

Mesut Yılmaz¹, Ahmet Öğrenci²

¹Nöro-Spinal Akademi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye
²Medicana International Ataşehir Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye
✉ drmesutyilmaz@yahoo.com

Geliş tarihi : 24.09.2023
Kabul tarihi : 15.11.2023

Dejeneratif Lomber Kifoz

Degenerative Lumbar Kyphosis

ÖZ

Lomber dejeneratif kifoz, daha önce operasyon öyküsü olmayan ve enstrümantasyon yapılmayan hastalarda lomber lordozun azalması veya düz bel sendromu olarak tanımlanır. Lomber dejeneratif kifoz; lomber ve kompensatuvar torakal eğrilige göre veya deformitenin etiolojisine göre sınıflandırılabilir. Tanı aşamasında ise pelvik insidans-lomber lordoz uyumsuzluğu, sagittal vertikal aks, C7 şakül hattı, pelvik tilt ve sakral eğim gibi spinopelvik parametrelerin mutlaka ölçülmesi gereklidir. Özellikle son yıllarda popüler olan rölatif lomber lordoz ve lordoz dağılım indeksi de hastaların değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulmalıdır. Lomber dejeneratif kifoz genellikle yaşlı ve komorbiditesi yüksek hastalarda görüldüğünden, tedavide ilk seçenek egzersiz ve fizyoterapi olmalıdır. Öte yandan sagittal denge kaybı ileri evrede olan, konservatif tedaviye yanıt vermeyen ağrı ve yürüme güçlüğü olan hastalarda cerrahi müdahale gereklidir. Cerrahi tedavinin esas amacı sagittal dengeyi ve ideal lomber lordoz açısını elde etmektir. Osteotomi teknikleriyle, ideal sagittal dengeyi sağlamada farklı korreksiyon miktarları sağlanabilir.

Anahtar Sözcükler: Dejeneratif kifoz, Lomber lordoz, Dejeneratif omurga, Osteotomi

ABSTRACT

Lumbar degenerative kyphosis is a decrease in lumbar lordosis or flat back syndrome in patients without a history of spinal operation and instrumentation. Lumbar degenerative kyphosis may be classified according to the lumbar and compensatory thoracic curvature or the etiology of the deformity. Spinopelvic parameters including pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch, sagittal vertical axis, C7 plumb line, pelvic tilt, and sacral slope should be measured during diagnosis. Recently, relative lumbar lordosis and lordosis distribution index have also been introduced, and they should also be taken into consideration. Lumbar degenerative kyphosis is mostly seen in elderly patients with high comorbidity, therefore exercise and physiotherapy should be the first line of treatment. Surgery should be provided for patients with severe sagittal imbalance, persistent pain despite conservative measures, and walking difficulty. The main purpose of surgery is to maintain sagittal balance and optimal lumbar lordosis. Each osteotomy technique provides different correction amounts to provide an ideal sagittal balance.

Keywords: Degenerative kyphosis, Lumbar lordosis, Degenerative spine, Osteotomy

GİRİŞ ve TANIM

Lomber lordoz, insana özgü olan ve ayakta durmayı sağlayan bir eğriliktir. Fakat artan yaşla birlikte lomber lordozda azalma ve torakal kifozda artış görülür ve bu durum, omurgadaki yük dağılımında dengesizliğe yol açar. Sonuç olarak hasta, ayakta durmak için daha fazla enerji

sarfeder ve bu da lordoz kaybı ve sırt ya da bel ağrısıyla sonuçlanır (15).

Yaşlanan nüfusun artmasıyla birlikte, hayat kalitesini önemli ölçüde etkileyen dejeneratif spinal deformiteler hakkında çalışmalar hız kazanmıştır. İlk olarak 1993 yılında Takemitsu tarafından tanımlanan lomber dejenera-

tif kifoz (LDK), L2-S1 seviyeleri arasındaki intervertebral diskler ve faset eklemlerinde dejenerasyon ve lomber ekstansör kaslarda atrofi ve yağlı değişikliklerle karakterizedir (16,30). LDK, daha önce cerrahi geçirmeyen ve enstrümantasyon yapılmayan hastalarda oluşan lordoz kaybı ve düz bel sendromu olarak da tanımlanır ve Asyalı popülasyonlarda yaygın olarak görülür (14).

Sınıflama

Takemitsu, LDK'ü dört sınıfa ayırmıştır (30). Buna göre;

Evre 1: Azalmış lomber lordoz, torakal kifoz kaybı

Evre 2: Hafif lomber kifoz, torakal bölgede hafif lordoz

Evre 3: Artmış lomber kifoz, değişken torakal lordoz

Evre 4: Lomber kifoz, geniş torakal kifoz

2007 yılında Jang ve ark., torakolomber bileşke (T11-L1) açısını ve kompensasyon mekanizmalarını değerlendirerek bir sınıflama sunmuştur. Bu sınıflamada hastalar iki gruba ayrılmıştır. İlk grupta düz veya lordotik torakolomber bileşke mevcuttur ve hastalarda torakal kompensasyon olduğu görülmüştür. Bu gruptaki hastalar, lomber kifoz ve kompensatuvar eğriliğin yeri ve şekline göre de alt lomber (L4 veya L5), orta lomber (L3) ve düz tip olarak 3 alt tipe ayrılmıştır. Alt lomber tip, LDK'nın esnek bir tipidir, segmental angulasyon ve instabiliteyle karakterizedir. İkinci grubu ise hem torakolomber bileşke açısı, hem de torakal eğriliği kifotik olan olgular oluşturmuş ve bu gruba "global tip" adı verilmiştir. Orta lomber ve global tip, rijid deformiteler olarak değerlendirilir ve bu hastalarda cerrahi korreksiyon diğer tiplere kıyasla daha zordur (14).

Daha sonra Bayerl ve ark., sagittal deformiteler için etiyolojik bir sınıflama sunmuştur (2). Bu sınıflama şu şekildedir:

Tip 1: Primer (de novo) dejeneratif sagittal dengesizlik

Tip 2: Adölesan idiopatik sagittal dengesizlik

Tip 3: Sekonder sagittal dengesizlik

3A: Kemik metabolizma anormallikleri, 3B: travmatik, 3C: iyatrojenik veya füzyon sonrası, 3D: displazi ve nöromusküler

Radyolojik Değerlendirme

LDK için tanı kriterleri; 1) C7SVA \geq 5 cm, 2) PI-Lomber lordoz farkı \geq 15 derece ve 3) pelvik tilt \geq 25 derecedir (15). Dejeneratif lomber kifoz değerlendirilirken hem lo-

kal hem global sagittal denge birlikte değerlendirilmelidir. Bu amaçla sagittal vertikal aks (SVA), Çene-kaş vertikal açısı, C7 şakül hattı, pelvik insidans, pelvik tilt ve sakral eğim gibi parametreler mutlaka ölçülmelidir (21). Ayrıca tanı konulurken MR görüntülerinde paraspinal kasların da değerlendirilmesi önerilmektedir.

Lomber lordoz, kişiden kişiye değişkenlik göstermekle birlikte genellikle maturiteye eriştikten sonra 20 ile 70 derece arasında normal kabul edilir. Sağlıklı insanlarda pelvik insidans ve lomber lordoz arasındaki fark, yaklaşık 11 derece olmalıdır. Ayrıca segmental lordoz her seviyede değişkenlik gösterir ve L4-5 ve L5-S1 seviyeleri lordozu en fazla katkısı sağlar (6). Roussouly, sakral eğim arttıkça bu seviyelerdeki lordozun da arttığını önermiştir. Buna bağlı olarak pelvik insidansın insanlar arasında değişkenlik göstermesi ve sakral eğim ile lomber lordozun da pelvik insidansla korrelasyon halinde olmasından dolayı 4 farklı lordoz tipi tanımlamıştır (22).

Tip 1: Sakral eğim $<$ 35, küçük ve kısa lordoz, torakolomber geçiş bölgesini geçen uzun kifoz

Tip 2: Sakral eğim $<$ 35, uzun ve düz lordoz

Tip 3: 35 $<$ sakral eğim $<$ 45, lordoz ortalama uzunluk ve açıda

Tip 4: Sakral eğim $>$ 45, aşırı eğimli lordoz, daha yüksek lordoz açısı

Pelvik insidans, sabit bir değer olarak kabul edilir ve lomber lordozla birlikte torakolomber, torakal ve servikal eğrilikleri de etkileyen bir parametredir. Bu sebeple PI-LL (spinopelvik harmoni) arasındaki ilişki bozulduğu zaman global sagittal denge de bozulur. SRS-Schwab çalışmasında PI-LL uyumsuzluğunun 11 dereceden fazla olmasının, ODI skorlarının artmasına ve anormal pelvik tilt ve SVA değerlerine yol açtığı gösterilmiştir (26). PI-LL uyumsuzluğu, deformite cerrahisinde sıklıkla kullanılsa da Yilgor ve ark., bu yöntemin farklı pelvik morfolojiye sahip hastalar arasındaki lordoz değişkenliğini göstermediğini savunarak rölatif lomber lordoz ve lordoz dağılım indeksi (LDI) kavramlarını sunmuşlardır (31). Rölatif lomber lordoz, ideal lomber lordoz ile ölçülen lomber lordoz arasındaki farktır ve ideal ile mevcut hipo ve hiperlordoz arasındaki farkı gösterir. LDI ise lordozun alt arkusu ile global lordoz arasındaki ilişkiyi değerlendirir ve $LDI = L4-S1 \text{ lordoz} / L1-S1 \text{ lordoz} * 100$ formülüyle hesaplanır. Yilgor ve ark., yaptıkları çalışmada PI-LL $<$ 10 hedeflenen hastalarda mekanik komplikasyon oranını %37,9 olarak ra-

porlarken, rölatif lomber lordoz ve lordoz dağılım indeksi baz alınarak yapılan cerrahilerde mekanik komplikasyon oranının %12.6 olduğunu göstermişlerdir (31). Ayrıca rölatif lomber lordozun, klinik skorlarla (Health related quality of life-HRQOL) korrelasyonunun, PI-LL parametresinin bu skorlara etkisinden daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Öte yandan Im ve arkadaşları, postoperatif lordoz morfolojisinin sagittal denge üzerindeki etkisini, lomber dejeneratif kifoz nedeniyle opere edilmiş 228 hastada değerlendirmiştir. Hastaları 2 yıllık takiplerinde dengeli ve dengesiz olarak iki gruba ayırmıştır. İki grup arasında alt lordoz ark açısı hariç diğer lordoz morfolojisi parametreleri arasında belirgin fark bulunamamıştır (13).

Normal pelvik tilt genellikle 15 dereceden azdır. Lomber lordoz kaybıyla oluşan kalça ekstansiyonu, pelvik tilt artışına neden olur. Genç hastalarda bu kompensatuvar mekanizmayla daha çok pelvik retroversiyon yapılabilirken, artan yaşla birlikte lomber fleksibilitenin azalması ve kalçadaki dejeneratif değişiklikler nedeniyle kalça ekstansiyonu azalır. Pelvik tilt anormalliği, pelvik halkanın normal oval yapısının daralmasıyla karakterizedir. Anormal pelvik tilt, deformitenin bir parçası olmaktan ziyade kompensatuvar bir mekanizmadır ancak bu kompensasyonun belirli bir limiti vardır ve bu limit aşıldığı zaman sagittal dengesizlik ortaya çıkar. Deformitenin korreksiyonu, lomber lordoz-pelvik insidans harmonisini sağlayarak dolaylı şekilde pelvik tilti düzeltir. Ameliyat öncesinde pelvik tiltin ne kadar düzelebileceğini tahmin etmek güç olsa da pelvik tiltin 25 derece altına düşürülmesi hedeflenmelidir (25).

Sakral eğim ise pelvik tiltle ters orantılıdır. Deformite korreksiyonu sakral eğimi de dolaylı olarak değiştirir ancak bu parametre için hedeflenen bir değer yoktur (6).

Tedavi Seçenekleri

LDK, genellikle yaşlı kadın hastalarda görülmektedir. Bu sebeple tedavide ilk seçenek egzersiz ve fizyoterapi olmalıdır. Cerrahi tedavi, ağır sagittal denge kaybı olan, konservatif tedaviden fayda görmeyen, yürüme güçlüğü veya sırt ve bacaklarda tolere edilemeyen ağrı şikayeti olan hastalara önerilmektedir (15).

LDK'nın cerrahi tedavisinde en önemli hedef, omurgayı bir bütün olarak değerlendirerek sagittal dengeyi sağlamaktır. Optimum sagittal denge; C7 şakül hattıyla S1 son plak posterosuperior ucu arasındaki mesafenin 3 cm veya daha az olması, lomber lordoz ve torakal kifoz arasındaki farkın 20 dereceden fazla olmasıdır (17). Öte yandan

Schwab, korreksiyonda hedeflenmesi gereken kriterleri; 1) pelvik tilt <25 derece, SVA<50 mm, PI-LL<10 derece olarak belirlemiştir (25). Bununla birlikte osteotominin üst ve alt kısımlarında omurganın nasıl bir denge kuracağını ameliyat öncesinde tahmin etmek güçtür. Ameliyat öncesinde yapılacak osteotominin sağlayacağı pelvik ve trunkal korreksiyon miktarını belirlemek gereklidir. Yapılacak müdahaleyi belirlemek için öncelikle ana patolojiyi segmental, bölgesel veya global olarak sınıflandırmak gerekir. SVA, T1 ve pelvik tilt ölçülmeli, pelvik insidans, torakal kifoz ve lomber lordoz ise pelvik tiltle birlikte değerlendirilmelidir. Bunun sebebi, kompensatuvar pelvik retroversiyonla birlikte lomber deformitenin daha azmış gibi gözükmesidir.

Cerrahide ilk aşama, pelvik insidans da göz önünde bulundurularak lomber lordozun sağlanmasıdır. Hedeflenen lomber lordoz değeri, PI değerine göre 6 sınıfa ayrılmıştır. Buna göre PI değeri düşük olan hastalarda daha düşük, yüksek olan hastalarda daha yüksek dereceli lordoz sağlamak gereklidir. Sınıflama şu şekildedir:

Tip 1: $28 < PI < 38$ ise hedef lomber lordoz: $PI + 18 (\pm 7)$

Tip 2: $38 < PI < 48$ ise hedef lomber lordoz: $PI + 13 (\pm 8)$

Tip 3: $48 < PI < 58$ ise hedef lomber lordoz: $PI + 9 (\pm 8)$

Tip 4: $58 < PI < 68$ ise hedef lomber lordoz: $PI + 6 (\pm 5)$

Tip 5: $68 < PI < 78$ ise hedef lomber lordoz: $PI + 2 (\pm 7)$

Tip 6: $78 < PI < 88$ ise hedef lomber lordoz: $PI - 5 (\pm 8)$ (1)

Torakolomber veya torakal omurgada füzyonun biteceği seviye belirlenirken global sagittal ve koronal denge, torakal veya torakolomber hiperkifoz ve osteoporoza dikkat edilmesi gerekir (17). Alt torakal omurgada T10, göğüs kafesinden dolayı en alt immobil vertebra olarak tanımlanır ve genellikle T11 veya T12de enstrümantasyonun bitimine bağlı proksimal bileşke yetmezliğini önlemek için T9 veya T10 seviyesine çıkılır.

Bununla birlikte ameliyat öncesinde omurganın esnekliğini bilmek, yapılacak cerrahinin kapsamını belirlemede yardımcı olacaktır. Bridwell, deformiteleri esnekliklerine göre üç sınıfa ayırmıştır (3). 1) Tamamen esnek deformiteler, 2) Mobil segmentler sayesinde parsiyel korreksiyon yapılabilen deformiteler ve 3) Korreksiyon yapılamayan tamamen rijid (fikse) deformiteler. Esnek deformiteler disk kaynaklı olduklarından anterior veya posterior yaklaşımla kemik greft veya interbody kafes ile anterior füzyon yapılabilir. Posterior korreksiyonda polisegmental

kama osteotomiler tercih edilmektedir. Rijid deformitelere, pedikül substraksiyon osteotomisi ve posterior vertebral kolon rezeksiyonu gibi tekniklerin kullanılması önerilmektedir (21). Bu teknikler, aşağıda tartışılmaktadır.

Osteotomi Teknikleri

Osteotomi, deformite cerrahisinde sagittal dengeyi kurmak için sıklıkla yapılan bir cerrahi işlemdir. Schwab, osteotomileri 6 gruba ayırmıştır (24).

1) Parsiyel faset eklem rezeksiyonu

Bir omurgadaki inferior faset ve eklem kapsülünün rezeksiyonudur. Deformite korreksiyonu azdır ve anterior kolonun mobil olduğu hastalarda, yalnızca posterior yaklaşımla yapılır. Smith-Peterson veya Chevron osteotomisi olarak adlandırılır ve yaklaşık 5-10 derece korreksiyon sağlar (24).

2) Komplet faset eklem rezeksiyonu

Bu teknikle ligamentum flavumla birlikte superior ve inferior faset yüzeyi rezeke edilir. Lamina veya spinöz çıkıntılar da alınabilir. Evre 1 osteotomiler gibi, anterior kolonun mobil olduğu hastalara uygundur. Posterior yaklaşımla uygulanır ancak anterior yumuşak doku (anterior longitudinal ligaman veya disk) serbestleştirmeyle kombine yapılabilir. Briggs ve ark., artiküler çıkıntıları ve pediküllerin üst kısmını kapsayan tek seviyeli kama şeklinde bir osteotomi tanımlamıştır (4). Polisegmental osteotomide, artiküler çıkıntı ve bu çıkıntıya komşu interlaminalar boşluktan kemik çıkartılır (23). Bu işlem, global lordoz sağlamak için birden fazla seviyeye uygulanabilir. Sıklıkla uygulanan Ponte osteotomi de tip 2 osteotomilerdendir. Deformite korreksiyonu için birden fazla fasetle birlikte spinöz çıkıntılarının rezeksiyonunu kapsar (11).

3) Pedikül ve parsiyel korpus rezeksiyonu

Posterior elemanlarla birlikte pediküllerin ve vertebra gövdesinin posteriorunun parsiyel kama şeklinde çıkartılmasıdır. Korpusun bir kısmı ile üst ve alt komşuluktaki diskler sağlamdır. Posterior veya kombine yaklaşımla uygulanabilir.

Pedikül substraksiyon osteotomisi, genellikle anterior ve posterior kolonda rijid deformitesi olan hastalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde anterior ve posterior kolondan kama şeklinde kemik çıkartıldıktan sonra üst ve alt vertebra segmentleri yaklaştırılarak "kapalı kama" tipinde bir korreksiyon sağlanır. Çıkartılan kama

şeklinde kemiğin apeksi anteriorda vertebral korpus ve tabanı posteriorda faset eklemleri ve laminaları kapsar. Kamanın boyutu, C7SVA'yı düzeltecek açısal korreksiyon miktarına göre belirlenir ve bunun için spinosakral açı değerlendirilir. Spinosakral açı 45 dereceden azsa, lomber omurgada posterior yaklaşımla tek seviyeli PSO yeterli olacaktır. L3 seviyesine yapılan osteotomi ile daha geniş bir lordoz elde edilebilirken, L4 osteotomi daha kısa bir lordoz sağlar. Bu konuda dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da, osteotomi kifozun apeksine ne kadar yakınsa, daha kısa moment kolu nedeniyle daha fazla açı korreksiyonu ihtiyacı olmasıdır. PSO ile her vertebra seviyesinde 25 ile 35 derece arasında korreksiyon sağlanabilir (3). 40 derece sagittal korreksiyon sağlanabildiği de bildirilmiştir (Şekil 1) (5).

Sirkumferensiyel kama kemik rezeksiyonunda ise apikal faset ve pediküller tamamen alınır. Ayrıca apikal laminektomiyle birlikte apeksin superior ve inferiorundaki vertebralara da laminektomi yapılır ve apikal vertebra korpusundan kama şeklinde kemik rezeke edilir (28). Farcy ve Schwab da benzer bir yöntem tanımlamıştır ve stabiliteyi korumak için enstrümanın taraflara tek tek yerleştirilmesini önermişlerdir (10).

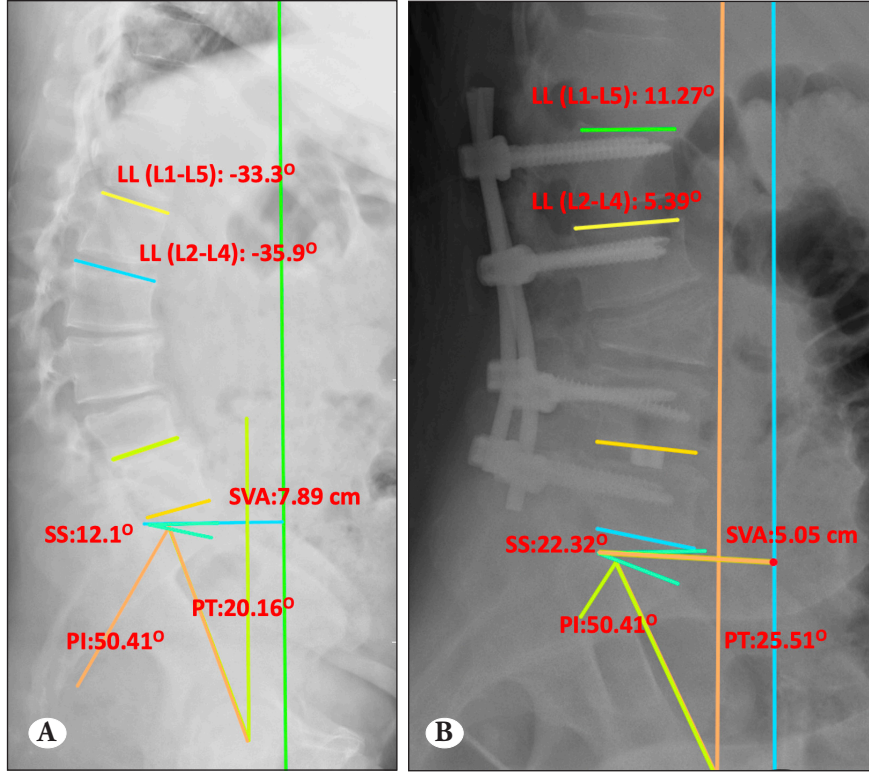
4) Pedikül, parsiyel gövde ve disk rezeksiyonu

Evre 4 osteotomi; posterior vertebra korpusu, pediküller, posterior elemanlar ve bir son plakla bir komşu diskin rezeksiyonunu içerir. Vertebra korpusunun bir kısmı sağlam kalsa da belirgin kısılma oluşan hastalarda anterior destek gerekebilir. Scudese ve Calabro'nun tanımladığı, superior disk ve korpusun superior kısmının rezeksiyonuyla birlikte modifiye Smith-Peterson tekniği, bu osteotomilerin bir örneğidir ve bu teknikle gerilmeye bağlı inferior vena kava veya aort obstrüksiyonu daha az görülür (27).

5) Komplet vertebra ve disk rezeksiyonu

Bu osteotomide bir vertebra seviyesi ve komşu diskler tamamen çıkartılır. Anteriordan kısılma olacağından anterior destek genellikle gereklidir. Hem yalnızca posterior yaklaşımla, hem de kombine yaklaşımla uygulanabilir.

Tüm osteotomi tipleri içerisinde vertebral kolon rezeksiyonu (VCR), en fazla korreksiyonu sağlar ve genellikle sınırlı esneklikte veya rijid ağır deformitelere kullanılır (9). Posterior VCR (PVCR) ilk olarak Suk ve ark. tarafından tanımlanmıştır (29). Spinal kolonun translasyonel ve rotasyonel korreksiyonunu sağlar ve tek yaklaşımla



Şekil 1: 51 yaşında kadın hasta, 2 sene önce L4-5 sol ekstrüde disk hernisi nedeniyle operasyon öyküsü mevcut. Bu operasyondan önce de bel ağrısı olduğunu belirten, operasyon sonrası kısa bir süreyle bacak ağrısında rahatlama hisseden ancak zaman içerisinde hem bel ağrısının giderek şiddetlenmesi hem de sol bacakta tekrar şiddetli ağrı hissetmeye başlayan hastanın ayakta duruş dengesinde de öne doğru yığılma ve yürümeyle artan öne eğilmesi mevcuttu. Hastanın yapılan görüntüleme tetkiklerinde lomber MR'da sol L4-5 nüks disk hernisi ve grafilerinde lomber kifotik deformite saptandı (A). Lomber lordoz, skolyoz grafisinde L1-L5 arasında -33.3, L2-L4 arasında -35.9 derecedi. Skolyoz grafisinde ölçülen SVA 7.89 cm, pelvik tilt 20.16 derece, sakral eğim 12.1 derece ve pelvik insidansı 50.41 derecedi. Hastaya cerrahi planlandı. L3 pedikül çıkarma osteotomisi (PSO), L1-L5 posterior stabilizasyon ve L4-5 seviyesine PLIF kafes ile anterior füzyon işlemi yapıldı. Hastanın postop spinopelvik ölçümleri; lomber lordoz L1-L5 vertebraları arasında 11.27 derece, L2-L4 arasında 5.39 derece, SVA: 5.05 cm, sakral eğim 22.32 derecedi (B). Cerrahi sırasında ve postoperatif dönemde herhangi bir komplikasyon gelişmedi, Postoperatif hastanın şikayetleri geriledi.

hem anterior hem posterior kolonun aynı anda kontrollü manipülasyonunu sağlar. Hamzaoglu ve ark. bu yöntemle koronal planda %62, sagittal planda %72 korreksiyon elde ettiklerini raporlamışlardır (12). Öte yandan korreksiyon sonrası oluşabilecek spinal kolon subluksasyonu, dural katlanma ve rezidüel kemik veya yumuşak dokuların spinal korda bası oluşturması kaynaklı nörolojik komplikasyon gelişme riski fazladır.

6) Çoklu seviye vertebra ve disk rezeksiyonu

Bu osteotomi tipinde birden fazla komşu vertebra, bir vertebra korpusunun komplet rezeksiyonu ve ikinci vertebra korpusunun parsiyel veya komplet rezeksiyonu şeklinde uygulanır. Genellikle 3 boyutlu düzeltme gerektiren deformiteler ve travmatik vertebral kompresyon fraktürlerinde endikasyon mevcuttur (7,8).

Anterior Füzyon

Anterior yaklaşımla kifoz korreksiyonu, geleneksel anterior girişimler veya minimal invazif lateral yaklaşımlarla yapılabilir. Bu cerrahiler anterior kolonda uzamayı sağlar. Anterior longitudinal ligamanın tamamen serbestleştirilmesiyle maksimum lordoz korreksiyonu elde edilir. Öte yandan son yıllarda popüler olan hiperlordotik kafeslerle de korreksiyon miktarı artmıştır. McAfee ve ark., anterior lomber interbody füzyonun bir varyasyonu olan ekstrem lateral interbody füzyon (XLIF) işleminin, disk yüksekliği restorasyonu ve sagittal ve koronal deformite korreksiyonunda kullanılabileceğini savunmuştur (18). Daha sonra bu yöntem Ozgur ve ark. tarafından modifiye edilmiştir ve son yıllarda sagittal korreksiyon ve dejeneratif skolyoz cerrahisinde sıklıkla kullanılmaktadır (20). Bu minimal

invazif yöntemlerle komplikasyon oranları, geleneksel açık cerrahi yaklaşımlara oranla daha düşüktür. Ayrıca bu cerrahi teknikle hastaların VAS ve ODI skorlarında gerileme olduğu, koronal Cobb açılarının azaldığı, segmental lordoz ve disk yüksekliğinin sağlandığı gösterilmiştir. Ancak bölgesel lomber lordoz ve sagittal denge sağlamada sonuçlar yüz güldürücü değildir (19).

KAYNAKLAR

1. Barrey C, Jund J, Noseda O, Roussouly P: Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J* 16:1459-1467, 2007
2. Bayerl SH, Pöhlmann F, Finger T, Onken J, Franke J, Czabanka M, Woitzik J, Vajkoczy P: The sagittal balance does not influence the 1 year clinical outcome of patients with lumbar spinal stenosis without obvious instability after microsurgical decompression. *Spine (Phila Pa 1976)* 40(13):1014-1021, 2015
3. Bridwell KH: Decision making regarding Smith-Petersen vs pedicle subtraction osteotomy vs vertebral column resection for spinal deformity. *Spine* 31(19 suppl):S171-S178, 2006
4. Briggs H, Keats S, Schlesinger PT: Wedge osteotomy of the spine with bilateral intervertebral foraminotomy; correction of flexion deformity in five cases of ankylosing arthritis of the spine. *J Bone Joint Surg* 29(4):1075-1082, 1947
5. Camargo FP, Cordeiro EN, Napoli MM: Corrective osteotomy of the spine in ankylosing spondylitis. Experience with 66 cases. *Clin Orthop* 208:157-167, 1986
6. Celestre PC, Dimar JR, Glassman SD: Spinopelvic parameters: Lumbar lordosis, pelvic incidence, pelvic tilt, and sacral slope. *Neurosurgery Clinics of North America* 29(3):323-329, 2018
7. Dubousset J, Cotrel Y: Application technique of Cotrel-Dubousset instrumentation for scoliosis deformities. *Clin Orthop Relat Res* 264:103-110, 1991
8. Dvorak MF, Kwon BK, Fisher CG, Eiserloh HL 3rd, Boyd M, Wing PC: Effectiveness of titanium mesh cylindrical cages in anterior column reconstruction after thoracic and lumbar vertebral body resection. *Spine (Phila Pa 1976)* 28(9):902-908, 2003
9. Enercan M, Ozturk C, Kahraman S, Sarier M, Hamzaoglu A, Alanay A: Osteotomies/spinal column resections in adult deformity. *Eur Spine J* 22 Suppl 2(Suppl 2):S254-264, 2013
10. Farcy JP, Schwab F: Posterior osteotomies with pedicle subtraction for flat back and associated syndromes. Technique and results of a prospective study. *Bull Hosp Jt Dis* 59(1):11-16, 2000
11. Geck MJ, Macagno A, Ponte A, Shufflebarger HL: The Ponte procedure: Posterior only treatment of Scheuermann's kyphosis using segmental posterior shortening and pedicle screw instrumentation. *J Spinal Disord Tech* 20(8):586-593, 2007
12. Hamzaoglu A, Alanay A, Ozturk C, Sarier M, Karadereler S, Ganiyusufoglu K: Posterior vertebral column resection in severe spinal deformities. *Spine* 36(5):340-344, 2011
13. Im SK, Lee KY, Lim HS, Suh DU, Lee JH: Optimized surgical strategy for adult spinal deformity: Quantitative lordosis correction versus lordosis morphology. *J Clin Med* 10(9):1867, 2021
14. Jang JS, Lee SH, Min JH, Han KM: Lumbar degenerative kyphosis. *Spine* 32(24):2694-2699, 2007
15. Lee CH, Chung CK, Jang JS, Kim SM, Chin DK, Lee JK: 'Lumbar degenerative kyphosis' is not byword for degenerative sagittal imbalance: Time to replace a misconception. *J Korean Neurosurg Soc* 60(2):125-129, 2017
16. Lee SH, Kim KT, Suk KS, Lee JH, Seo EM, Huh DS: Sagittal decompensation after corrective osteotomy for lumbar degenerative kyphosis: Classification and risk factors. *Spine (Phila Pa 1976)* 36:E538-E544, 2011
17. Makhni MC, Shillingford JN, Laratta JL, Hyun SJ, Kim YJ: Restoration of sagittal balance in spinal deformity surgery. *J Korean Neurosurg Soc* 61(2):167-179, 2018
18. McAfee PC, Regan JJ, Geis WP, Fedder IL: Minimally invasive anterior retroperitoneal approach to the lumbar spine. Emphasis on the lateral BAK. *Spine (Phila Pa 1976)* 23(13):1476-1484, 1998
19. Ozgur BM, Aryan HE, Pimenta L, Taylor WR: Extreme Lateral Interbody Fusion (XLIF): A novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion. *Spine J* 6(4):435-443, 2006
20. Phan K, Rao PJ, Scherman DB, Dandie G, Mobbs RJ: Lateral lumbar interbody fusion for sagittal balance correction and spinal deformity. *J Clin Neuroscience* 22(11):1714-1721, 2015
21. Roussouly P, Nnadi C: Sagittal plane deformity: An overview of interpretation and management. *Eur Spine J* 19(11):1824-1836, 2010
22. Roussouly P, Pinheiro-Franco JL: Sagittal parameters of the spine: Biomechanical approach. *Eur Spine J* 20 Suppl 5(Suppl 5):578-585, 2011

23. Sansur CA, Fu KM, Oskouian RJ Jr, Jagannathan J, Kuntz C 4th, Shaffrey CI: Surgical management of global sagittal deformity in ankylosing spondylitis. *Neurosurg Focus* 24(1):E8, 2008
24. Schwab F, Blondel B, Chay E, Demakakos J, Lenke L, Tropiano P, Ames C, Smith JS, Shaffrey CI, Glassman S, Farcy JP, Lafage V: The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification. *Neurosurgery* 76 Suppl 1:S33-41; discussion S41, 2015
25. Schwab F, Patel A, Ungar B, Farcy JP, Lafage V: Adult spinal deformity postoperative standing imbalance: How much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 35(25):2224-2231, 2010
26. Schwab F, Ungar B, Blondel B, Buchowski J, Coe J, Devinlein D, DeWald C, Mehdian H, Shaffrey C, Tribus C, Lafage V: Scoliosis Research Society-Schwab adult spinal deformity classification: A validation study. *Spine (Phila Pa 1976)* 37(12):1077-1082, 2012
27. Scudese VA, Calabro JJ: Vertebral wedge osteotomy. Correction of rheumatoid (Ankylosing) spondylitis. *JAMA* 186:627-631, 1963
28. Shimode M, Kojima T, Sowa K: Spinal wedge osteotomy by a single posterior approach for correction of severe and rigid kyphosis or kyphoscoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 27(20):2260-227, 2002
29. Suk SI, Chung ER, Kim JH, Kim SS, Lee JS, Choi WK: Posterior vertebral column resection for severe rigid scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 30(14):1682-1687, 2005
30. Takemitsu Y, Harada Y, Iwahara T, Miyamoto M, Miyatake Y: Lumbar degenerative kyphosis. Clinical, radiological and epidemiological studies. *Spine (Phila Pa 1976)* 13:1317-1326, 1988
31. Yilgor C, Sogunmez N, Yavuz Y, Abul K, Boissière L, Haddad S, Obeid I, Kleinstück F, Sánchez Pérez-Gruoso FJ, Acaroglu E, Mannion AF, Pellise F, Alanay A: European Spine Study Group. Relative lumbar lordosis and lordosis distribution index: individualized pelvic incidence-based proportional parameters that quantify lumbar lordosis more precisely than the concept of pelvic incidence minus lumbar lordosis. *Neurosurg Focus* 43(6):E5, 2017