altında çekilen traksiyon grafileri füzyon seviyesinin nihai kararında etkili olmaktadır.^[1,2] Ayrıca eğri büyüklüğünün ve konumunun skolyoz deformitesinin esnekliğinin değerlendirmesinde etkin olduğu bilinmektedir. Şiddetli eğriliği olan hastalarda traksiyon yöntemi, orta derecede eğriliği olan hastalarda lateral eğilme yöntemi daha etkili olabilir. Torasik eğriliğin esnekliğini değerlendirmek

için lateral fulkrum yöntemi, torakolomber/lomber (TL/L) eğrilikleri değerlendirmek için supin pozisyonda lateral eğilme yöntemi yine daha etkili olabilir.^[3] Bu görüntülemeler sonrasında eğrilik tiplerinin radyolojik sınıflamalar eşliğinde doğru belirlenmesi ve buna ek olarak klinik deformitenin de göz önüne alınması doğru füzyon alanının seçiminde anahtar rol oynamaktadır. Füzyon için ameliyat öncesi planlama yaparken bazı genellemeler uygulanabilir. Üst enstrümante vertebra (ÜEV) genellikle torasik, torakolomber/lomber eğriler için proksimal uç vertebradır ve ek olarak yapısal bir proksimal torasik (PT) eğrilik füzyona dâhil edilecekse ÜEV genel olarak T2 vertebradır. Lomber/torakolomber eğriler için en alt enstrümante vertebra (AEV), posterior enstrümantasyon yapılırken genellikle distal uç vertebradır. En tartışmalı konu ana torasik eğriliğe eşlik eden lomber/torakolomber eğriliklerde AEV'nin hangi vertebra olacağıdır. Bu makalemizde füzyon seviyesini

İletişim / Contact: Doç. Dr. Ali Öner • E-posta / E-mail: dralioner@gmail.com

ORCID ID: Ali Öner, 0000-0002-0438-8335 • M. Alptekin Kocaoğlu, 0000-0002-1312-9933 • Hanifi Üçpunar, 0000-0001-8394-0708

Geliş / Received: 4 Ağustos 2022 • **Revizyon / Revised:** 5 Eylül 2022 • **Kabul / Accepted:** 8 Ekim 2022

seçerken her eğrilik modelinde izlenmesi gereken bazı özel kuralları Lenke sınıflaması rehberliğinde sunmak amaçlanmıştır.^[4,5]

LENKE SINIFLAMASINA GÖRE FÜZYON SEVİYESİNİN BELİRLENMESİNDE GENEL KABULLER

Füzyon seviyelerinin belirlenmesi eğriliklerin sınıflandırılmasına göre verilmesine rağmen cerrahlar arasında geçmişten bugüne değişiklik göstermeye devam etmektedir.^[6] Modern segmental spinal fiksasyon eğilimiyle bu tartışma ve çalışmalar daha da artmış durumdadır. Lenke sınıflamasına göre önerilen füzyon seviyeleri seçimi posterior enstrümantasyon ve füzyon cerrahisi baz alınarak verilmiştir. Anterior yaklaşımda önerilen füzyon seviyeleri değişiklik gösterebilir. Eğriliğin sınıflaması yapıldıktan sonra hastanın radyolojik incelemesi ve klinik deformitesi incelenir. Radyolojik değerlendirme için Cobb tekniğine göre eğriliklerin büyüklüğü, son vertebra= end vertebra (EV), nötr vertebra (NV) ve stabil vertebra (SV) seviyesi, distal ve proksimal disk açıları, eğriliğin esnekliği, omuz dengesi, proksimal torasik (PT), torasik ve torakolomber kifoz ve lomber apeks deviasyonu belirlenir. Klinik değerlendirmede omuz seviyelerinin eşitliği, bel kıvrımı asimetrisinin, gövde kaymasının, tek taraflı kostaların belirginleşmesi ve pelvik oblisitenin varlığı araştırılır.^[7]

Yapısal eğrilikler hemen her zaman füzyon alanına dâhil edilmelidir.^[8] Hem torasik hem de lomber bölgedeki kompensatuvar eğriliklerde koronal ve aksiyal düzlemde düzelmenin olduğu bilinmektedir. Bu düzelme lomber bölgede %50'ye kadar çıksa da torasik bölgede %26 olarak bildirilmiştir.^[7] Sol torakolomber ve/veya lomber eğriliği olan ve sol omuz depresyonu olan hastalarda omuz asimetrisinin kötüleşmesini önlemek için yapısal olmayan büyük torasik eğriliğin füzyona dâhil edilmesi önerilmiştir.^[4,8] Ameliyat sonrasındaki klinik düzelmenin hastanın ve ailenin beklentilerine cevap vermesi açısından bu kendiliğinden düzelme kapasiteleri dikkate alınmalıdır.

Üst Enstrümente Vertebranın Seçimi

Göğüs kafesi ve sternumun stabilize edici etkilerinden dolayı torasik omurga doğası gereği esnek değildir. Bu yüzden ÜEV seçiminde hareketin korunması primer amaçlarımızdan değildir. Bunun bir diğer nedeni eğriliği kontrol altına almak için hareket genişliği (marjı) fazla olan servikal omurganın nadiren füzyon alanına dâhil edilme ihtiyacıdır. Üst enstrümente vertebranın seçiminde birincil kaygılar, ameliyat sonrası omuz dengesizliğini, proksimal eğri ilerlemesini ve proksimal bileşke kifozunu

(PBK) önlemektir. Bunlardan, omuz dengesizliği birçok hasta için önemli bir endişe kaynağıdır. Skolyoz cerrahisinde PBK insidansını %27 oranında bildiren çalışmalar olmasına rağmen bunun, ÜEV ile olan ilişkisi tam ortaya konulamamıştır.^[9] Proksimal bileşke kifoz vakalarının çoğunda tanı radyografiktir ve klinik yansımaları şu anki bilgilerimizle, uzun dönem sonuçları bilinmemekle beraber, göz ardı edilebilir. Adolesan idiyopatik skolyozlu hastalarda PBK ile ilişkili faktörler genel olarak ameliyat öncesi PT kifoz varlığı, torasik kifozun cerrahi sonrası düzleşmesi, erkek cinsiyet, eğriliğin kontrole alınması için fiksasyonun tümünün vidayla yapılması olarak bildirilmiştir.^[10]

Literatürde PT eğriliğinin füzyon alanına dâhil edilip edilmemesi tartışılmaya devam etmektedir. T1 tilti ve ameliyat sonrası omuz dengesinin hem tek hem de çift torasik eğrilikler için bağımsız değişkenler olduğu bildirilmiştir (Lenke tip 1 ve 2).^[11,12] Eğrilik sınıflandırmasından bağımsız olarak PT eğriliği füzyon alanına dâhil etmede PT eğriliğinin rijitliği, T1 eğimi, omuz dengesi ve ana eğri düzeltmesinin hem T1 eğimi hem de omuz dengesi üzerindeki beklenen etkisini hesaba katarak karar vermek daha gerçekçi görünmektedir. Ilharreborde ve ark. yapısal PT eğriliğinin varlığında veya T1 tiltiyle omuz dengesizliği aynı tarafta ise (örneğin, sağ omuz düşüklüğü olmasına rağmen ve T1 tiltinin sola olması durumunda) PT eğriliğinin füzyon alanına dâhil edilmesini önermişlerdir.^[11] Proksimal torasik eğriliğin >30° olması, yapısal olması, apikal vertebra rotasyonunun birinci derece veya daha büyük olması, apikal vertebral translasyonun (AVT) > 1 cm olması, sol omzun yüksek olması veya T1'in tiltinin PT eğrisinin içbükeyliğine doğru olması, klavikular açının pozitif olması (sol omzun yüksek olmasının diğer bir bulgusu) gibi birçok kriter literatürde PT eğriliğinin füzyon alanına dâhil edilip edilmemesi açısından sorgulanmıştır. Genel olarak pozitif klavikular açı yani sol omzun yüksekte olmasının PT eğriliğinin tümüyle (T2'ye kadar) veya parsiyel (T3-5) olarak füzyona dâhil edilmesi açısından belirleyici olduğu sonucu çıkmıştır.^[13-18] Bunlara ek olarak proksimal eğriliklerin de füzyon cerrahisi sonrası artması veya dekompanse olmasında hastanın iskelet maturitesinin önemli olduğu gözükmektedir. Triradiat kırıkdağın açık olması anlamlı şekilde bu komplikasyon açısından risk faktörüdür. Sponseller ve ark., triradiat kırıkdağı açık olan 44 hastayla kapalı triradiat kırıkdağı olan 450 hastayı karşılaştırdıkları çalışmada, triradiat kırıkdağı açık olan hasta grubunda, minimum 24 aylık takipte, anlamlı derecede daha yüksek proksimal *adding-on* (eğriliğin üst seviyeden tekrar artmaya başlaması) insidansı (%18'e karşı %8, p= 0,02) ve distal *adding-on* (eğriliğin alt seviyeden tekrar artmaya başlaması) (%29'a karşı %19, p= 0,10) tespit etmişlerdir.^[19]

Alt Enstrümante Vertebranın Seçimi

Skolyoz cerrahisinde distal füzyon uzunluğunun sırt ağrısı ve disk dejenerasyonunun şiddeti arasında bir korelasyon olduğu bilinmektedir. L4 veya daha düşük seviye füzyona dâhil edildiğinde hastalarda daha belirgin sırt ağrısı olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte fiziksel işlev, dış görünüş, tedaviden memnuniyet, zihinsel sağlık ve fonksiyonel spor aktivitesinin L4-L3 seviyesi arasında farklı olmadığı belirtilmiştir. Ayrıca lomber disk dejenerasyonu ile AEV seçimi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.^[20,21] Eğriliğin sertliği, lomber belirleyici (*lumbar modifier*) ve kaudal lomber vertebranın rotasyon ve morfolojik değişiklikleri AEV seçiminde kullanılan faktörlerdir. Lomber eğrilikler, Lenke tip 3, 4, 5 ve 6 eğriliklerde füzyona dâhil edilir. Belirgin klinik gövde rotasyonu ve radyografik AVT olan hastalarda, rotasyon ve/veya vertebral kama bulunan lomber tip C belirleyici Lenke tip 1 ve 2 eğriliklerde de lomber eğrilik füzyona dâhil edilebilir. Lomber eğriliğin füzyona dâhil edileceği Lenke 3, 4, 5 ve 6 ile bazı 1 ve 2C eğriliklerde AEV seçimi, merkezi sakral dik çizgi (MSDÇ) ile olan ilişkisinden etkilenir. Sonuç olarak lomber belirleyici B ve C eğriliklerde, AEV olarak torakolomber bölgedeki SV seçilir.^[5]

Lenke tip 1: Torakal ana eğrilik

Enstrümante edilecek üst vertebra T3, T4 ya da T5 iken alt enstrümante vertebra (AEV) özellikle lomber omurga belirleyisine göre değişir. Tip 1 eğrilikler için önerilen tedavi, yapısal ana torasik eğriliğin füzyonudur. Üst enstrümante vertebra tipik olarak T3-T5 iken, en distal enstrümante vertebra (AEV), stabil ve nötr omurun konumuna bağlı olarak önemli ölçüde değişecektir. Üst enstrümante vertebra seçimi, omuz dengesine veya proksimal torasik kifozun varlığına bağlıdır. Üst enstrümante vertebra proksimal kifozun tepesinde olmayacak şekilde seçilmesi önerilir. Omuz seviyesinin dengeli olduğu sağ ana torasik eğrilik için, ÜEV olarak T3, sağ omuz daha yüksekse T4 veya T5 ÜEV olarak seçilmelidir. Tip 1 eğriliklerde nadir olmakla birlikte, sol omuz sağdan daha yüksekse ÜEV olarak T2 seçilebilir. Ayrıca ÜEV ameliyat esnasında ana torasik eğriliğin düzelleme miktarına bağlı olarak değişken olabilir. Düzeltme miktarı arttıkça kontralateral omuzun yükselmesini önlemek için proksimal torasik eğrilik (PT) bölgesini füzyon sahasına dâhil etmek gerekebilir. Genel örnek olarak sağ ana torasik eğrilik düzeltilmesiyle sol omuzun sağa göre seviye olarak yükselmesi şeklinde karşımıza çıkar. Bu tip eğriliklerde AEV seçimi lomber belirleyici ve merkezi sakral dik çizgiye bağlıdır. Lomber belirleyici A ve B için, AEV, MSDÇ ile neredeyse ikiye bölünen ve nötr rotasyonda olan en proksimal lomber vertebra olarak seçilebilir. Bu seviye genelde ana torasik eğriliğin uç omurlarıyla stabil vertebra arasında

olur. Lomber belirleyici (*modifier*) tipi C olan eğrilikler, seçici torasik füzyonlar için uygundur. Seçici torasik füzyon gerçekleştirirken, koronal dengeyi korumak için AEV'nin bir miktar koronal eğimini korumak önemlidir. Tipik olarak bu durumdaki AEV, stabil omur olacaktır (T11, T12 veya L1). Seçici torasik füzyonlar, eğrilik büyüklükleri, apikal vertebral rotasyon ve translasyon, sagittal profil ve klinik deformite değerlendirmesi (gövde rotasyon açısı, bel hattı asimetrisi, omuz dengesi, iskelet olgunluğu) dikkatli bir şekilde değerlendirildikten sonra yapılmalıdır.

Özet: Selektif füzyon tercih edilir. Üst enstrümante vertebra seçiminde ameliyat öncesi sol omuz yüksekse T2, ameliyat öncesi omuz seviyeleri eşitse T3, ameliyat öncesi sol omuz düşükse T4 tercih edilir. Alt enstrümante vertebra seçiminde lomber C tipi eğriliklerde rotasyon fazlaysa lomber füzyon isteğe bağlı olarak yapılabilir. Lomber belirleyici A eğrileri için MSDÇ'nin dokunduğu en proksimal vertebra, belirleyici B ve C için proksimal stabil vertebra tercih edilir. (Şekil 1)

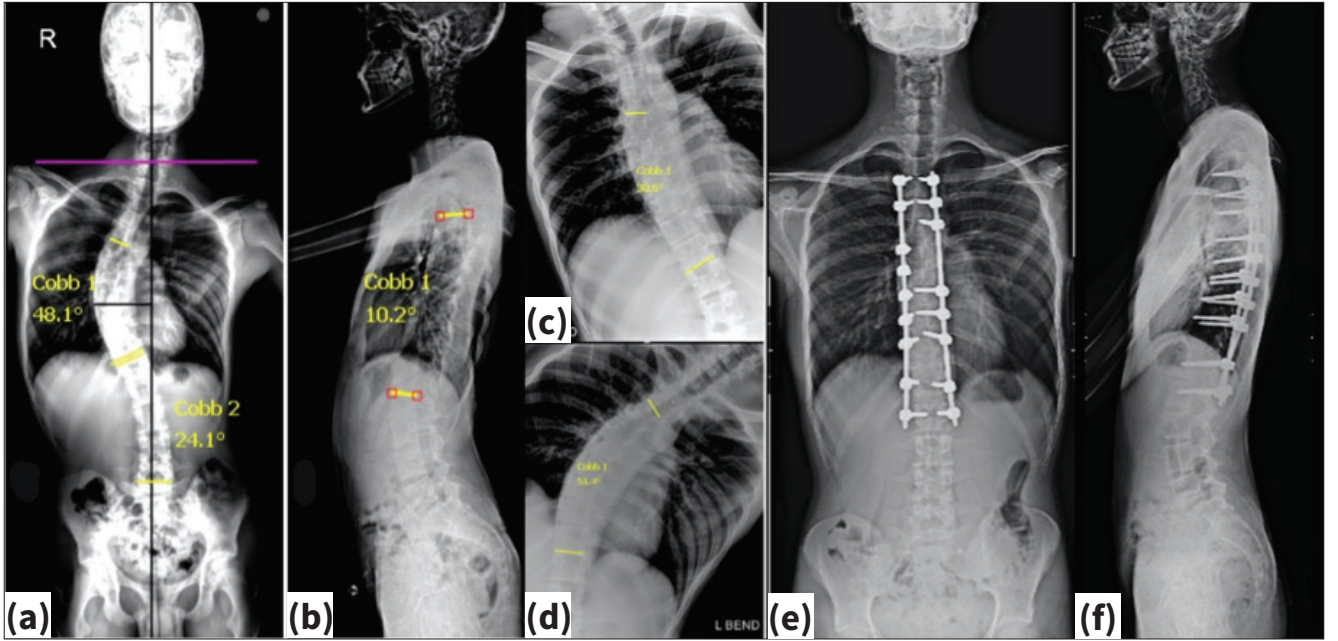
Lenke tip 2: Torakal çift eğrilik

Tip 2 eğrilikler için önerilen tedavi, proksimal torasik ve ana torasik eğriliğin füzyon alanına dâhil edilmesidir. Üst enstrümante vertebra seçimi, omuz dengesine veya proksimal torasik kifozun varlığına bağlıdır. Füzyon alanının proksimal kifoz bölgesinde sonlandırılmamalıdır. Her iki omuzun aynı seviyede olduğu sağ ana torasik eğrilik için, ÜEV seçimi T2 veya T3 olurken, sağ omuz daha yüksek olduğu nadir durumlarda T3 veya T4 seçilmelidir. Sol omuz sağdan daha yüksekse, tercih edilen ÜEV olarak T2 seçilmelidir. Üst enstrümante vertebra daha sefalik oldukça, proksimal deformitenin ve omuz dengesinin daha iyi kontrol edilmesi avantajı ortaya çıkar. Alt enstrümante vertebra seçimi lomber belirleyici ve MSDÇ'ye bağlıdır. Lomber belirleyici A ve B için, AEV, MSDÇ ile kesişen ve nötr rotasyonda olan en proksimal lomber vertebra olarak seçilebilir. Alt enstrümante vertebra genellikle ana torasik eğriliğin uç vertebraları ile stabil vertebra arasında düşer.^[5]

Özet: Selektif füzyon tercih edilir. Üst enstrümante vertebra olarak T2 tercih edilir. Alt enstrümante vertebra seçiminde lomber C tipi eğriliklerde rotasyon fazlaysa lomber füzyon isteğe bağlı olarak yapılabilir. Lomber belirleyici A eğrileri için MSDÇ'nin dokunduğu en proksimal vertebra, belirleyici B ve C için proksimal stabil vertebra tercih edilir.

Lenke tip 3: Çift ana eğrilik

Tip 3 eğriliklerin önerilen tedavisi, hem ana torasik hem de yapısal torakolomber/lomber eğriliklerin füz-



Şekil 1.a-f. T3-L1 selektif posterior füzyon ve düzeltme operasyonu yapılan hastanın hem koronal hem sagittal dengesinin tamamen düzeldiği görülmektedir. Ameliyat öncesi (a-d) ve ameliyat sonrası (e,f) grafileri.

yonudur. Üst enstrümante vertebra seçimi, hem omuz dengesine hem de proksimal torasik kifozun varlığına bağlıdır. Füzyonun proksimalde kifoz alanında durmaması önerilmektedir. Omuz seviyesi dengeli olan bir sağ ana torasik eğrilik için, T3 ÜEV olarak seçilirken, sağ omuz daha yüksekse T4 veya T5 seçilecektir. Nadir olmakla birlikte, sol omuz sağdan daha yüksekse ÜEV olarak T2 seçilebilir. Üst enstrümante vertebra seçimi intraoperatif olarak planlana ana torasik (*main thoracic*, MT) düzeltme düzeltme miktarına bağlı olarak değişken olabilir. Ana eğrilikte ne kadar çok düzeltme planlanırsa, karşı taraf omuzun yükselmesini önlemek için PT bölgesinde proksimale doğru füzyon alanını uzatmak gerekebilir. Alt enstrümante vertebra tipik olarak L3 ve L4 arasında olur. Alt enstrümante vertebra olarak L3'e karşı L4'ü seçme kararı, lateral eğilme grafilerine, apikal vertebra translasyon ve rotasyonuna bağlı verilir.

Genel olarak AEV olarak L3 vertebrada şu durumlarda durabilir:

- Konveks tarafta L3-L4 diskinin yere paralel olması veya kapanmış olması,
- L3 vertebrasının nötr rotasyonda veya en fazla birinci derece rotasyonda olması,
- Karşı tarafa eğilme grafisinde L3 vertebrasının sakrum üzerinde yatay hâle gelmesi ve santralize olması.

Tip 3 eğriliklerde lomber belirleyici C olan eğrilikler seçici torasik füzyon için uygundur. Seçici torasik füzyonlar; eğri büyüklükleri, apikal vertebral rotasyon ve translasyon, sagittal profil ve klinik deformite değerlendirmesi

(gövde rotasyon açısı, bel hattı asimetrisi, omuz dengesi, iskelet olgunluğu) dikkatli bir şekilde değerlendirildikten sonra yapılmalıdır. Seçici füzyonun torasik eğriliğin lomber eğriliğe göre hem radyografik hem de klinik parametrelere göre daha büyük olduğu durumlarda uygulanması önerilir. Seçici torasik füzyon gerçekleştirirken, koronal dengeyi korumak için AEV'nin bir miktar koronal eğimini korumak önemlidir. Bu durumda AEV, genelde stabil vertebra olacaktır (T11, T12 veya L1).^[5]

Özet: Selektif füzyon nadiren tercih edilir. Üst enstrümante vertebra seçiminde ameliyat öncesi sol omuz yüksekse T2, ameliyat öncesi omuz seviyeleri eşitse T3, ameliyat öncesi sol omuz düşükse T4 tercih edilir. Alt enstrümante vertebra olarak son vertebra (EV) seçilir.

Lenke tip 4: Üçlü ana eğrilik

Üst enstrümante vertebra seçimi, omuz dengesi-ne veya proksimal torasik kifozun varlığına bağlıdır. Füzyonun proksimalde kifoz alanında durmaması önerilmektedir. Omuz seviyesi eşit sağ ana torasik eğri için, ÜEV seçimi T2 veya T3 olurken, sağ omuz daha yüksek olduğu durumlarda T3 veya T4 seçilecektir. Sol omuz sağdan daha yüksekse, ÜEV olarak tercih edilen T2 vertebradır. Tip 4 eğriliklerde de genel olarak daha proksimal bir ÜEV seçimi, proksimal deformitenin ve omuz dengesinin daha iyi kontrol edilmesini sağlayacaktır. Alt enstrümante vertebra tipik olarak L3 ve L4 arasında olur. Alt enstrümante vertebra olarak L3'e karşı L4'ü seçme kararı, lateral eğilme grafilerine, apikal vertebra translasyon ve rotasyonuna bağlı verilir.^[7]

Genel AEV olarak L3 vertebrada şu durumlarda durabilir:^[7]

- Konveks tarafta L3-L4 diskinin yere paralel olması veya kapanmış olması,
- L3 vertebraasının nötr rotasyonda veya en fazla birinci derece rotasyonda olması,
- Karşı tarafa eğilme grafisinde L3 vertebraasının sakrum üzerinde yatay hâle gelmesi ve santralize olması.

Tip 4 eğriliklerde lomber belirleyici C olan eğrilikler seçici torasik füzyon için uygundur. Seçici çift torasik füzyonlar; eğri büyüklükleri, apikal vertebranın rotasyon ve translasyonu, sagittal profil ve klinik deformite değerlendirmesi (gövde rotasyon açısı, bel hattı asimetrisi, omuz dengesi, iskelet olgunluğu) dikkatli bir şekilde değerlendirildikten sonra yapılmalıdır. Seçici füzyonun torasik eğriliğin lomber eğrilige göre hem radyografik hem de klinik parametrelere göre daha büyük olduğu durumlarda uygulanması önerilir. Seçici torasik füzyon gerçekleştirirken, koronal dengeyi korumak için AEV'nin bir miktar koronal eğimini korumak önemlidir. Bu durumda AEV, genelde stabil vertebra olacaktır (T11, T12 veya L1).

Özet: Selektif füzyon önerilmez. Üst enstrümante vertebra olarak T2 vertebra seçilir. Alt enstrümante vertebra olarak EV tercih edilir.

Lenke tip 5: Torakolomber ve lomber eğrilikler

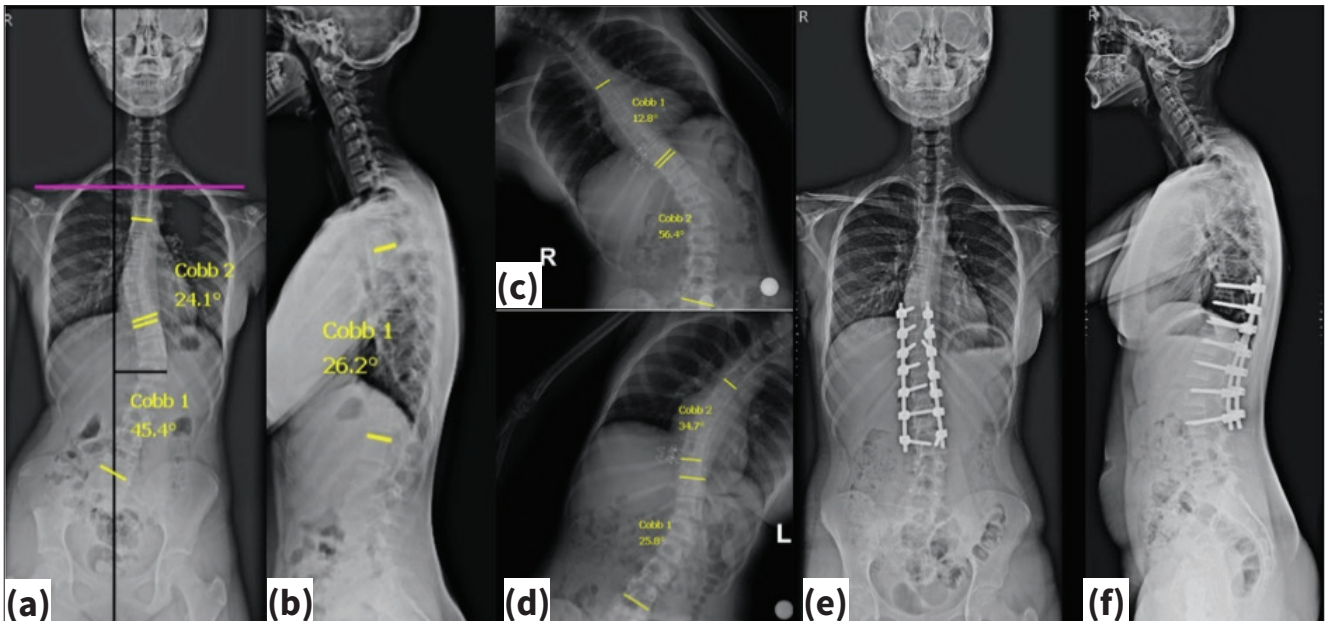
Tip 5 eğrilikler için önerilen tedavi, tüm torakolomber/lomber eğriliğin (genellikle uç vertebradan uç ver-

tebraya) füzyonudur. Amaç, omuz dengesini optimize etmek için AEV'yi yatay hâle getirmek ve ÜEV'deki artık eğim miktarını torasik eğriliğin büyüklüğüne göre uyarlamaktır. Yaygın bir senaryo olarak L3-L4 diskinin yere paralel olması durumunda L3'te durabilir. Ancak bunun ek şartlar mevcuttur; konveks tarafta L3-L4 diskinin yere paralel olması veya kapanmış olması, L3 vertebraasının nötr rotasyonda veya en fazla birinci derece rotasyonda olması, karşı tarafa eğilme grafisinde L3 vertebraasının sakrum üzerinde yatay hâle gelmesi ve santralize olması. Bazen torasik eğriliğin, yapısal olmamasına rağmen, klinik deformite (kaburga çıkıntısı), omuz dengesizliği ve bileşke kifozunun miktarına bağlı olarak füzyona dâhil edilmesi gerekebilir.^[6]

Özet: Seçici lomber füzyon tercih edilebilir. *Rib hump* (kot hörgücü) deformitesi göz önünde bulundurularak bu tercih yapılmalıdır. Üst enstrümante vertebra olarak proksimal EV tercih edilir (kifoz alanında olmamak kaydıyla). Alt enstrümante vertebra olarak distal EV seçilir. (Şekil 2)

Lenke tip 6: Torakolomber/lomber ana eğrilik

Tip 6 eğriliklerde, tipik olarak hem ana torasik hem de torakolomber/lomber eğrilik füzyon alanına dâhil edilir. Bu eğrilikler, tip 3 eğriliklere çok benzer şekilde tedavi edilir. Omuz seviyesi eşit sağ ana torasik eğri için, T3 vertebra ÜEV olarak seçilirken, sağ omuz daha yüksekse T4 veya T5 ÜEV olarak seçilir. Nadir olmakla birlikte, sol omuz sağdan daha yüksekse ÜEV olarak T2 vertebra seçilebilir. Ayrıca ÜEV intraoperatif ana torasik (MT) eğriliğin düzel-



Şekil 2.a-f. Eğrilik tipi Lenke Tip 5C (N). T9-L2 omurlar arası posterior füzyon ve düzeltme ameliyatı yapılan hastanın kabul edilebilir global koronal ve sagittal dengesi sağlanmıştır. Ameliyat öncesi (a-d) ve ameliyat sonrası (e,f) grafileri.

me miktarına bağlı olarak değişken olabilir. Düzeltme miktarı arttıkça kontralateral omzun yükselmesini önlemek için PT bölgesini füzyon sahasına dâhil etmek gerekebilir. Genel örnek olarak sağ MT eğrilik düzeltilmesiyle sol omzun sağa göre seviye olarak yükselmesi şeklinde karşımıza çıkar.^[7]

Özet: Seçici füzyon önerilmez. Üst enstrümante vertebra seçiminde ameliyat öncesi sol omuz yüksekse T2, ameliyat öncesi omuz seviyeleri eşitse T3, ameliyat öncesi sol omuz düşüğe T4 tercih edilir. Alt enstrümante vertebra olarak distal EV seçilir.

ADOLESAN İDİYOPATİK SKOLYOZ CERRAHİSİNDE FÜZYON SEÇİMİNDE YENİLİKLER

Son birkaç on yılda, adolesan idiyopatik skolyozlu hastada füzyon için seviye seçimi cerrahi tekniklere paralel gelişim ve değişim göstermektedir. Pedikül vida fiksasyonunun neredeyse her yerde kullanımıyla birlikte, özellikle lomber omurgada füzyon seviyelerinin sayısını en aza indirmek popülerlik kazandı ve seçim kriterleri değişti. Korunan her ek hareket segmentiyle ameliyat sonrası fonksiyonun iyileştirilebileceği ve hatta dejeneratif hastalık riskinin azaltılabileceği öne sürülmüştür. Şu anda, AIS için Lenke sınıflandırması, AIS patolojisini tanımlamak için en yaygın kullanılan sistemdir. Yapısal ve yapısal olmayan eğrilerin nerede olduğunu anlamak, distalde füzyon kapsamını anlamada en güncel teknik olarak görünmektedir. Proksimalde ise omuz dengesi, üst enstrümante omur seçimi için hâlâ önemli bir husus olarak kabul edilmektedir. En distal enstrümante omur açısından, distal bileşke kifoza veya *adding on* fenomeni gibi ciddi komplikasyonları önlemek için son dokunulan omur (*last touched vertebra*, LTV) ve stabil sagittal omura odaklanmak güncelliğini korumaktadır. AP radyografisinde LTV'yi AEV olarak belirlemek, cerrahın distal birleşim kifoza (*distal junctional kyphosis*, DJK) riskini artırmadan bir füzyon seviyesi seçilmesine izin verebilir. Ancak sagittal düzlemi de dikkate almak gerekir; optimal AEV'yi belirlemeye yardımcı olmak için lateral radyografide stabil sagittal vertebrayı tanımlamak; olumsuz sonuçların olasılığını azaltmak için kullanılabilir.^[22]

KAYNAKLAR

1. Hamzaoglu A, Talu U, Tezer M, Mirzanli C, Domanic U, Göksan SB. Assessment of curve flexibility in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(14):1637-42. **Crossref**
2. Liu RW, Teng AL, Armstrong DG, Poe-Kochert C, Son-Hing JP, Thompson GH. Comparison of supine bending, push-prone, and traction under general anesthesia radiographs in predicting curve flexibility and postoperative correction in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010;35(4):416-22. **Crossref**

3. He C, Wong MS. Spinal flexibility assessment on the patients with adolescent idiopathic scoliosis: A literature review. *Spine (Phila Pa 1976)* 2018;43(4):E250-8. **Crossref**
4. Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: How it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 2003;28(20):199-207. **Crossref**
5. Lenke LG. Lenke classification system of adolescent idiopathic scoliosis: Treatment recommendations. *Instr Course Lect* 2005;54:537-42.
6. Lenke LG, Betz RR, Hafer TR, Lapp MA, Merola AA, Harms J, et al. Multisurgeon assessment of surgical decision-making in adolescent idiopathic scoliosis: Curve classification, operative approach, and fusion levels. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001;26(21):2347-53. **Crossref**
7. Trobisch PD, Ducoffe AR, Lonner BS, Errico TJ. Choosing fusion levels in adolescent idiopathic scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg* 2013;21(9):519-28. **Crossref**
8. Suk S il, Lee SM, Chung ER, Kim JH, Kim SS. Selective thoracic fusion with segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis: more than 5-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(14):1602-9. **Crossref**
9. Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Kim J, Cho SK, Cheh G, et al. Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis after 3 different types of posterior segmental spinal instrumentation and fusions: Incidence and risk factor analysis of 410 cases. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32(24):2731-8. **Crossref**
10. Helgeson MD, Shah SA, Newton PO, Clements DH, Betz RR, Marks MC, et al. Evaluation of proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following pedicle screw, hook, or hybrid instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010;35(2):177-81. **Crossref**
11. Ilharreborde B, Even J, Lefevre Y, Fitoussi F, Presedo A, Souchet P, et al. How to determine the upper level of instrumentation in Lenke types 1 and 2 adolescent idiopathic scoliosis: A prospective study of 132 patients. *J Pediatr Orthop* 2008;28(7):733-9. **Crossref**
12. Lee CK, Denis F, Winter RB, Lonstein JE. Analysis of the upper thoracic curve in surgically treated idiopathic scoliosis. A new concept of the double thoracic curve pattern. *Spine (Phila Pa 1976)* 1993;18(12):1599-608. **Crossref**
13. Kuklo TR, Lenke LG, Won DS, Graham EJ, Sweet FA, Betz RR, et al. Spontaneous proximal thoracic curve correction after isolated fusion of the main thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001;26(18):1966-75. **Crossref**
14. Kuklo TR, Lenke LG, Graham EJ, Won DS, Sweet FA, Blanke KM, et al. Correlation of radiographic, clinical, and patient assessment of shoulder balance following fusion versus nonfusion of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27(18):2013-20. **Crossref**
15. Cil A, Pekmezci M, Yazici M, Alanay A, Acaroğlu RE, Deviren V, et al. The validity of Lenke criteria for defining structural proximal thoracic curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(22):2550-5. **Crossref**
16. Burton DC, Asher MA, Lai SM. The selection of fusion levels using torsional correction techniques in the surgical treatment of idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1999;24(16):1728-39. **Crossref**

17. Lee CS, Park S, Lee DH, Hwang CJ, Cho JH, Park JW, et al. Is the combination of convex compression for the proximal thoracic curve and concave distraction for the main thoracic curve using separate-rod derotation effective for correcting shoulder balance and thoracic kyphosis? *Clin Orthop Relat Res* 2021;479(6):1347-56. **Crossref**
18. Omar Iqbal M, Samdani AF, Pahys JM, Newton PO, Shah SA, Bastrom TP, et al. What happens to the unfused upper thoracic curve after posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis? *J Neurosurg Pediatr* 2021;27(6):725-31. **Crossref**
19. Sponseller PD, Betz R, Newton PO, Lenke LG, Lowe T, Crawford A, et al. Differences in curve behavior after fusion in adolescent idiopathic scoliosis patients with open triradiate cartilages. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34(8):827-31. **Crossref**
20. Chiu CK, Tan CS, Chung WH, Mohamad SM, Kwan MK, Chan CYW. Mid-long-term outcome and degeneration of the remaining unfused lumbar intervertebral disc in adolescent idiopathic scoliosis patients who had posterior spinal fusion surgery. *Eur Spine J* 2021;30(7):1978-87. **Crossref**
21. Danielsson AJ, Nachemson AL. Back pain and function 23 years after fusion for adolescent idiopathic scoliosis: A case-control study-part II. *Spine (Phila Pa 1976)* 2003;28(18):E373-83. **Crossref**
22. Fujii T, Kawabata S, Suzuki S, Tsuji O, Nori S, Okada E, et al. Can postoperative distal adding-on be predicted in lenke Type 1B and 1C curves with intraoperative radiographs? *Spine (Phila Pa 1976)* 2022;47(6):E215-21. **Crossref**