

Dr. Semih Kıvanç OLGUNER, Dr. Yurdal GEZERCAN  
Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Adana

## Derleme / Review

# SCHEUERMANN KİFOZU

## SCHEUERMANN'S KYPHOSIS

### ÖZ

Kifotik deformiteler, anormal derecede artmış posterior konveks açılanmalar olarak tanımlanır. Skolyotik deformitelerden farklı olarak genellikle tek düzlem deformitesi olarak görülürler. Özellikle torasik bölgede görülen kifozun birçok nedeni olabilir. Postural roundback, postlaminektomi kifozu, postenfeksiyöz kifoz, posttravmatik kifoz, ankilozan spondilit, konjenital nedenler ve Scheuermann kifozu bu nedenler arasında en sık görülenleridir.

Kifoz tedavisinde temel prensip nörolojik fonksiyonu koruyarak sagittal planın restore edilmesidir. Nötral sagittal denge ayakta yan omurga grafisinde değerlendirilir. C7 orta noktasından indirilen şakül hattı sakrumun posterior superior köşesinden geçmelidir. Vertebranın kifotik deformitelerinde nötral sagittal denge bozulmaktadır. Sagittal plan deformitesi sonuç olarak kozmetik kötüleşmeye, ağrıya ve ilerlemiş vakalarda pulmoner fonksiyonlarda bozulmaya neden olabilir. Bu bölümde önemli bir kifotik deformite olan Scheuermann kifozu etiopatogenez, tanı ve tedavi olarak ayrıntılı olarak incelenecektir.

**Anahtar Sözcükler:** Kifoz, Sagittal denge, Scheuermann kifozu

### ABSTRACT

Kyphotic deformities are defined as abnormally increased posterior convex angulations. Unlike scoliotic deformities, they are generally seen as a single plane deformity. Kyphosis, specifically in the thoracic region, can have many causes. Postural roundback, postlaminectomy kyphosis, postinfectious kyphosis, posttraumatic kyphosis, ankylosing spondylitis, congenital causes and Scheuermann's kyphosis are the most common causes.

The basic principle in the treatment of kyphosis is to restore the sagittal plane by preserving neurological function. Neutral sagittal balance is evaluated on standing lateral spine radiography. The plumb line descended from the C7 midpoint should pass through the posterior superior corner of the sacrum. Neutral sagittal balance is impaired in kyphotic deformities of the vertebra. Sagittal plane deformity may eventually cause cosmetic deterioration, pain, and, in advanced cases, pulmonary dysfunction. In this section, Scheuermann's kyphosis, which is an important kyphotic deformity, will be examined in detail in terms of etiopathogenesis, diagnosis and treatment.

**Keywords:** Kyphosis, Sagittal balance, Scheuermann kyphosis

### Anatomi

Omurganın dört temel eğriliği bulunmaktadır. Bunlardan torasik ve sakral bölge kifotik paternde iken lomber ve servikal bölge lordotiktir. Doğum sonrası vertebra; oksiput ile koksiks arası kifotik özellikte iken baş kontrolü gelişmesi takiben servikal bölge lordotik özellik kazanmaya başlar. Yürümeyle birlikte lomber lordoz gelişmeye başlar. Doğum

sonrası gelişen lordotik kompensatuar eğrilikler daha rijid bir bölge olan torasik bölgenin kifozunu kompanse eder ve ayakta sagittal dengeyi sağlamaktadır. Scoliosis Research Society (SRS) torasik kifoz açısını adölesanlarda yaklaşık 20-40° olarak kabul etmektedir ve torakolomber bileşkede veya lomber bölgede kifozu anormal olarak kabul etmiştir (36). Torasik omurgada fleksiyon, ekstansiyon ve lateral

bending hareketleri kostovertebral eklemlerin göğüs kafesi ile olan ilişkisine bağlı olarak limitlidir. Sternum ve kostalar torasik bölgeye ek olarak stabilite sağlamaktadır. Koronal yerleşimli faset eklemler axial rotasyona izin vermektedir. T10-T12 arası yerleşimli faset eklemler daha çok sagittal planda yerleşimli olup lomber bölgeye geçiş özellikleri taşımaktadır.

### Etiyoloji

1921 yılında Scheuermann postural hunchback'ten farklı bir antite olan torakal ve torakolomber yerleşimli rijid kifozu tanımladı (1). Sorensen bu patolojiyi radyolojik olarak en az 3 ardışık vertebrada 5° anterior kamalaşma, sonplak düzensizliği ve Schmorl nodülleri olarak tarif etti (35). Bradford daha sonra farklı bir varyant olan, vertebrada anterior kamalaşma olmadan artmış torakal kifozlu Scheuermann hastalığını tanımladı (4). Toplumda sık görülen bir deformitedir. Kadın- erkek oranı birbirine eşit olup prevalansının 0.4-10% arasında olduğu bildirilmiştir (5,35). Adölesan çağda görülen torakal ve torakolomber kifozun en sık nedenidir (Şekil 1). Genellikle ağrısız seyrederek ve erken tanı alan düşük dereceli vakalar egzersiz ve korse ile tedavi edilebilir (23,28).

Etiyoloji tam olarak bilinmese de bazı teoriler ortaya atılmıştır. Scheuermann; vertebra ring apofizinde meydana gelen osteonekrozun vertebrada longitudinal büyümeyi kısıtladığını öne sürdü ve kamalaşmayı buna bağladı (32). Schmorl, disk içeriğinin sonplak zayıflığına bağlı olarak vertebra içerisine girdiğini ve vertebra yüksekliğini azaltarak kamalaşmaya neden olduğunu belirtti (33). Bazı genetik

faktörler ve büyüme hormonu anomalisi sebep olarak öne sürülse de kesin nedeni hâlen tam olarak bilinmemektedir.

### Sınıflama

Scheuermann kifozu tipik ve atipik olarak ikiye ayrılır. Tipik formda apeks genellikle T7-9 arası yerleşimli iken atipik formunda genellikle torakolomber bileşke yerleşimlidir. Tipik formda Sorensen'in tanımladığı radyolojik değişiklikler izlenir. Atipik formda ise sonplak düzensizlikleri ve disk değişiklikleri izlenirken 3 ardışık vertebrada kamalaşma görülmeyebilir (3).

### Doğal Seyir

Uzun dönem sonuç bildiren çalışmalar incelendiğinde Scheuermann kifozunun selim seyrettiği söylenebilir (24,30). 46 yıllık takip sonuçları bildirilen 19 hastanın değerlendirildiği çalışmada ortalama torasik kifoz açısı 46° (25-78) den 60° (34-82) ye yükseldiği bulunmuştur ve Scheuermann hastalığının uzun süren takip süresi neticesinde hafifçe progrese olduğu bildirilmiştir (30). Bir başka çalışmada 32 yıllık sonuçlar bildirilmiş ve 67 hasta incelemiştir. Bu çalışma neticesinde 85° altında eğriliği olan hastaların sırt ve bel ağrısı yakınmalarının sık olduğu gözlemlenmiş ancak işe gitmeme nedeni olmadığını bildirmiştir (24). 37 yıllık takip sonucu bildiren bir çalışmada da Scheuermann hastalarının günlük yaşam aktiviteleri sırasında sırt ağrısı ve işgöremezlik riski kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmakla birlikte, Scheuermann hastaları arasındaki torasik kifoz derecesi, sırt ağrısı, yaşam kalitesi veya genel sağlık ile ilişkili bulunmamıştır (29).



Şekil 1: 18 yaşında Scheuermann kifoz tanılı erkek hastanın AP, yan ve öne eğilmiş resimleri.

### Konservatif Tedavi

Genel bir yaklaşım olarak 50-80° arasındaki eğrilikler konservatif olarak tedavi edilir (13,27). Korse tedavisinin Scheuermann kifoza tedavisindeki etkinliği ise tartışmalıdır. Düşük dereceli ve fleksible eğriliklerde korse tedavisi önerilirken rijid eğriliklerde ise etkinliği gösterilmemiştir (22,28). Korse tedavisi dışında sırt ekstansörlerini güçlendiren egzersizler konservatif tedavide yardımcı olabilir (2,10).

### Cerrahi Tedavi

Scheuermann kifoza tedavisinde cerrahi endikasyonlar ilerleyici kifoz, şiddetli ağrı ve belirgin deformitedir. 80° üzeri eğrilikler cerrahi olarak tedavi edilir. Polly ve ark.'nın cerrahi endikasyonları inceleyen çalışmasında 150 hasta değerlendirmeye alınmış, cerrahi ve cerrahi olmayan şekilde hastalar iki gruba ayrılmıştır (27). Bu çalışmada cerrahi yapılan hastaların ortalama torakal kifozu 73°, yapılmayanların ise 70° olarak bulunmuştur. Cerrahi yapılan hastalarda ağrı ve düşük hasta memnuniyetinin (dışgörünü) cerrahi tedaviye karar vermede önemli rolü olduğunu belirtmişlerdir.

### Cerrahi Teknik

Günümüze kadar birçok tedavi yöntemi denenmiş ancak pedikül vidalarının ortaya çıkmasıyla eski yöntemler terk edilmiştir. Cerrahi girişim olarak anterior ve posterior girişimler tarif edilmiş ve kombine yaklaşımlarda birçok yazar tarafından savunulmuştur. Koller ve ark.'nın çalışmasında 111 hasta değerlendirilmiş ve hepsine önce anterior gevşetme ve takiben posterior pedikül vidalar kullanılarak enstrümantasyon yapılmıştır (15). Çalışma sonucunda kombine yaklaşımın etkili olduğu belirtilmiştir. Vertebrada iyi bir dizilim sağlamanın komplikasyonları önlemede ve iyi sonuç elde etmede önemli olduğu vurgulanmıştır. Yine Koller ve ark' 166 hasta içeren başka bir çalışmada, kombine

yaklaşım ile yalnızca posterior yaklaşım yapılan hastaları kıyaslamıştır (16). Bu çalışma neticesinde her iki grupta benzer korreksiyon elde edilmiştir. Etemadifar ve ark.'nın çalışmasında 30 hasta değerlendirmeye alınmış kombine (16 hasta) ve yalnızca posterior yaklaşım (14 hasta) olarak iki grupta incelenmiştir (11). Çalışma sonucunda her iki grupta da klinik ve radyolojik sonuçlar benzer olarak bulunmuş ancak kan kaybı miktarı ve komplikasyon yüzdesi kombine yaklaşım yapılan grupta daha yüksek bulunmuştur. 2003'den 2012'ye cerrahi trendleri değerlendiren geniş bir klinik çalışmada, demografik verilerin ve operasyon oranlarının değişmediği ancak kombine yaklaşımlar yerine izole posterior yaklaşımların daha çok tercih edildiği vurgulanmıştır (12). Kombine yaklaşımların komplikasyon oranı yüksek, hastane yatış süresi uzun ve ekonomik maliyetinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu faktörlerin cerrahi yöntemi seçerken etkili olduğu vurgulanmıştır. Lee ve ark.'nın bir çalışmasında, kombine ve izole posterior enstrümantasyon karşılaştırılmış ve izole posterior yaklaşım yapılan grupta daha az ameliyat süresi ve daha az kan kaybı gözönünde bulundurularak düşük komplikasyon oranı ile daha iyi bir korreksiyon elde edildiği belirtilmiştir (17).

Scheuermann kifoza tedavisinde apex hizasında genellikle çoklu ponte osteotomiler veya Schwab tip 2 osteotomiler yapılarak posteriordan serbestleştirme hedeflenir (26,31,34). Bu osteotomiler omurganın fleksibilitesini artırır ve seviye başı 5-10° kazandırarak etkili bir korreksiyon sağlamada büyük önem arzeder (Şekil 2). Nadiren de olsa çok keskin açılı kifozlarda pedikül çıkartma osteotomisi veya Schwab tip 3-4 osteotomiler apeks hizasında kullanılabilir (31,34).

Deformite angular ratio (DAR) kifozun keskinliğini açılacak oranda tanımlayan bir antidedir (18). Maksimum ölçülen kifoz açısı, eğrilik içindeki vertebra sayısına bölünerek hesaplanır. Yüksek DAR açısı olan bir eğrilik keskin niteliklere sahiptir ve 3 kolonu içeren bir osteotomi gerektirir. Aynı

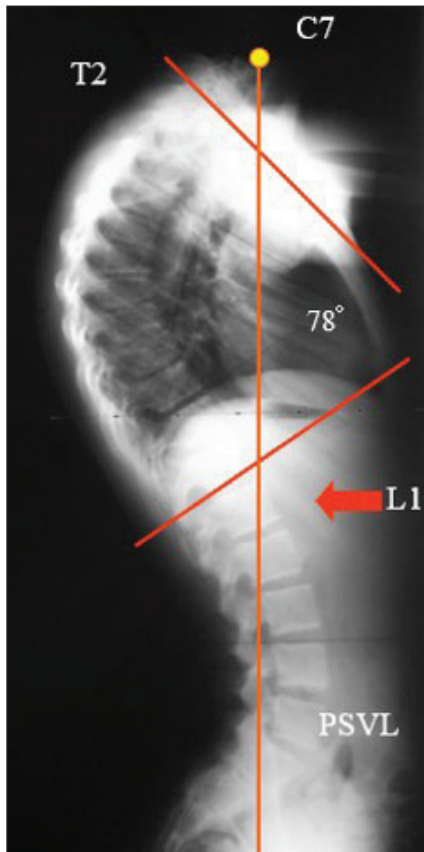


Şekil 2: Ponte osteotomisi.

zamanda yüksek DAR açısı intraoperatif nöromonitörisasyonunda özellikle MEP yanıtlarında alarm vererek yüksek nörolojik hasarlanma riski taşıdığını göstermektedir (18,31).

### Seviye Tayini

Scheuermann kifoz tedavisinde en önemli noktalardan biri enstrümantasyonun nerede başlayıp nerede sonlanması gerektiğidir. Bu konuda üst enstrümantasyon vertebra (ÜEV) ve alt enstrümantasyon vertebra (AEV) belirlemek gereklidir. Bu vertebra hata tercih edilmesi proksimal bileşke (PJK) ve distal bileşke kifozuna (DJK) neden olabilir. Lonner ve ark.'nın serisinde PJK oranı %32, DJK oranı ise %4 olarak bulunmuştur (19). Burada PJK gelişimindeki nedenlerden birinin preoperatif yüksek kifoz açısı ve yüksek pelvik insidans değeri olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda postoperatif yüksek torakal kifozun (yetersiz korreksiyon) da PJK nedenlerinden biri olduğu belirtilmiştir. Denis ve ark.'nın Scheuermann kifozu tedavisinde PJK sebebinin incelediği çalışmasında üst son vertebra enstrümantasyon içine alınması gerektiği ve ligamentum flavumun proksimalde hasarlanmaması gerektiği bildirilmiştir (9). Aynı zamanda korreksiyonun yüzde 50'den fazla yapılması durumunda PJK gelişimine neden olabileceği literatürde bildirilmiştir (21,25). PJK gelişimini engellemek için faset eklemlerin,



**Şekil 3:** Resimde posterior sakral vertikal çizginin en proksimalde Lomber 1 vertebra kestiği görülmektedir. Sagittal stabil vertebra L1 dir.

proksimal gerilim bandının ve ligamanların mutlaka korunması gerektiği unutulmamalıdır.

Üst end vertebra eğriliğinin içinde en proksimaldeki vertebra olarak tanımlanırken alt end vertebra eğriliğinin en distal kısmındaki vertebra olarak tanımlanır. Sagittal Stabil vertebra (SSV) ayakta yan omurga grafisinde belirlenir ve posterior sakral vertikal çizginin lomber vertebra içerisinde en proksimalde kestiği vertebra olarak tanımlanır. (Şekil 3) Literatürde AEV için ilk lordotik diskin bir altındaki vertebra yada SSV önerilmektedir (7,21). İlk lordotik disk; kifotik segmentin altında lomber disk seviyeleri içerisinde en proksimaldeki anteriorda 5° den fazla açılanması olan disk seviyesi olarak tanımlanır. Cho ve ark. SSV'yi enstrümantasyonda distal sonlanım noktası olarak kullanmışlar ve DJK oranını ilk lordotik diske göre belirgin azaldığını bildirmişlerdir (7). DJK en alt enstrümantasyon vertebra alt son plağı ile bir altındaki vertebra alt son plağındaki açının 10° den fazla olması olarak bilinmektedir. SSV'yi ya da altındaki vertebra alt sonlanım noktası olarak kullanmak DJK gelişim riskini azaltmaktadır (14).

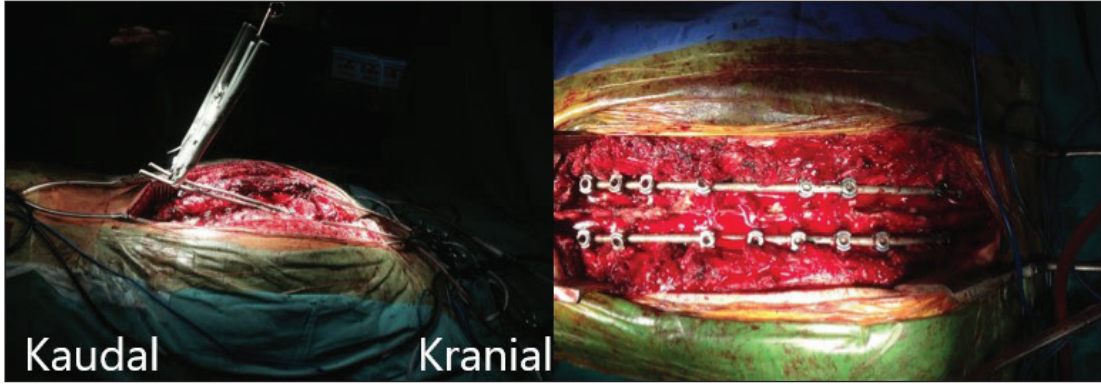
SSV yi belirledikten sonra apekse olan vertebra sayısı kadar apekten yukarı çıkmak yukarıda enstrümantasyonun sonlandırılacağı noktayı bulmada kullanılan yöntemdir (14). Örnek olarak L2 SSV ve apeks T8 ise üst end vertebra T2 olarak tercih edilmelidir (31). Vidalar yerleştirildikten sonra apeksin üstüne ve altına çoklu seviye ponte osteotomileri uygulanır. Rodlar cantilever yöntemi ile apekse kompresyon yapılarak yerleştirilir (Şekil 4 ve 5).

### Komplikasyonlar

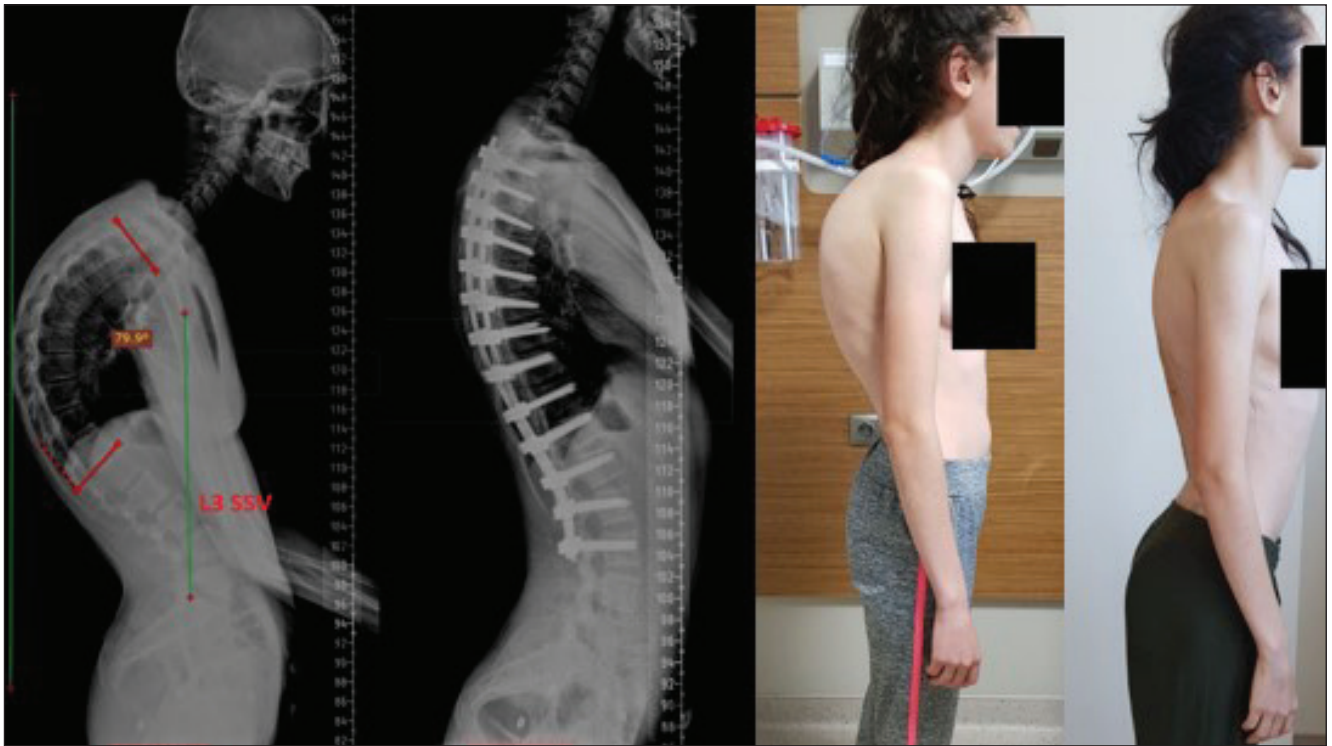
Scheuermann kifozu tedavisinde komplikasyon oranı adolesan grupta erişkin deformitelere göre daha az görülmektedir (8). Coe ve ark.'nın yaptığı çalışmada 683 hasta incelenmiş ve %14.5 komplikasyon oranına rastlanmıştır (8). Bu çalışmada en sık rastlanan komplikasyon %3.8 ile yara yeri enfeksiyonudur. İmplantla ilişkili komplikasyon oranı %2.5, akut nörolojik defisit %1.9, ölüm ise %0.6 olarak bulunmuştur. Yine bu çalışmada tek seansta kombine yaklaşımla opere edilen hastalarla yalnız posterior cerrahi yapılanlar karşılaştırılmış ancak iki grup arasında komplikasyonlar yönünden bir fark bulunmamıştır.

Lonner ve ark.'nın çalışmasında 97 hasta incelenmiş toplam komplikasyon oranı %16.5 olarak bulunmuştur (20). Yara yeri enfeksiyonu %10.3, enstrüman ilişkili %3.1, nörolojik komplikasyon oranı ise %2.1 olarak bildirilmiştir.

İntraoperatif nöromonitörisasyon (IONM) Scheuermann kifoz tedavisinde önemli bir yer tutmaktadır. Cerrahi güvenliği sağlamada somatosensoryal uyarılmış potansiyel



**Şekil 4:** Cantilever tekniği ile rodlar proksimalden distale doğru kompresyon altında yerleştirilmektedir.



**Şekil 5:** 19 yaşında bayan hastanın preoperatif ve postoperatif görüntüleri. Hastada yeterli korreksiyonun sağlandığı yan resimde izlenmektedir.

siyeler (SEP), motor uyarılmış potansiyeller (MEP) ve elektromyografi (EMG) düzenli ve devamlı olarak kayıt altında olmalıdır. Cheh ve ark. 42 kifozlu hastayı incelediği çalışmada 14 hasta Scheuermann kifozu nedeni ile opere edilmiştir (6). 14 hasta içerisinde 5 hastada intraoperatif sinyal kayıtları true pozitif olarak kaybolmuş, korreksiyonun geri alınması ve tansiyonun yükseltilmesi ile potansiyeller dönmüştür. Kalıcı nörodefisit bildirilmemiştir.

Son olarak Scheuermann kifozu tedavisinde titiz bir cerrahi teknik ve iyi bir kurgu ile başarı sağlanabilir. 80° üzeri torakal

kifoz, ağrı ve kötü kozmetiğe sahip olan hastalar operasyon endikasyonu taşımaktadır. PJK ve DJK gelişimine engel olmak için seviye tayini yaparken distalde SSV veya ilk lordotik diskin distalindeki vertebra tercih edilmelidir. Proksimalde ise end vertebranın enstrümantasyon içine alınması önerilmektedir. Kifozun apeksinin proksimal ve distalde sonlanan vertebraya aynı mesafede olmasına özen gösterilmelidir. Faset eklemlerin, ligamentöz yapıların ve yumuşak dokunun proksimalde korunması PJK gelişimini engellemede önemli role sahiptir.

## KAYNAKLAR

1. Bezalel T, Carmeli E, Been E, Kalichman L: Scheuermann's disease: Current diagnosis and treatment approach. *J Back Musculoskelet Rehabil* 27(4):383-390, 2014
2. Bezalel T, Carmeli E, Levi D, Kalichman L: The effect of schroth therapy on thoracic kyphotic curve and quality of life in scheuermann's patients: A randomized controlled trial. *Asian Spine J* 13(3):490-499, 2019
3. Blumenthal SL, Roach J, Herring JA: Lumbar scheuermann's: A clinical series and classification. *Spine (Phila Pa 1976)* 12(9):929-932, 1987
4. Bradford DS, Lonstein JE, Ogilvie JW WR: *Scoliosis and Other Spinal Deformities*. 2nd ed: WB Saunders, 1987:651-652
5. Bradford DS, Moe JH, Montalvo FJ WRB: Scheuermann's kyphosis. Results of surgical treatment by posterior spine arthrodesis in twenty-two patients. *J Bone Jt Surg Am* 23(5):439-448, 1975
6. Cheh G, Lenke LG, Padberg AM, et al: Loss of spinal cord monitoring signals in children during thoracic kyphosis correction with spinal osteotomy: Why does it occur and what should you do? *Spine* 33(10):1093-1099, 2008
7. Cho KJ, Lenke LG, Bridwell KH, Kamiya M, Sides B: Selection of the optimal distal fusion level in posterior instrumentation and fusion for thoracic hyperkyphosis: The sagittal stable vertebra concept. *Spine* 34(8):765-770, 2009
8. Coe JD, Smith JS, Berven S, et al: Complications of spinal fusion for scheuermann kyphosis: A report of the scoliosis research society morbidity and mortality committee. *Spine* 35(1):99-103, 2010
9. Denis F, Sun EC, Winter RB: Incidence and risk factors for proximal and distal junctional kyphosis following surgical treatment for Scheuermann kyphosis: Minimum five-year follow-up. *Spine* 34(20): E729-34, 2009
10. Ehsani NN, Oakley PA, Harrison DE: Scheuermann's disease: non-surgical improvement in whole spine sagittal alignment in the treatment of a symptomatic patient using Chiropractic BioPhysics® technique. *J Phys Ther Sci* 31(11):965-970, 2019
11. Etemadifar M, Ebrahimzadeh A, Hadi A, Feizi M: Comparison of Scheuermann's kyphosis correction by combined anterior-posterior fusion versus posterior-only procedure. *Eur Spine J* 25(8):2580-2586, 2016
12. Horn SR, Poorman GW, Tishelman JC, et al: Trends in treatment of scheuermann kyphosis: A study of 1,070 cases from 2003 to 2012. *Spine Deform* 7(1):100-106, 2019
13. Huq S, Ehresman J, Cottrill E, et al: Treatment approaches for Scheuermann kyphosis: A systematic review of historic and current management. *J Neurosurg Spine* 32(2):235-247, 2020
14. Kim HJ, Nemani V, Boachie-Adjei O, et al: Distal fusion level selection in Scheuermann's kyphosis: A comparison of lordotic disc segment versus the sagittal stable vertebrae. *Glob Spine J* 7(3):254-259, 2017
15. Koller H, Juliane Z, Umstaetter M, Meier O, Schmidt R, Hitzl W: Surgical treatment of Scheuermann's kyphosis using a combined antero-posterior strategy and pedicle screw constructs: Efficacy, radiographic and clinical outcomes in 111 cases. *Eur Spine J* 23(1):180-191, 2014
16. Koller H, Lenke LG, Meier O, et al: Comparison of anteroposterior to posterior-only correction of Scheuermann's kyphosis: A matched-pair radiographic analysis of 92 patients. *Spine Deform* 3(2):192-198, 2015
17. Lee SS, Lenke LG, Kuklo TR, et al: Comparison of scheuermann kyphosis correction by posterior-only thoracic pedicle screw fixation versus combined anterior/posterior fusion. *Spine* 31(20):2316-2321, 2006
18. Lewis NDH, Keshen SGN, Lenke LG, et al: The deformity angular ratio: Does it correlate with high-risk cases for potential spinal cord monitoring alerts in pediatric 3-column thoracic spinal deformity corrective surgery? *Spine* 40(15):E879-E885, 2015
19. Lonner BS, Newton P, Betz R, et al: Operative management of Scheuermann's kyphosis in 78 patients: Radiographic outcomes, complications, and technique. *Spine* 32(24):2644-2652, 2007
20. Lonner BS, Toombs CS, Guss M, et al: Complications in operative scheuermann kyphosis: Do the pitfalls differ from operative adolescent idiopathic scoliosis? *Spine* 40(5):305-311, 2015
21. Lowe TG, Kasten MD: An analysis of sagittal curves and balance after cotrel-dubouset instrumentation for kyphosis secondary to scheuermann's disease: A review of 32 patients. *Spine* 19(15):1680-1685, 1994
22. Lowe TG, Line BG: Evidence based medicine: Analysis of Scheuermann kyphosis. *Spine* 32 Suppl 19:115-119, 2007
23. Montgomery SP, Erwin WE: Scheuermann's kyphosis-Long-term results of Milwaukee brace treatment. *Spine* 6(1):5-8, 1981
24. Murray PM, Weinstein SL, Spratt KE: The natural history and long-term follow-up of Scheuermann kyphosis. *J Bone Jt Surg* 75(2):236-248, 1993
25. Papagelopoulos PJ, Klassen RA, Peterson HA, Dekutoski MB: Surgical treatment of Scheuermann's disease with segmental compression instrumentation. *Clin Orthop Relat Res* 386:139-149, 2001
26. Pérez-Grueso FS, Cecchinato R, Berjano P: Ponte osteotomies in thoracic deformities. *Eur Spine J* 24(1):38-41, 2014

27. Polly DW, Ledonio CGT, Diamond B, et al: What are the indications for spinal fusion surgery in scheuermann kyphosis? *J Pediatr Orthop* 39(5):217-221, 2019
28. Riddle EC, Bowen JR, Shah SA, Moran EF, Lawall H: The duPont kyphosis brace for the treatment of adolescent Scheuermann kyphosis. *J South Orthop Assoc* 12(3):135-140, 2003
29. Ristolainen L, Kettunen JA, Heliövaara M, Kujala UM, Heinonen A, Schlenzka D: Untreated Scheuermann's disease: A 37-year follow-up study. *Eur Spine J* 21(5):819-824, 2012
30. Ristolainen L, Kettunen JA, Kujala UM, Heinonen A, Schlenzka D: Progression of untreated mild thoracic Scheuermann's kyphosis – Radiographic and functional assessment after mean follow-up of 46 years. *J Orthop Sci* 22(4):652-657, 2017
31. Sardar ZM, Ames RJ, Lenke L: Scheuermann's kyphosis: diagnosis, management, and selecting fusion levels. *J Am Acad Orthop Surg* 27(10):e462-e472, 2019
32. Scheuermann H: Kyphosis dorsalis juvenilis. *Ugeskr Laeger* (82):385-393, 1920
33. Schmorl G: Die pathogenese der juvenile kyphose. *Fortschr Geb Roentgen* 41:359-383, 1930
34. Schwab F, Blondel B, Chay E, et al: The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification. *Neurosurgery* 76:S33-S41, 2015
35. Sorensen K: Scheuermann's Juvenile kyphosis: clinical appearances, radiography, aetiology, and prognosis. Copenhagen, Denmark: Enjar Munksgaard Forlag, 1964:214-222
36. Tribus CB: Scheuermann's kyphosis in adolescents and adults: Diagnosis and management. *J Am Acad Orthop Surg* 6(1):36-43, 1998