

Derleme / Review

KORONAL DENGE

CORONAL BALANCE

ÖZ

Koronal uyumsuzluk, T1 omurdan pelvise çekilecek dikey çizginin pelvisin orta kısmından 20 mm'den fazla lateral sapması olarak tanımlanır. Koronal uyumsuzluk sıklıkla sagittal düzlem deformiteleri ile beraberdir. Koronal hizalama ile ilgili Obeid ve Bernajo tarafından sınıflamalar tanımlanmıştır. Bu sınıflandırmalarda eğriliğin tipi, segmental patolojiler, diskin dejeneratif durumu ve füzyon seviyeleri hakkında olup koronal dengenin sağlanmasında yardımcı teknikleri sunmaktadır

Anahtar Sözcükler: Koronal denge, Omurga cerrahisi, Erişkin dejeneratif skolyoz

ABSTRACT

Coronal imbalance is defined as lateral deviation of the T1 plumbline with substantial displacement from the midline of the pelvis for more than 20 mm. Coronal imbalance is often associated with sagittal plane deformities. Classifications related to coronal alignment have been defined by Obeid and Bernajo. It is about the type of curvature in classifications, segmental pathologies, degenerative status of the disc and fusion levels, and offers helpful techniques in achieving coronal balance.

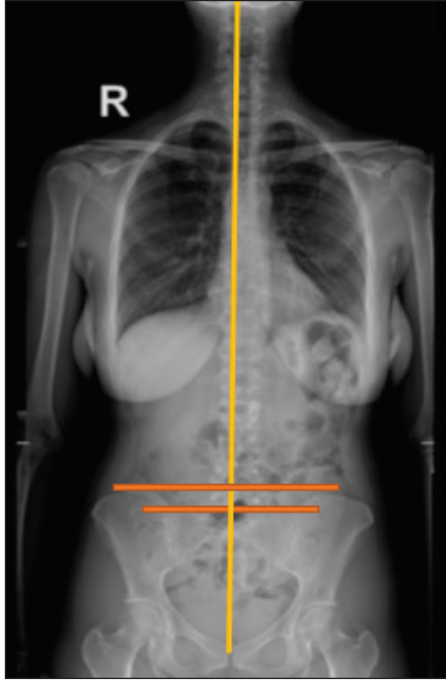
Keywords: Coronal balance, Spine surgery, Adult degenerative scoliosis

Omurga fonksiyonel ve dinamik bir yapıdır. Omurga kendi içinde sagittal ve koronal bir denge içindedir. Temel amaç en az enerji harcanarak en ideal pozisyonda postürü korumaktır. Dengeli bir omurga spinal biyomekanik verimliliğini artırır. Böylece enerji tüketimini azaltır ve bitişik segment dejenerasyonunu yavaşlatır (10). Dengesizlik durumunda ideal pozisyonu koruyabilmek için kaslara olan bağımlılık artmaktadır. Kaslar vücudun daha dik durması ve dengeli bir yürüyüş için fazla miktarda çalışmak zorunda kalmaktadır. Bu durum artan enerji harcanmasına neden olur. Artan iş yükü, özellikle sırt, kalça ve uylukta erken yorgunluğa ve ağrıya sebep olmaktadır. Deformitelerden dolayı oluşan dengesizliklerde doğal kompensasyon mekanizmaları devreye girerek pelvik retroversiyon, kalça ekstansiyonu veya kalça ve diz fleksiyonu yoluyla telafi etmeye çalışabilirler. Bu telafi edici mekanizmalar enerji tüketimini daha da artırır. Ayrıca kompensasyona dahil olan bölgelerde ek patolojiler oluşur (1).

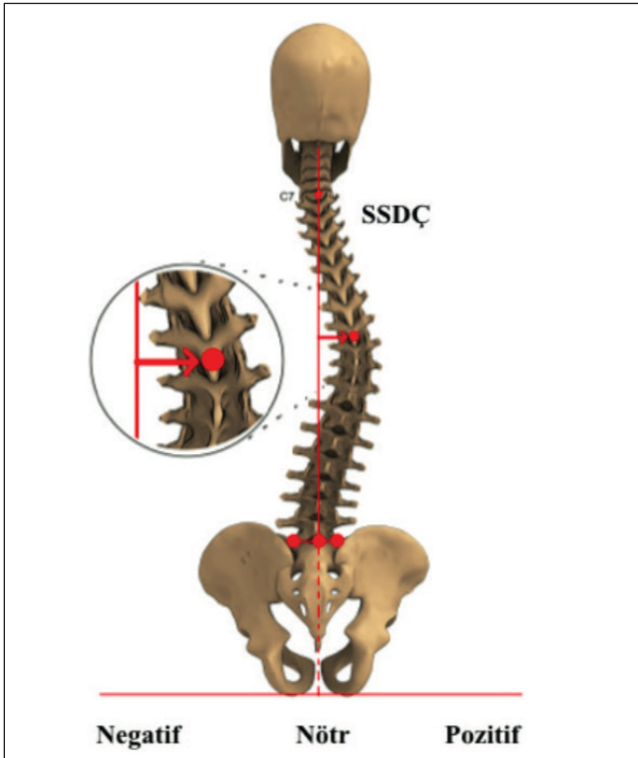
Omurga dengesi sagittal ve koronal düzlem içinde uyumlu bir şekildedir. Sagittal dengenin önemi birçok çalışmada ortaya konulmuştur (4,5,12). Ancak koronal denge aynı ilgiyi görmemiştir. Deformite cerrahilerde sagittal dengeyi düzeltilmesine rağmen hastalarda devam eden klinik bozulma ve memnuniyetsizlik koronal dengeye olan ilginin artmasına sebep olmuştur (9).

Omurga frontal düzlemde duruşu normalde diktir. Ayakta çekilen ön arka skolyoz grafisinde sakrumun santralinden çizilen dik çizgi (SSDÇ)-central sacral vertical line (CSVL) ile ölçülür (Şekil 1). Herhangi bir eğriliği olmayan omurgada SSDÇ omurgayı ikiye böler (11). Koronal dengesizlikte ise, T1 omurdan pelvise çekilecek dikey çizginin (T1 plumbline) pelvisin orta kısmından 20 mm'den fazla lateral sapması olarak tanımlanır (13) (Şekil 2).

Omurga deformitelerinin değerlendirilmesinde iki temel durum vardır. İdeal bir skolyoz grafisi ile doğru değerlendirme



Şekil 1: Ayakta çekilen ön-arka radiogramda sakrum orta kısmından çizilen dik çizgiye santral sakral vertikal hat adı verilir.



Şekil 2: Ayakta çekilen ön-arka radiogramda T1 omurdan pelvise dikey çizilen çizginin pelvisin ortasından 2 cm fazla laterale sapması koronal dengesizlik olarak adlandırılır.

yapılır. Skolyoz grafisinde 90x35 cm büyüklüğündeki film kasetleri kullanılır. İki metre mesafeden ayakta, ön-arka ve yan radyografiler çekilir. Ön-arka grafide eğrilik tipi, omurga ve gövdenin dengesi araştırılır. Yan grafilerde ise servikal, torakal ve lomber omurgadaki sagittal plan deformitelerinden olup olmadığı değerlendirilir. Radyografi çekilirken hasta olabildiğince dik durmalı ayakları birbirine yapışık olmalıdır. Alt ekstremitelerde uzunluk farkı varsa, kısa bacak altına destek uygulanmalıdır. Yan grafi çekilirken kolların omurga ile örtüşmesini önlemek için hastanın omuzları 90 derece fleksiyonda eller omuzda ve dirsekler maksimum fleksiyonda olmalıdır. Çekilen skolyoz filminin değerlendirilmesi için belli başlı bazı kavramlar bilinmelidir.

Skolyoz grafisinde bilinmesi gerekli olan bazı kavramlar:

1. SSDÇ: Sakrum santral dikey çizgi.
2. Apikal vertebra: Vertikal aksın en uzak ve rotasyonu en fazla olan vertebradır.
3. Apikal disk: Hastanın vertikal aksına en uzak olan disk seviyesidir.
4. Nötral vertebra: Eğriliğin alt ve üstünde, rotasyonu olmayan ilk vertebradır.
5. Stabil vertebra: Midsakral çizgi tarafından ortalanmış vertebradır.
6. End vertebralar: Eğriliğin konkasitesine en fazla eğimi olan, en proksimalde (üst end vertebra) ve en distalde (alt end vertebra) bulunan vertebralardır.
7. Yapısal (strüktürel) eğrilik: Omurgada sabit yan eğriliği tanımlar. Yana eğilme ve traksiyon grafilerinde tam düzelme gözlenmez.
8. Yapısal olmayan (non-strüktürel) eğrilik: Traksiyon veya yan eğilme grafilerde tama yakın düzelme gösteren eğriliklerdir.
9. Birincil eğrilik: İlk ortaya çıkan yapısal eğriliktir.
10. Kompensatuvar (sekonder) eğrilik: Yapısal birincil eğriliğin üst veya altında yer alan ikincil eğriliktir. Erken dönemde yapısal değil iken zamanla yapısal hale gelebilir.
11. Majör eğrilik: Büyük ve yapısal olan eğriliktir.
12. Minör eğrilik: Küçük olan eğriliktir. Yapısal veya yapısal olmayan tip olabilir.
13. Çift majör eğrilik: Birbirine yakın derecelerde iki yapısal eğriliğin birlikte bulunduğu skolyozdur (8) (Şekil 3, Şekil 4).

Cobb açısının ölçümü:

Eğriliğin derecesi Cobb metodu ile ölçür. Ölçüm yapabilmek için ilk önce end (uç) vertebra ların tespit edilmesi gerekir. Eğrilikte en fazla eğime sahip olan yer sefalik end vertebra nın üst, kaudal end vertebra nın alt yüzeyleridir. Eğriliğin konkav kısmında intervertebral aralık, sefalik end vertebra nın üstünde geniş, altında ise dardır. Kaudal end vertebra da ise bunun tersi geçerlidir. End vertebra lar tespit edildikten sonra, üst end vertebra nın üst end plağına ve alt end vertebra nın alt end plağına dik hatlar çizilir. Bu çizgilerin arasında oluşan açı Cobb açısıdır (3) (Şekil 5).

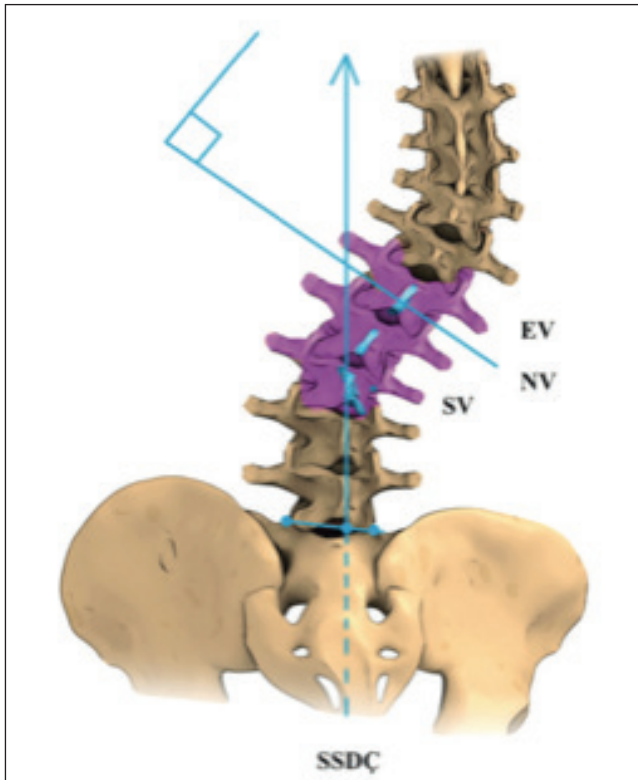
Koronal dengesizlik çoğunlukla sagittal dengesizlikle beraber bulunur. Sagittal dengesizlikte birçok kompensasyon mekanizması mevcut iken koronal dengesizlikte kompensasyon mekanizması karşı taraf diz ve kalça fleksiyonu şeklinde olup bu durum hastayı oldukça rahatsız edici bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır (6). Bundan dolayı cerrahi planlamada her iki eksenli planlama yapmak gerekir. Sagittal dengesizlikle ilgili sınıflama, cerrahi yaklaşım üst ve alt durulacak vertebra seçimleri ile ilgili tedavi protokolleri literatürde bulunmaktadır. Ancak aynı tedavi algoritması koronal dengesizlik için yeterli değildir. Koronal dengesizlikle ilgili ve

tedavi yaklaşımı içeren iki önemli sınıflama bulunmaktadır. Berjano tarafından yapılan sınıflamada deformitenin ilerlemesine neden olan hareketli segmentin füzyon düzeylerinin ve tekniklerinin seçimi ile ilgiliydi (2). İkinci bir sınıflama ise koronal spinopelvik dizilim bozukluğunun kapsamlı bir şekilde değerlendirilip tedavi algoritması öneren Obeid tarafından yapıldı. Bu sınıflamada eğriliğin tipi, sertliği ve lumbosakral bileşkenin dejeneratif durumuna bakılarak cerrahi planlamayı esas alınarak yapıldı (7).

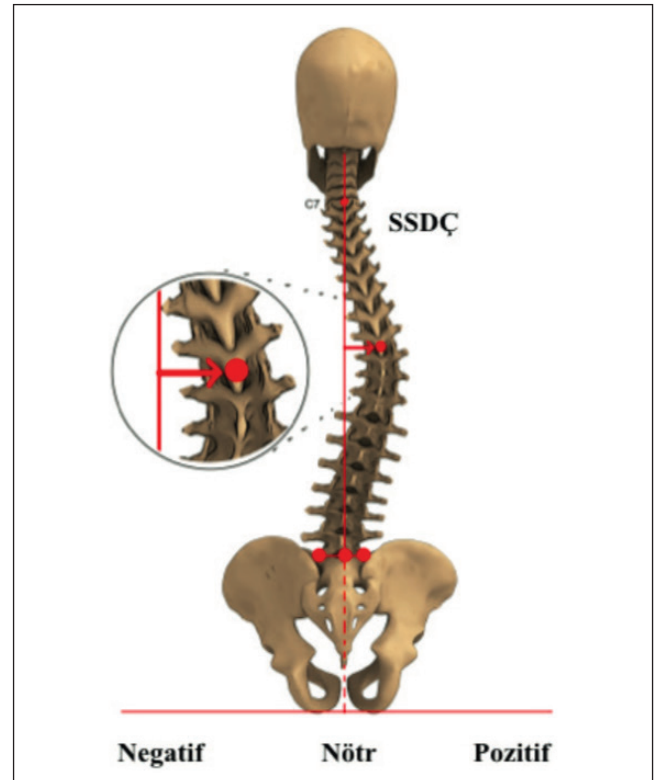
Obeid tarafından yapılan sınıflamada koronal uyumsuzluk temelde konkav tip koronal uyumsuzluk (Tip 1), konveks tip koronal uyumsuzluk (Tip 2) ve koronal olarak hizalanmış omurga (tip 0) olarak üç gruba ayrılır.

Konkav tip koronal uyumsuzluk (Tip 1): Ana koronal eğrinin iç bükeyliğinin yan tarafına T1 plumbline düşmesi ile tanımlanan koronal uyumsuzluktur (Şekil 6). Kendi içinde Tip 1 A ve Tip 1 B olmak üzere iki alt grubu vardır.

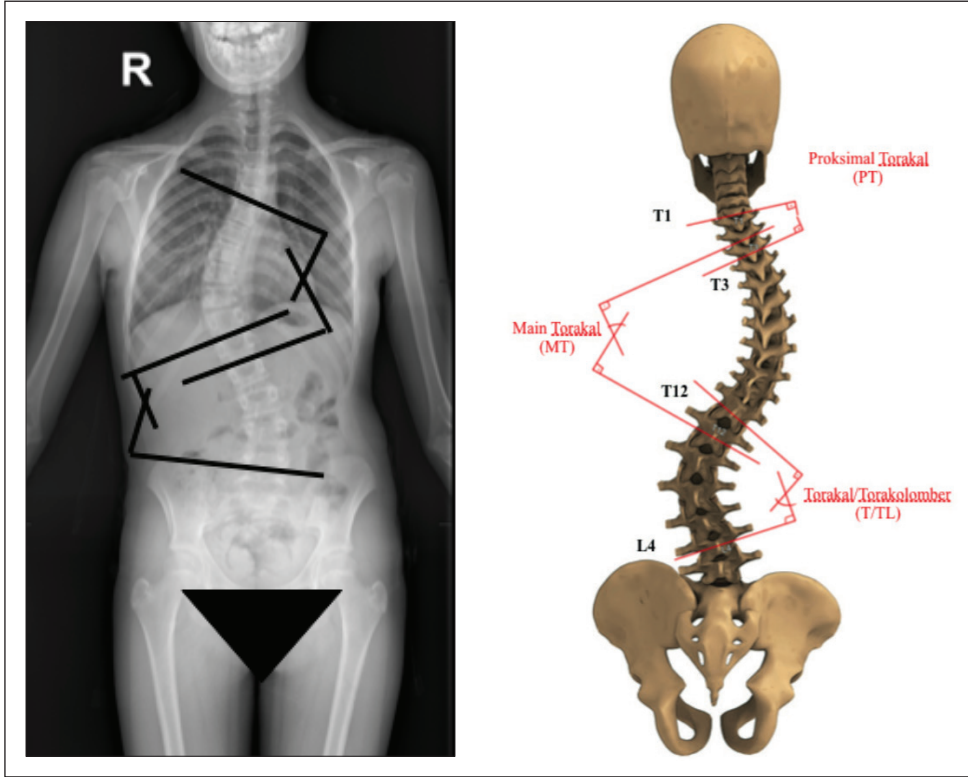
Tip 1 A: Ana Lomber / Torakolomber eğrisi: T12 ve L4 arasında tepe noktası olan ana eğrili olan koronal uyumsuzluk bulur. Düzeltme stratejisi ana eğrinin esnekliğine bağlı olacak şekilde değişir. İkiye ayrılır.



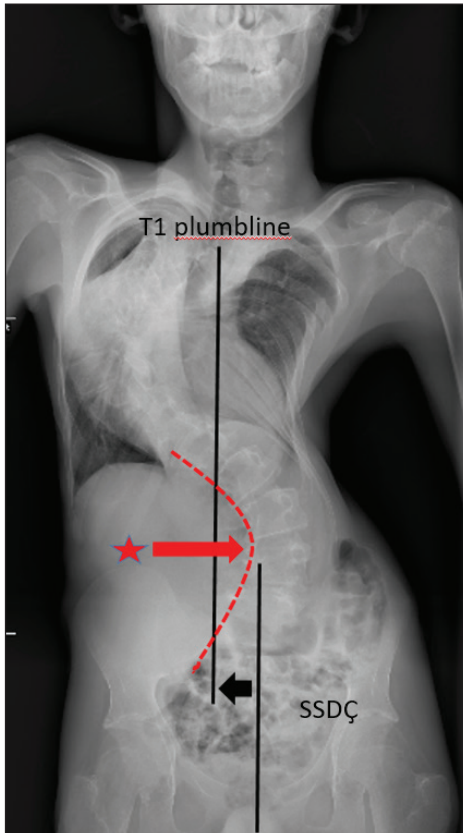
Şekil 3: EV: End vertebra, NV: Nötral vertebra, SV: Stabil vertebra, SSDÇ: Sakrum santral dikey çizgi.



Şekil 4: Sakrum santral dikey çizğine (SSDÇ) en uzak olan diske apikal disk, vertebra ya apikal vertebra denir.



Şekil 5: Üst ve alt end plaklarda çizilen dik hatların oluşturduğu açı Cobb açısıdır.



Şekil 6: Konkav tip koronal uyumsuzluk. ★ İç bükey kısmı olup T1 plumblıne aynı taraftan geçer.

Tip 1A1: Esnek Lomber / Torakolomber ana eğrisi: Ana eğri bükülme sırasında veya potansiyel olarak posterior kısmın serbest bırakıldıktan sonra esnektir. Ana eğriliğin arka kısmını serbest bırakılması ve enstrümantasyon kullanarak düzeltilme genellikle hem ana eğriyi hem de koronal uyumsuzluğu düzeltmek için yeterlidir.

Tip 1A2: Sert Lomber / Torakolomber ana eğrisi: Ana eğrilik serttir. Bu tip eğriliklerde osteotomilerin yeri koronal düzeltmenin yerine göre belirlenmelidir. Apeksine yakın herhangi bir osteotomi dış bükey taraf yönünde koronal translasyon ile otomatik olarak asimetrik bir düzeltmeye neden olur. Bu konkav koronal uyumsuzluk durumunda yararlıdır, ancak konveks koronal uyumsuzluk durumunda çok zararlı olabilir. Apeksine yakın gerçekleştirilen osteotomiler aynı zamanda sagittal uyumsuzluğun düzeltilmesine izin verir.

Tip 1B: Ana torasik veya servikotorasik eğriye sahip konkav koronal uyumsuzluktur. Majör torasik eğriliğin sertliği ve büyüklüğü nedeniyle genellikle üç sütunlu bir osteotomi gereklidir.

Konveks tip koronal uyumsuzluk (Tip 2): Ana koronal eğrinin dışbükey tarafında olup genellikle bir lomber, torakolomber veya lumbosakral ana eğrilikleri içerir (Şekil 7). Birçok alt grubu vardır. Hepsinde ortak olarak lumbosakral kavşakta eğik bir kalkış bulunur. Bu tip

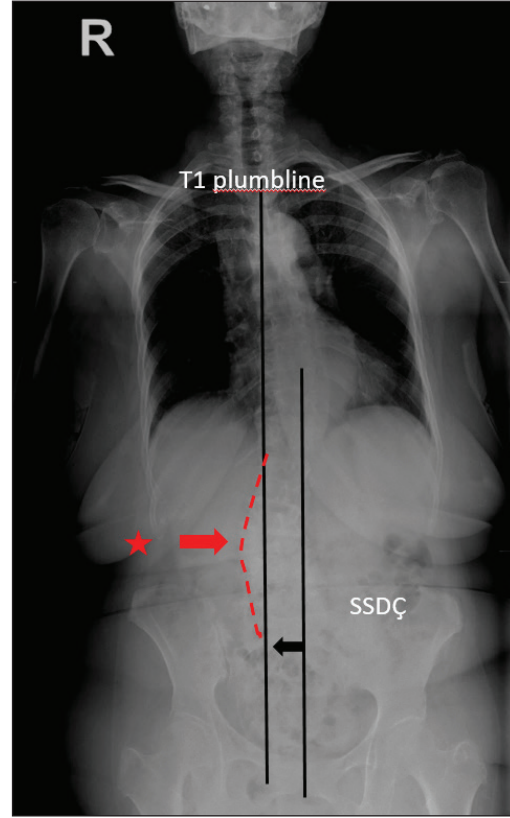
koronal uyumsuzluğun düzeltilmesi lumbosakral eğrinin düzeltilmesine bağlıdır. Tip 2 A ve Tip 2 B olarak ikiye ayrılır.

Tip 2A: Ana lomber veya torakolomber eğrisi: T12 ve L4 arasında tepe noktası olan ana eğriliktir. Ana eğrinin düzeltilmesi koronal uyumsuzluğu artıracaktır. Düzeltme stratejisi lumbosakral segmentin özelliklerine bağlı olacaktır. İkiye ayrılır.

Tip 2A1: Esnek ve dejenere olmayan lumbosakral bağlantı: Lumbosakral bağlantı esnek ve dejenere değilse, ana lomber veya torakolomber eğri düzeltildikten sonra lumbosakral kompanse eğrinin dolaylı olarak düzeltilmesi, hastanın düzeltme sonrası kendi kendini dengelemesi ile elde edilebilir. Bu kendi kendini dengelemeyi sağlamak için füzyonun altında en az iki hareketli segmente sahip olmalı ve distal seviyedeki omuru düzeltmek için ana eğrinin de yeteri kadar düzeltilmesi gerekir.

Tip 2 A2: Dejenere ve sert lumbosakral bağlantı: Lumbosakral bileşke dejenere ise ya da füzyon yapılması gereken bir patoloji varsa tam koronal uyumsuzluk düzeltilmesi yapılmalıdır. L5 veya daha düşük füzyon durumunda ameliyattan sonra kendiliğinden düzeltme olasılığı yoktur. Konveks tip koronal uyumsuzlukta L5 füzyonundan kaçınılmalıdır. Sakropelevik temel üzerinde fiksasyon yapılarak düzeltmek yapılacaksa iliak kanat sakral fiksasyon gereklidir. Lomber eğrinin tepesine yakın herhangi bir osteotomi yapılacaksa gövdeyi dış büyüklüğüne otomatik olarak saptıracak ve konveks tip koronal uyumsuzluğu artıracaktır. Domino konektörleriyle osteotomi kapatılması, asimetrik bir sıkıştırma ve biplanar düzeltmeye izin verir. Konektör koronal uyumsuzluğun ters tarafına yerleştirilmelidir. Düzeltme lomber eğrinin içbükey tarafından yapılmalıdır.

Tip 2B: Ana kısa lumbosakral deformite: Ana eğri lumbosakral olduğundan ve T1 plumbline bu ana eğrinin konkav yanına düştüğünden, teorik olarak konkav bir koronal uyumsuzluktur. Ancak koronal X rayde daha belirgin olan kompanse edici lomber / torakolomber eğri, T1 plumbline konveks yanına düştüğü için konveks koronal uyumsuzluk olduğunu gösterir; bu nedenle, bu patern konveks benzeri koronal uyumsuzluk olarak adlandırılır. Bu durumda, lomber / torakolomber eğri esnek olabilir ve lumbosakral eğrisinin kısa füzyonu yeterli olabilir. Lumbosakral eğri düzeltilmesinden sonra lomber / torakolomber eğrinin kendiliğinden düzelmesi beklenir. Bu deformite paterni L5 düzeyinde genellikle üç sütunlu osteotomiye ihtiyaç duyar. Ana eğri lumbosakraldır ve bu yüzden kesinlikle koronal uyumsuzluğun yönü içbükey olacaktır.



Şekil 7: Konveks tip koronal uyumsuzluk. ★ Dış bükey kısmı olup T1 plumbline aynı taraftan geçer.

Tip 0: Koronal olarak hizalanmış omurga: Şiddetli lomber eğriler sıklıkla sert bir lumbosakral kompanse edici eğri ile ilişkilidir. Ana eğrinin düzeltilmesi genellikle lumbosakral olandan daha kolaydır ve bu, lomber eğride önemli bir düzeltmeye ve LS eğrisinin daha kısmi düzeltilmesine yol açabilir, bu da lomber omurganın eğik kalkmasına, iki arasında bir uyumsuzluğa neden olabilir. eğrileri (L ve LS) ve son olarak koronal uyumsuzluk lomber eğrinin konveksine doğrudur. Bu nedenle tip 0 cerrahi düzeltmeden sonra potansiyel olarak tip 2 olabilir. Ameliyat sonrası koronal uyumsuzluktan kaçınmak için, cerrah her iki eğrinin dengeli bir düzeltilmesini gerçekleştirmelidir. Bu, lomber eğrinin aşırı düzeltilmesini önleyen kontrollü bir düzeltme ve lumbosakral eğrinin agresif, geniş bir şekilde serbest bırakılması ve düzeltilmesiyle elde edilebilir (7).

Korona dengesizlikte diğer önemli olan sınıflandırmayı Berjano tarafından yapılmıştır. Bu sınıflamada torakolomber veya lomber deformiteleri ve omurganın ilgili bölgesinin bir kısmında hareket segmentlerinde dejenerasyon olan yetişkinlerde cerrahi planlama için tasarlanmıştır.

Tip I: Lokalize apikal olmayan dejeneratif segmente hastalık (dengeli): Ana koronal eğrinin apikal olmayan

bölmelerinde semptomatik dejeneratif segmente hastalık mevcuttur. Deformite cerrahi planı etkilemez. Basit dejeneratif hastalıkta yapılacak aynı seviyelerde seçici füzyon yapılabilir.

Tip II: lokalize apikal dejeneratif segmente hastalık (dengeli): Ana koronal eğrinin apikal segmentlerinde semptomatik dejeneratif segmente hastalık mevcuttur. Seçici füzyon mümkündür, ancak eğrinin tepesinin her iki yanında uzanmalıdır. Bir istisna, dejenere diskin koronal eğrinin tepesinde olduğu tek seviyeli dejeneratif segmente hastalıktır. Kısa füzyon ile eğrinin düzeltilmesi, bitişik esnek disklerin hizalamasının eski haline getirilmesine izin verir

Tip III: Geniş (apikal ve apikal olmayan) dejeneratif segmente hastalık (dengeli): Semptomatik dejeneratif segmente hastalık, ana eğrinin tepe noktasında ya da alt-üst kısmında mevcuttur (sıklıkla lumbosakral bileşkede). Füzyon tüm ana eğriyi içermeli ve gerekirse lumbosakral bileşkeye kadar uzanmalıdır.

Tip IV: Dengesiz omurga: Uzatma filmlerinde lordoz kaybı > 25° ve sagittal deformite düzelmiyor. Güçlü düzeltme yöntemleri (üç sütunlu osteotomiler veya agresif salınım) gereklidir.

Tip IVa: Sagit olarak dengesiz. Koronal dengesizlik yok veya çok az olan şiddetli sagittal dengesizlik içerir.

Tip IVb: Koronal ve sagittal olarak dengesiz. Hem koronal hem de sagittal düzlemden şiddetli dengesizlik mevcuttur (2).

KAYNAKLAR

1. Barrey C, Jund J, Nosedo 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. Berjano P, Lamartina C: Classification of degenerative segment disease in adults with deformity of the lumbar or thoracolumbar spine. *Eur Spine J* 23(9):1815-1824, 2014
3. Cobb JR: Instructional course lectures. Ann Arbor MI, Edwards JW (eds), Outline for the Study of Scoliosis, cilt 5, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1948:261-275
4. Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F: The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)* 30(18):2024-2029, 2005
5. Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy JP: Pelvic tilt and truncal inclination: Two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)* 34(17):E599-E606, 2009
6. Lamartina C, Berjano P, Petrucci M, Sinigaglia A, Casero G, Cecchinato R, Damilano M, Bassani R: Criteria to restore the sagittal balance in deformity and degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J* 21 Suppl 1:S27-S31, 2012
7. Obeid I, Berjano P, Lamartina C, Chopin D, Boissière L, Bourghli A: Classification of coronal imbalance in adult scoliosis and spine deformity: A treatment-oriented guideline. *Eur Spine J* 28(1):94-113, 2019
8. O'Brien MF, Kuklo TR, Blanke KM, Lenke LG: Spinal Deformitelerde Radyografik Ölçümler. Yaman O (ed). Ankara: Buluş Tasarım, 2018
9. Ploumis A, Simpson AK, Cha TD, Herzog JP, Wood KB: Coronal spinal balance in adult spine deformity patients with long spinal fusions: A minimum 2-5 year follow-up study. *J Spinal Disord Tech* 28:341-347, 2013
10. Rajnics P, Templier A, Skalli W, Lavaste F, Illés T: The association of sagittal spinal and pelvic parameters in asymptomatic persons and patients with isthmic spondylolisthesis. *J Spinal Disord Tech* 15:24-30, 2002
11. Schwab F, Lafage V, Boyce R, et al: Gravity line analysis in adult volunteers: Age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters, and foot position. *Spine* 31:E959-E967, 2006
12. 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
13. Thambiraj S, Boszczyk BM: Asymmetric osteotomy of the spine for coronal imbalance: A technical report. *Eur Spine J* 21 Suppl 2: S225-S229, 2012