

bölüm 4

Uzm. Dr. Güner MENEKŞE
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

LUMBOSAKRAL BİLEŞKENİN BİYOMEKANİĞİ

GİRİŞ

Lumbosakral bileşke, spinal kolon ile pelvis ve alt ekstremiteler arasındaki geçişin sağlandığı önemli bir kaldıraç noktasıdır. Lomber omurga, sakrum ve ilium kemiklerinin birleşmesiyle oluşan kompleks bir anatomik yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu radyolojik anatominin cerrahi tedavi öncesi gerekli ölçümler yapılarak planlamanın ve cerrahi uygulamaların bu temelde yapılması cerrahi işlemlerin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Omurgada sagittal denge kavramı; servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordozun karşılıklı uyum içinde bulunması durumudur. Omurganın sözü edilen global dengesi spinopelvik parametreler tarafından da etkilenmektedir. Omurga ile pelvis arasındaki ilişki ise spinopelvik denge olarak tanımlanmıştır. Geçmişte spinopelvik dengenin genel sagittal dengeye katkısı çok fazla göz önünde bulundurulmamış olsa da, günümüzde omurga cerrahları tarafından pelvik morfoloji ve pelvisin sagittal dengeye olan etkisini dikkate almakta ve spinopelvik parametreler rutin olarak kullanılmaktadır.

SPİNOPELVİK PARAMETRELER VE DEĞERLENDİRME

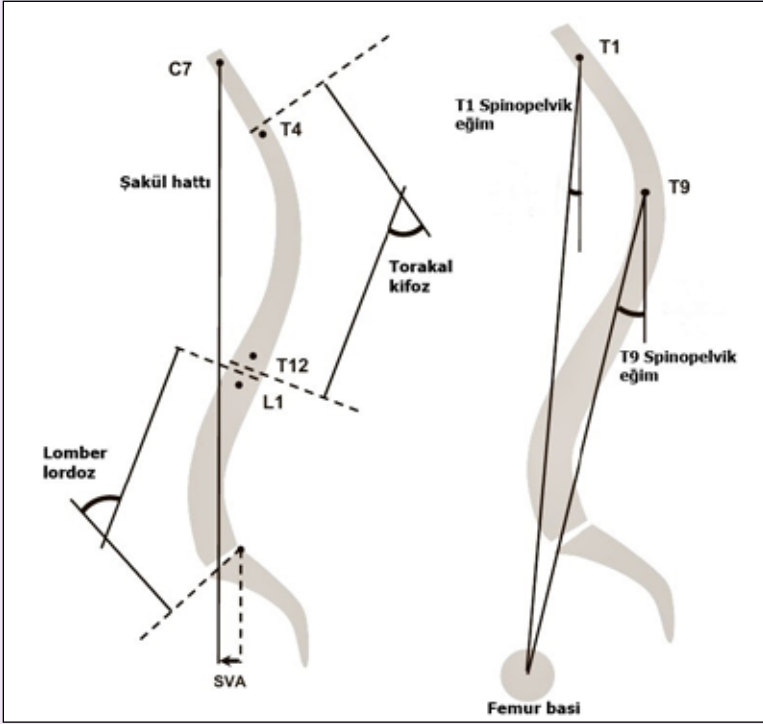
Ayakta duran bir insanda, normal dengeli bir omurga, sagittal radyografilerde C7 vertebra gövdesinden kaudale doğru dik olarak çizilen çizgi (şakül hattı) S1 vertebra gövdesinin arka üst kenarından geçmelidir.

Sagittal Vertikal Aksis (SVA), sagittal düzlemde C7 şakül hattı ile S1 üst-arka köşesi arasındaki mesafedir (6). Bu mesafenin asemptomatik erişkinlerde ortalama 0,5 cm ($\pm 2,5$ cm) olduğu bildirilmiştir. Ek olarak, ilerleyen yaş ve anterior imbalans durumunda SVA değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 1) (4).

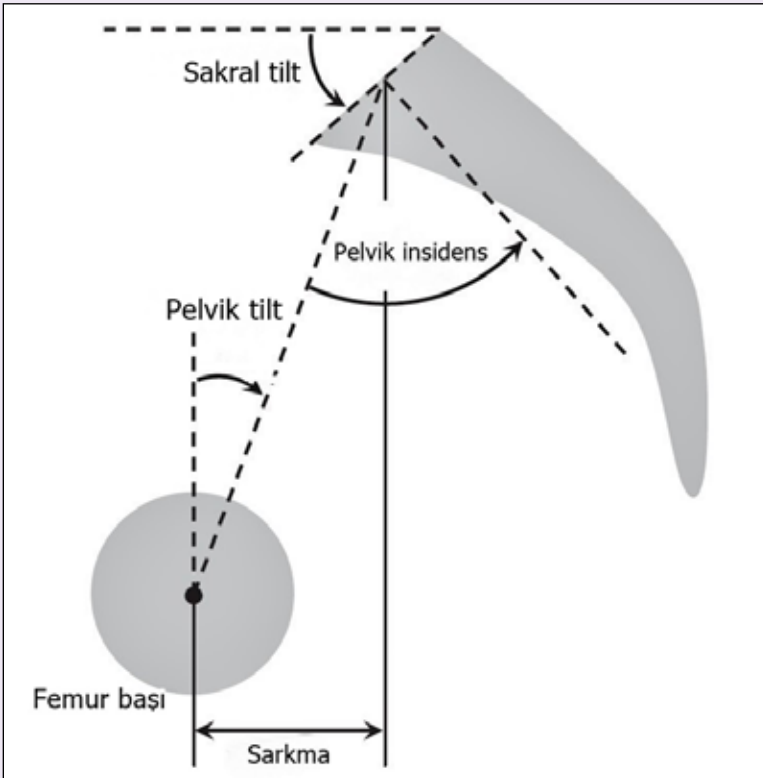
Son zamanlarda geliştirilmiş global sagittal denge değerlendirilme yöntemlerinden birisi de T1-T9 spinopelvik eğim açıdır. Bu açı vertikal şakül hattı ile T1 ve T9 omur gövde merkezlerinden bikoksofemoral eksenin merkezine çizilen bir hat arasında kalan açı olarak tanımlanmıştır (Şekil 1). Spinal deformitesi olan yetişkin hastalarda hem SVA hem de T1 spinopelvik eğim açısı ile sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi ölçümleri arasında anlamlı bir korelasyon saptanmıştır. Ayrıca T1- spinopelvik eğim açısının, SVA ile karşılaştırıldığında bu korelasyonun daha büyük olduğu bildirilmiştir (10).

Sagittal düzlemde pelvis analizi için genellikle üç açısız ölçüm kullanılmaktadır. Bunlar pelvik eğim (pelvik tilt = PT), sakral eğim (sakral slop = SS) ve pelvik insidens (PI) olup aralarında matematiksel bir ilişki de vardır (Şekil 2). Pelvik insidens; pelvik tilt ve sakral slop açılarının toplam değerine eşittir (11).

PT; femur başı ekseninden geçen vertikal çizgi ile femur başı ekseninden sakral plato orta noktasına uzanan hattın oluşturduğu açıdır. PT, spinopelvik uyumu dengeleme mekanizmalarında önemli rol oynayan pozisyonel parametrelerden biridir. Yaşa bağlı olarak meydana gelen değişiklikler (sagittal dengesizlik, lordoz kaybı, artmış kifoz vb); omurganın öne doğru eğilmesine yol açar. Bu durumda vücut gelişen pozisyona en uygun duruşu sağlayabilmek için, omurgayı



Şekil 1: Sagittal spinal radyolojik parametreler.



Şekil 2: Sagittal spinopelvik parametreler.

tekrar pelvis üzerinde dengeye getirmek üzere kompensasyon mekanizmalarını devreye sokar. Pelvis, omurgayı kendi üzerinde tutabilmek ve dengesini ayarlayabilmek için öne veya arkaya eğilme/dönme hareketlerini yapabilir. Bu mekanizmalardan pelvik retroversiyon, kalça çevresinde pelvisin arkaya doğru rotasyonudur. Pelvik retroversiyon pelvik tiltte artışa neden olur. PT aynı zamanda yaşam kalite endeksleri ile önemli derecede korelasyon gösteren tek pelvik parametredir. Bu da omurga deformitelerinin klinik değerlendirilmesinde pelvik parametrelerin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır.

SS; sakral platodan teğet geçen hat ile sakral platonun tam ortasından geçen horizontal hattın arasındaki açıdır. PI' den farklı olarak pozisyonel bir parametredir, hastaya ve pelvisin pozisyonuna göre değişkenlik gösteren değerleri vardır. Pelvisin uzaydaki oryantasyonunun bir temsilcisidir. Lomber lordoz ile pelvisin yerleşimi arasında yakından bir ilişki vardır ve bu da SS ve dolayısıyla PI tarafından etkilenmektedir.

PI: sakral platonun tam ortasından geçen dik bir çizgi ile femur başı eksenini bu orta noktaya birleştiren çizgi arasında kalan açıdır. Bu açı bize pelvisin uzaydaki durumu hakkında bilgi veren önemli parametrelerden biridir.

PT ve SS açılarının toplam değerine eşit olan PI adölesan döneminden sonra değişiklik göstermeyen, pelvik parametreler içinde en özgün kalıcı morfolojik bir parametredir. PI'nin sabit kalması PT ve SS'un pelvisin pozisyonuna göre kompenzuar olarak değişiklik göstermesi ile mümkün olmaktadır (8).

Mehta ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, omurga hastalığı öyküsü olmayan, yaş aralığı 20 ile 85 arasında olan asemptomatik erişkinlerde spinopelvik parametreler ölçülmüştür (8) (Tablo 1).

Parametre	Değer (Derece)
Pelvik insidens (PI)	48-55°
Sakral slop (SS)	36-42°
Pelvik tilt (PT)	12-18°

PI, sagittal dengelyi oluşturan birçok pozisyonel parametreyi önemli derecede etkiler. En önemlisi, PI ile lomber lordoz yakın ilişkilidir. Örneğin düşük PI değerleri düzleşmiş lomber lordozu işaret ederken, yüksek PI değerleri büyük sagittal eğriliği belirgin lomber lordozu işaret etmektedir. Literatürde diğer pelvik parametrelerle birlikte PI'yi kullanarak lomber lordozun tahmin edilebilmesi için çeşitli formüller öneren çalışmalar bildirilmiştir (2,7,10,11).

SPİNOPELVİK PARAMETRELERİN KLİNİK ÖNEMİ

Omurga deformiteleri, bel ağrısı, disk herniasyonu, dejeneratif disk hastalığı, dejeneratif ve istmik spondilolistezis ve kalça osteoartrozları gibi patolojilerin ortaya çıkmasında ve ilerleyici olmasında bozulmuş spinopelvik parametreler önemli rol oynamaktadır. Başlangıçta, bu hastalıklar sonucu spinopelvik uyumun bozulmuş olabileceği düşünülse de artık spinopelvik dengesi bozuk kimselerde omurga hastalıklarının sık görüldüğü kabul edilmektedir.

Labelle ve arkadaşlarının yaptığı 214 spondilolistezis olgusunu içeren bir çalışmada; spondilolistezisli hastalarda kontrol grubu olan normal popülasyon ile karşılaştırıldığında PI, SS, PT ve lomber lordoz açılarının anlamlı derecede büyük olduğu ve bunun spondilolistezisin şiddetindeki artış ile paralellik gösterdiği saptanmıştır. Yine bu hastalarda torakal kifozda da azalma olduğu bildirilmiştir (5).

Roussouly ve arkadaşları, düşük dereceli spondilolistezis olan (L5'in S1 üzerinde kaymasının %50 den az olduğu) 82 olguyu gözden geçirmişlerdir ve patogeneizde farklı mekanizmaların rol oynayabileceği öne sürmüşlerdir. Yüksek PI ve SS olan hastalarda lumbosakral bileşkede, makaslama kuvvetlerinin arttığını ve bunun da L5 düzeyinde faset eklemleri etkileyerek faset artrozuna neden olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık, düşük PI ve SS olan hastalarda; ekstensiyon sırasında L5 posterior elemanları L4 ve S1 arasında sıkıştığı belirtilmiş ve L5 faset eklemi üzerinde olan bu sıkışma "fındıkkıran etkisi" olarak adlandırılmıştır (9).

Hresko ve arkadaşları ise yaptıkları bir çalışmada, yüksek dereceli spondilolistezisi olan 133 hastayı, sagittal spinopelvik dizilimine göre dengeli ve dengesiz olarak 2 gruba ayırmıştır. Dengeli gruptaki hastalar, yüksek SS ve düşük PT'ye sahip olan ve postürleri PI'si yüksek olan ancak spondilolistezisi olmayan kontrol grubuna benzerlik gösteren hastalardan oluşmuştur. Dengesiz grup ise pelvik retroversiyonlu ve vertikal sakrumu olan ve düşük SS ve yüksek PT'si olan hastalardan oluşmuştur. Bu hastalarla asemptomatik kontrol grubu arasında sagittal spinal denge açısından belirgin farklılık saptanmıştır. Yazarlar bu gruplama ile yüksek dereceli spondilolisteziste tedavi stratejilerinin belirlenmesini amaçlamış ve dengesiz grupta olan hastalar için redüksiyon tekniklerinin kullanılmasını önermişlerdir (3).

Lomber dejeneratif hastalıkların spinopelvik dizilimle ilişkisini inceleyen Barrey ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 85 olgu gözden geçirilmiştir. Çalışmada 25 disk

herniasyonu (DH), 32 dejeneratif disk hastalığı (DDD) ve 32 dejeneratif spondilolistezis (DSPL) olgusuna ait bulgular 154 asemptomatik erişkin hasta ile karşılaştırılmıştır. Pelvis şekli incelendiğinde PI' nin, DH ve DDH olan hastalarla kontrol grubu arasında anlamlı farklılık göstermediği ancak 45 yaşın altındaki hastalarda kontrol grubuna göre PI'nin anlamlı derecede düşük olduğu gösterilmiştir. Aksine DSPL grubunda PI değerlerinin kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha büyük olduğu görülmüştür. Ayrıca her 3 grupta da hastaların spinopelvik diziliminde önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. DH ve DDH gruplarında SS'un önemli ölçüde azaldığı, PT'nin ise arttığı gösterilmiştir. DSPL grubunda ise SS'un azaldığı, PT'nin artmış olduğu gösterilmiştir (1).

Lomber faset eklem oryantasyonu da, spondilolistezis, adult spinal deformiteleri gibi çeşitli spinal patolojilerin gelişiminde önemli etkisi olan parametrelerden biri olmuştur. Birçok öncül çalışmada sagittal denge ile faset eklem oryantasyonunun ilişkili olduğu öne sürülmüştür. Weinberg ve arkadaşları faset eklem oryantasyonu ve pelvik insidens ilişkisini incelemek için yaptıkları bir anatomik çalışmada 599 kadavranın faset eklem açılarını gözden geçirmişler ve ortalama pelvik insidensi 48 ± 11 derece olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada artmış pelvik insidansın T12-L1, L1-L2, L2-L3, L3-L4 faset eklem açısı üzerinde hiç bir etkisinin olmadığı ortaya konulmuş, buna karşılık L4-L5 ve L5-S1 düzeyindeki daha koronal yerleşimli faset eklemler için ise önemli bir belirleyici olduğu bildirilmiştir (12).

SONUÇ

Lumbosakral bölgeyi etkileyen patolojilerin tedavisinde, lomber omurga ve pelvisin şekil ve pozisyonunun bilinmesi önemlidir. Lumbosakral bölgede görülen disk herniasyonu, dejeneratif disk hastalığı, istmik ve dejeneratif spondilolistezis gibi patolojilerin tamamında, kompensasyon mekanizması olarak gelişen omurga ve pelvisteki morfolojik değişiklikler hastalarda başta ağrı olmak üzere bazı semptomlara neden olmakta ve yaşam kalitesinde bozulmaya yol açabilmektedir.

Lumbosakral bölge patolojilerinde uygulanacak cerrahi müdahale öncesinde, yapılacak görüntüleme tetkikleri ile mevcut radyolojik anatominin ortaya çıkarılması, sagittal denge ile spinopelvik parametrelerin titizlikle değerlendirilmesi ve postoperatif optimal sagittal dengeyi sağlamak için önemlidir. Global omurga dengesi ve bununla uyumlu olacak spinopelvik denge; enstrüman yetmezliği, vida kırılması, psödoartroz gibi istenilmeyen komplikasyonların önüne geçilebilecektir.

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. Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, Benaim C, Mouilleseaux B, Marty C, Prat-Pradal D, Legaye J, Duval-Beaupère G, Pélissier J. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. *Eur Spine J* 15: 415-422, 2006
3. Hresko MT, Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E. Classification of high-grade spondylolistheses based on pelvic version and spine balance: possible rationale for reduction. *Spine (Phila Pa 1976)* 32: 2208-2213, 2007
4. Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study. *Spine (Phila Pa 1976)* 19: 1611-1618, 1994
5. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Transfeldt E, O'Brien M, Chopin D, Hresko T, Dimnet. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study. *J. Spine (Phila Pa 1976)* 29: 2049-2054, 2004
6. Lafage V, Schwab F, Skalli W, Hawkinson N, Gagey PM, Ondra S, Farcy JP. Standing balance and sagittal plane spinal deformity: analysis of spinopelvic and gravity line parameters. *Spine (Phila Pa 1976)* 33: 1572-1578, 2008
7. Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J* 7: 99-103, 1998
8. Mehta VA, Amin A, Omeis I, Gokaslan ZL, Gottfried ON. Implications of spinopelvic alignment for the spine surgeon. *Neurosurgery* 70: 707-721, 2012
9. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Labelle H, Weidenbaum M. Sagittal alignment of the spine and pelvis in the presence of L5-s1 isthmic lysis and low-grade spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)* 31: 2484-2490, 2006
10. Schwab F, Lafage V, Patel A, Farcy JP. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine (Phila Pa 1976)* 34: 1828-1833, 2009
11. Sellin JN: Surgical anatomy, approaches, and biomechanics in the lumbosacral pelvic junction. Kim DH (ed), *Surgical Anatomy and Techniques to the Spine*, ikinci baskı, Philadelphia: Elsevier, 2013: 483-496
12. Weinberg DS, Xie KK, Liu RW, Gebhart JJ, Gordon ZL. Increased Pelvic Incidence is Associated With a More Coronal Facet Orientation in the Lower Lumbar Spine: A Cadaveric Study of 599 Lumbar Spines. *Spine (Phila Pa 1976)* 41: 1138-1145, 2016