

Berra Bilgin¹, Mustafa Eren Yüncü², Mehmet Seçer³

¹Ödemiş Devlet Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İzmir, Türkiye

²Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İzmir, Türkiye

³Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Alanya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Antalya, Türkiye
✉ bilginberra@hotmail.com

Geliş tarihi : 05.10.2023

Kabul tarihi : 17.10.2023

Servikal Kifozda Cerrahi Yaklaşım

Surgical Management of Cervical Kyphosis

ÖZ

Servikal kifotik deformitelerin cerrahi tedavisinde ana tartışma noktasını hangi cerrahi prosedürün seçileceği oluşturur. Cerrahi hedef deformitenin düzeltilmesi ve nöral dekompresyonun sağlanmasıdır. Anteriordan basıya neden patolojiler ve ön kolon bütünlüğünün bozulduğu vakalarda anterior yaklaşımlar endikedir. Deformitenin esnek olduğu, anteriordan bası yapan bir patolojinin olmadığı durumlarda yalnızca posterior bir yaklaşım mümkün olabilir. Rijit ve şiddetli kifotik vakalarda kombine prosedürler ve osteotomiler uygulanması gerekebilir. Hangi yaklaşımın ne derece düzeltme sağladığının bilinmesi önem arz eder.

Anahtar Sözcükler: Deformite, Füzyon, Servikal kifoz, Spinal cerrahi

ABSTRACT

The main point of debate in the surgical treatment of cervical kyphotic deformities is which surgical procedure to choose. The surgical target is to correct the deformity and provide neural decompression. Anterior approaches are indicated in cases with anterior compression and impaired anterior colon integrity. In flexible deformities and cases without anterior compression, only a posterior approach may be possible. In severe and severe kyphotic cases, combined procedures and osteotomies may need to be performed. It is important to know how much correction is achieved with each approach.

Keywords: Deformity, Fusion, Cervical kyphosis, Spine surgery

GİRİŞ

Servikal kifotik deformite (SKD) hastaların yaşam kalitesini önemli ölçüde engelleyebilen bir durumdur ve yaşlı nüfusun artmasıyla birlikte giderek daha yaygın görülmektedir. Optimal tedavi yaklaşımı için hastalığın semptomlarının, etiolojisinin, biyomekaniklerinin, radyografik değerlendirmesinin, sınıflandırma ve tedavi seçeneklerinin bilinmesi ve her tedavinin komplikasyonlarına hâkim olunması gerekir. Servikal kifozun tedavisi omurga cerrahları için zorlu bir süreçtir ve ideal cerrahi düzeltme şekli hâlen tartışmalıdır. Tedavisinde üç cerrahi strateji vardır: anterior, posterior ve kombine prosedürler. Ana

tartışma noktası anterior, posterior ve kombine prosedürler arasındaki seçimdir. Bazı cerrahlar servikal kifozda omurilik basısı genellikle anteriordan olduğundan, hem ventral dekompresyona hem de deformitenin düzeltilmesine izin verdiği için tek başına anterior yaklaşımı tercih etmektedir. Kombine yaklaşıma göre morbidite ve mortalite daha düşüktür. Bazı cerrahlar ise özellikle posterior laminektomi kifozu (PLK) olan hastalarda mekanik dezavantajlar ve rekonstrüksiyonda başarısızlık nedeniyle tek başına anterior prosedür yerine kombine anterior ve posterior yaklaşımı tercih etmektedir.

Biyomekanik Özellikler

Vertebra korpusları ve intervertebral diskler ön elemanları oluşturur ve yükün yaklaşık olarak %36'sını taşırlar (28). Faset eklemler, laminalar, spinöz çıkıntılar, kas ve ligamentöz yapılar arka elemanları oluşturur. Posterior elemanlar aksiyal yükün yaklaşık %64'ünü taşır ve aynı zamanda gerilim bandı görevi görürler (28). Lordotik hizalanma sayesinde daha yüksek basınç yüklerine karşı direnç artar, ön ve arka elemanların normal işleyişi vertebral enplateletler üzerindeki stresi en aza indirerek ağrı ve fonksiyon kaybının önlenmesine yardımcı olur (12).

Yaşlanan omurgada disklerde yükseklik kaybı ve buna bağlı lordoz kaybı gelişir, omurganın anlık dönme eksenini değiştirdiğinde anterior elemanlar yükü taşıyamayacak duruma gelir. Yük ve stresler çevredeki kemik elemanlara aktarılır, bunun sonucu olarak aksiyal yüklenme durumunda anlık dönme noktasında daha büyük bir moment kolu oluşur (6). Servikal omurgada yük dengesini sağlayacak lordotik postür restore edilmediği müddetçe aksiyal yüklenmeler kifotik deformitenin giderek artmasına neden olur (6).

Etiyoloji

SKD travma ve iyatrojenik nedenler başta olmak üzere dejeneratif omurga hastalığı, neoplastik hastalıklar, enfeksiyon, ankiyozan spondilit veya romatoid artrit gibi sistemik artritlere bağlı olarak görülebilmektedir (7). İyatrojenik SKD'nin en sık nedeni postlaminektomi sonrası gelişen kifozdur (1,16). Ankiyozan spondilit hastalarında küçük bir travma sonucu instabilite ve postravmatik kifoz görülebileceği akılda tutulmalıdır.

Psödoartroz, cerrahi sırasında normal servikal lordozun sağlanamaması, posterior ligamentöz kompleksin (lamina, posteriordan stabilize edici yapılardan faset eklemler, ligamentum flavum ve interspinöz ligamanlardan oluşur) bozulması, adölesan ve çocuklarda radyasyon tedavisi SKD'ye neden olabilmektedir (7,27).

İyatrojenik olarak en sık görülen deformite postlaminektomi kifozudur ve servikal spondilolitik miyelopati nedeniyle laminektomi yapılan hastalarda %21 gibi yüksek bir oranda görüldüğü bildirilmiştir (1). Ancak bu durum hastanın yaşına, ameliyat öncesi lordoz kaybının derecesine ve instabilite varlığına, tümör varlığına, laminektomi ve fasetektomilerin sayısına, yerine ve genişliğine bağlı olarak büyük oranda değişiklikler göstermektedir (3, 10, 18,19). Çocuk ve adölesanlarda omurga büyümesinin de-

vam etmesi, spinal bağların gevşekliği ve kompresif yüklerle karşı direncin düşük olması nedeniyle laminektomi sonrası kifoz gelişimine daha fazla yatkınlık görülür (7). Yetişkinlerde servikal omurga kemikleşmiş olduğundan PLK yaygın değildir ancak ameliyat öncesi kifoz ve instabilitesi olan hastalarda laminektomi mevcut problemi kötüleştirebilir (10,18,23). Ayrıca intrameduller spinal tümör varlığı da servikal kifotik deformiteye neden olan bağımsız bir faktör olarak bildirilmektedir, bu durumun omurilikteki ön boynuz hücrelerinin tutulumuna bağlı oluşan kas denervasyonu ve buna bağlı kas güçsüzlüğü nedeniyle olabileceği öne sürülmüştür (11,21,22).

Klinik Prezantasyon

Kifotik bir servikal omurga boyun ağrısı, miyelopati, radikülopati, horizontal bakışta problem, yutma güçlüğü ve nefes almada güçlüğü neden olabilir. En sık görülen semptomlar ağrı ve boyunda yorgunluk hissidir. Normal servikal lordozun bozulması ile ilerleyici kifotik deformite gelişimi nörolojik defisitlere neden olabilir. Miyelopati, radikülopati, quadriparezi, quadripleji, Brown-Sequard sendromu gibi nörolojik defisitler görülebilir (5).

Boyun ağrısı disklerin ve faset eklemlerin dejenerasyonuna bağlı olabileceği gibi başın biyomekanik olarak dik durması için kas ve ligamentöz yapıların üzerindeki stres ve buna bağlı sürekli kasılı halde kalmalarından da kaynaklanabilmektedir (11). Şiddetli servikal kifotik deformiteyi kompanse etmek için hastalarda lomber hiperlordoz görülebilir ve bu hastalar bel ağrısından yakınabilir (11). Spinal kanal ve nöral foramenlerin daralmasına bağlı olarak nörolojik defisitler görülebilir. Ayrıca mikrovasküler kompresyon sonucu omurilik iskemisine bağlı olarak miyelomalazi ve bunun sonucu olarak yine nörolojik defisitler görülebilir.

Klinik ve Radyolojik Değerlendirme

Tüm hastaların klinik ve radyolojik olarak değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Klinik değerlendirmede öykü ve fizik muayenede semptomların şekli, hastanın nörolojik durumu, deformitenin etiyojisi ayrıntılı olarak değerlendirilmeli, hastanın geçirilmiş cerrahileri ve ek hastalıkları sorgulanmalıdır. Nörolojik fonksiyonların değerlendirilmesinde yaygın olarak modifiye Japon Ortopedi Derneği Miyelopati (mJOA) skoru, Frankel derecelendirme sistemi ve Nurick ölçeği kullanılmaktadır (8, 25, 34). Frankel skoruna göre daha kapsamlı bir miyelopati değerlendirmesi sağladığından ötürü motor, duyu-

sal ve üriner fonksiyonları değerlendirmede çoğunlukla mJOA skoru kullanılmaktadır. Nurick skalası genellikle ambulatuvar fonksiyonu ölçmek için kullanılır. Boyun ve kol ağrısının klinik sonuçlarının değerlendirmesinde yaygın olarak boyun engellilik indeksi (neck disability index - NDI) ve görsel analog skala (visual analog scale - VAS) kullanılmaktadır (29).

Hastalar ameliyat öncesinde, sonrasında ve takip döneminde servikal röntgen (ön-arka ve yan düz grafiler, dinamik radyografiler, ayakta ön-arka ve yan grafiler), bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile değerlendirilmelidir. Lateral düz radyografiler sagittal açıyı ölçmek için kullanılır. Sagittal açı lokal veya bölgesel olarak ölçülebilir; lokal sagittal açı problemleri alanı, bölgesel açı ise C2'den C7'ye kadar olan alanı kapsar (5). Bazı yazarlar restorasyonun değerlendirmesinde Ishihara indeksini de kullanmaktadırlar (24). Dinamik radyografiler ile deformitenin esnekliği, gizli bir instabilite ve subluksasyon varlığı değerlendirilir. Ayakta çekilen radyografiler omurganın genel sagittal dengesinin değerlendirilmesine olanak sağlar (26, 30). Düz ve dinamik radyografilerin kombinasyonu ve ince kesit BT görüntülemeleri ile omurgada ankiloz varlığı, implant yerleşim yerleri, füzyon ve psödoartroz değerlendirilir. Dinamik fleksiyon-ekstansiyon radyografilerinde deformitede %50'den daha az bir düzeltme ve ince kesit BT görüntülerinde segmental ankiloz görülüyorsa deformite rijit kifoz olarak tanımlanır (11). Cerrahi planlama sırasında C2-C7 arası sagittal vertikal açı (SVA), çene-alın vertikal açısı (ÇAVA), T1 eğimi (T1 slope) ölçümleri yapılır. Çok seviyeli posterior servikal füzyon sonrası; C2-C7 SVA'nın sırasıyla 40,8 mm ve 70,6 mm'nin üzerinde, servikal lordozun 25° ve T1 eğiminin 20°nin üzerinde olmasının orta veya şiddetli sakatlık ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (13).

MRG'de omurilik ve sinir köklerine olan bası ve miyelopati bulguları değerlendirilir. Iwasaki ve arkadaşları MRG'de apeks bölgesinde omuriliğin ön-arka çapı ile medullopontin bileşkenin ön-arka çapını oranlayarak kifozla bağlı miyelopatinin progresyonunu değerlendirmiş, bu oranın 0,3'ün altında olmasının servikal miyelopati için risk faktörü olduğunu bildirmişlerdir (14).

Cerrahi planlama ve karar verme

Cerrahi planlama; semptomların şekli, hastanın nörolojik durumu, deformitenin etiolojisi, deformitenin yeri ve esnekliği, geçirilmiş ameliyatlara, ankiloz/füzyon varlığı,

proksimal ve distal uç vertebra seviyelerinde dejenerasyon varlığı, eşlik eden ek hastalıkların varlığı, vertebral arterin anatomisi ve hastanın kemik kalitesi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Radyografik parametreler kullanılarak düzeltme miktarı değerlendirilmelidir. Kesin bir normal aralık belirlenmemiştir ancak C2 - C7/T1 arası -7° ila +15° arası lordoz, 40 mm'den düşük SVA, -10 ila +20 arası ÇAVA kabul edilebilir değerler olarak bildirilmiştir (2, 15, 17, 32).

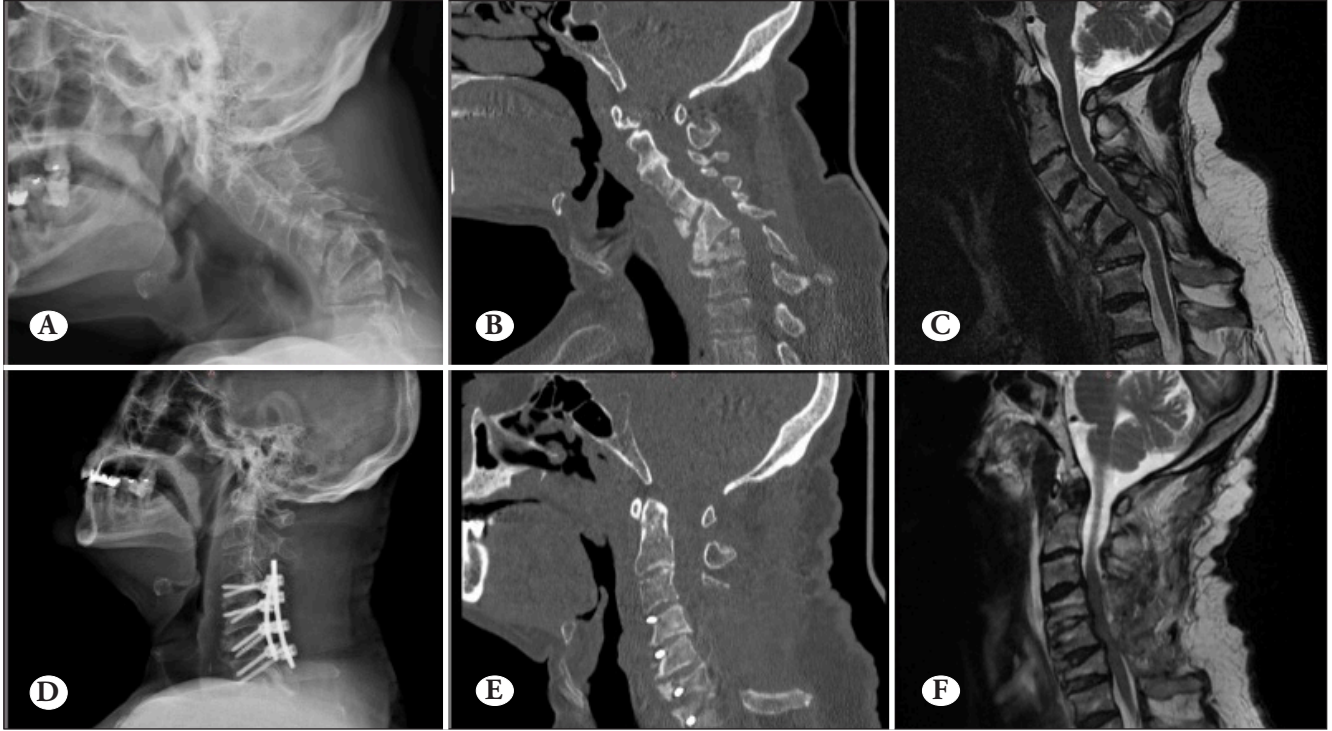
Servikal kifoz tedavisinde anterior, posterior ve kombine prosedürler uygulanmaktadır. Cerrahi hedef deformitenin düzeltilmesi ve nöral dekompresyonun sağlanmasıdır. Başlıca anterior prosedürler; anterior servikal diskektomi ve füzyon (ASDF), anterior servikal korpektomi ve füzyon (ASKF) ve anterior osteotomidir (ATO). Başlıca posterior prosedürler; posterior servikal kolon osteotomisi (PSKO) ve pedikül çıkartma (subtraction) osteotomisi (PSO).

En önemli nokta cerrahi prosedürün belirlenmesidir. Cerrahi prosedür seçilirken hangi yöntemin ne kadar düzeltme yaptığı bilinmelidir. Tek seviye bir ASDF, SPO, PSO ve ATO sırasıyla ortalama 3°-5°, 10°, 35° ve 17°'lik lordoz düzeltilmesi sağlar (9, 20). En güçlü düzeltme PSO prosedürü ile sağlanmaktadır.

Anteriordan basıya neden olan kalsifiye disk veya osteofitik bar gibi patolojilerin varlığında yeterli dekompresyonun sağlanması için anteriordan yaklaşım gerekir. Enfeksiyon, travma veya tümör vakaları gibi ön kolon bütünlüğünün bozulduğu durumlarda da anteriordan rekonstrüksiyon ayrıca gerekebilir (Şekil 1).

Deformitenin esnekliği dinamik röntgenler ile değerlendirilmelidir. Servikal omurga esnekse, anteriordan kompresyona neden olan bir patoloji yoksa ve ekstansiyonda kifoz düzeltilmişse, yalnızca posterior bir yaklaşım mümkün olabilir. Deformite sert ise BT çekilerek ankiloz varlığı değerlendirilmelidir. Eğer faset eklemler füzyone değilse yalnızca anterior düzeltme mümkün olabilir, ancak çok seviyeye müdahale gerekiyorsa posterior cerrahi eklenmesi gerekebilir.

Faset eklemler ve anterior kolon füzyone ise, anterior korreksiyonun öncesinde posteriordan gevşetme gerekir, ardından gerekli düzeltmenin derecesine bağlı olarak ek osteotomi ile veya ek osteotomi olmadan posterior enstrümantasyon ve füzyon gerekir (posterior-anterior-posterior yaklaşım) (26). Yüksek dereceli ve rijit kifotik va-



Şekil 1: Ağır dereceli SKD'si olan hastanın radyolojik görüntülemeleri. Pre-operatif direkt grafi, sagittal BT ve MRG görüntüleri (A, B, C). Servikal posterior laminektomi, PSO ve transpediküler enstrümantasyon uygulanmış hastanın post-operatif BT ve MRG görüntüleri (D, E, F) (Görüntüler Doç. Dr. Yurdal Gezercan'ın arşivinden alıntılanmıştır).

kalarda intraoperatif traksiyon gerekli olabilir. Ameliyat esnasında boyun pozisyonunun fleksiyon veya ekstansiyonda ayarlanması izin vermek için bivektörel çekişli Gardner-Wells traksiyon aleti kullanılabilmektedir (33).

Kifozun seviyesi de bir diğer önemli noktadır. Orta servikal omurgadaki fokal kifoz sıklıkla anterior korpektomi yoluyla düzeltilebilir. Sıklıkla ankilozan spondilit vakalarında görülen serviko-toraksik bileşkede ciddi bir fokal kifoz mevcutsa, fokal kifozu bileşkede ya da T3'ün altında düzeltmek için C7 veya T1 PSO yapılabilir. Servikal PSO tek seviye ile yaklaşık 35°'lik lordoz sağlayan güçlü bir prosedürdür. Teknik açıdan zor ve komplikasyona açık bir prosedürdür, şiddetli ve rijit deformitelerde uygulanması gerekebilir.

ASDF fasetlerde ankiloz olmadığı durumlarda lordozun restorasyonunda etkilidir (11). Ayrıca çok seviyeli diskektomi birden fazla distraksiyon noktası sağladığından tek seviyeli bir korpektomiden daha etkin bir düzeltme sağlayabilir (26). Maksimal düzeltme sağlayabilmek için unsinat proseslerin rezekt edilmesi önerilir. Eğer kifoz şiddetli ise veya korpus seviyesinde ventralden omurilik basısı varsa korpektomi gerekli olabilir. Çok seviyeli ve

osteoporotik vakalarda posterior prosedürlerin de eklenmesi gerekebilir.

Tek seviyeye uygulanan bir PSKO yaklaşık 10°'lik bir lordoz sağlar. Bununla beraber üst ve alt faset eklem yüzeylerinin yanı sıra, ligamentum flavum, lamina ve spinöz proseslerin çıkartılmasını gerektirir ve gövdelerin mobil bir disk boyunca döndürülmesi ile kifoz düzeltmesi yapılabilmesi için normale yakın bir disk yüksekliğine ihtiyaç duyulur (26). Bu nedenle istenilen düzeltmenin sağlanması için çok seviyeli osteotomi gerekir ve bu da psödoartroz riskini artırmaktadır.

Komplikasyonlar

Erişkin servikal deformiteler nadir görülen ancak yüksek derecede sakatlık potansiyeline sahip durumlardır. SKD en sık görülen sagittal plan deformitesi olup ilerleyici olabilir ve miyelopati gibi nörolojik semptomlar ile sonuçlanabilir (4, 31). Genel komplikasyon oranı %43,6 olarak bildirilmiştir (31).

Anterior ve posterior yaklaşımlardan kaynaklanan komplikasyonlar arasında disfaji, psödoartroz, ses kısıklığı, trakea veya özofagus yaralanması, solunum yetmezliği, ver-

tebral arter yaralanması, omurilik veya sinir kökü yaralanması, beyin omurilik sıvısı sızıntısı ve yara komplikasyonları yer alır (4, 26, 31, 33). Erken komplikasyonların oranları cerrahi yaklaşıma göre farklılık göstermekte olup sadece anterior yaklaşımlarda %27,3, sadece posterior yaklaşımlarda %68,4 ve kombine yaklaşımlarda %79,3 olarak bildirilmiştir (31). Komplikasyon oranlarına rağmen hastaların genel memnuniyet oranlarının yüksek olduğu bildirilmiştir (4).

En ciddi komplikasyon nörolojik yaralanmadır. Etame ve ark. tarafından nörolojik komplikasyon oranını %13,5 olarak bildirilmiştir (4). PSO sırasında en sık görülen komplikasyon C8 sinir felcidir, nörolojik yaralanmalar genellikle geçicidir ve zamanla düzelme gösterir (33). Servikal omurgada deformitenin korreksiyonu nörolojik komplikasyon riskini artırmaktadır.

Nadiren dekompresyonun korpusun laterale uzatılması ve transvers foramene girmesi ile vertebral arter yaralanması görülebilir (26). Kanamayı kontrol altına almak için öncelikle kompresyon ve hemostatik ajanlar uygulanır. Olanaklar dahilinde doğrudan görüntüleme ile onarım veya girişimsel embolizasyon uygulanabilir.

KAYNAKLAR

1. Albert TJ, Vacarro A: Postlaminectomy kyphosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 23(24):2738-2745, 1998
2. Ames CP, Smith JS, Eastlack R, Blaskiewicz DJ, Shaffrey CI, Schwab F, Bess S, Kim HJ, Mundis Jr GM, Klineberg E, Gupta M, O'Brien M, Hostin R, Scheer JK, Protosaltis TS, G Fu KM, Hart R, Albert TJ, Riew KD, Fehlings MG, Deviren V, Lafage V; International Spine Study Group: Reliability assessment of a novel cervical spine deformity classification system. *J Neurosurg Spine* 23(6):673-683, 2015
3. Bell DE, Walker JL, O'Connor G, Tibshirani R: Spinal deformity after multiple-level cervical laminectomy in children. *Spine (Phila Pa 1976)* 19(4):406-411, 1994
4. Etame AB, Wang AC, Than KD, La Marca F, Park P: Outcomes after surgery for cervical spine deformity: Review of the literature. *Neurosurg Focus* 28(3):E14, 2010
5. Ferch RD, Shad A, Cadoux-Hudson TA, Teddy PJ: Anterior correction of cervical kyphotic deformity: Effects on myelopathy, neck pain, and sagittal alignment. *J Neurosurg* 100(1 Suppl Spine):13-19, 2004
6. Ferrara LA: The biomechanics of cervical spondylosis. *Adv Orthop* 2012:493605, 2012
7. Francis WR Jr, Noble DP: Treatment of cervical kyphosis in children. *Spine* 13(8):883-887, 1988
8. Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, Melzak J, Michaelis LS, Ungar GH, Vernon JD, Walsh JJ: The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. Paraplegia 7(3):179-192, 1969
9. Gillis CC, Kaszuba MC, Traynelis VC: Cervical radiographic parameters in 1- and 2-level anterior cervical discectomy and fusion. *J Neurosurg Spine* 25(4):421-429, 2016
10. Gulmen V, Zileli M: Surgical treatment of postlaminectomy cervical kyphosis. *Turk Neurosurg* 10:28-35, 2000
11. Han K, Lu C, Li J, Xiong GZ, Wang B, Lv GH, Deng YW: Surgical treatment of cervical kyphosis. *Eur Spine J* 20(4):523-536, 2011
12. Harrison DE, Harrison DD, Janik TJ, William Jones E, Cailliet R, Normand M: Comparison of axial and flexural stresses in lordosis and three buckled configurations of the cervical spine. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 16(4):276-284, 2001
13. Hyun SJ, Han S, Kim KJ, Jahng TA, Kim HJ: Assessment of T1 slope minus cervical lordosis and C2-7 sagittal vertical axis criteria of a cervical spine deformity classification system using long-term follow-up data after multilevel posterior cervical fusion surgery. *Oper Neurosurg (Hagerstown)* 16(1):20-26, 2019
14. Iwasaki M, Yamamoto T, Miyauchi A, Amano K, Yonenobu K: Cervical kyphosis: Predictive factors for progression of kyphosis and myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)* 27(13):1419-1425, 2002
15. Iyer S, Lenke LG, Nemani VM, Fu M, Shifflett GD, Albert TJ, Sides BA, Metz LN, Cunningham ME, Kim HJ: Variations in occipitocervical and cervicothoracic alignment parameters based on age: A prospective study of asymptomatic volunteers using full-body radiographs. *Spine (Phila Pa 1976)* 41(23):1837-1844, 2016
16. Janich KW, Wang MC: Editorial. Cervical laminoplasty for degenerative cervical myelopathy: Still much more to learn. *J Neurosurg Spine* 38(1):1-3, 2022
17. Kaidi AC, Kim HJ: Classification(s) of cervical deformity. *Neurospine* 19(4):862-867, 2022
18. Kaptain GJ, Simmons NE, Replogle RE, Pobereskin L: Incidence and outcome of kyphotic deformity following laminectomy for cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg* 93(2 Suppl):199-204, 2000

19. Katsumi Y, Honma T, Nakamura T: Analysis of cervical instability resulting from laminectomies for removal of spinal cord tumor. *Spine (Phila Pa 1976)* 14(11):1171-1176, 1989
20. Kim HJ, Piyaskulkaew C, Riew KD: Comparison of Smith-Petersen osteotomy versus pedicle subtraction osteotomy versus anterior-posterior osteotomy types for the correction of cervical spine deformities. *Spine (Phila Pa 1976)* 40(3):143-146, 2015
21. Li D, Anderson DE, Nockels RP: Surgical correction of pediatric spinal deformities with coexisting intraspinal pathology: A case report and literature review. *Surg Neurol Int* 12:381, 2021
22. Lunardi P, Licastro G, Missori P, Ferrante L, Fortuna A: Management of intramedullary tumours in children. *Acta Neurochir (Wien)* 120(1-2):59-65, 1993
23. Mikawa Y, Shikata J, Yamamuro T: Spinal deformity and instability after multilevel cervical laminectomy. *Spine (Phila Pa 1976)* 12(1):6-11, 1987
24. Mummaneni PV, Dhall SS, Rodts GE, Haid RW: Circumferential fusion for cervical kyphotic deformity. *J Neurosurg Spine* 9(6):515-521, 2008
25. Nurick S: The pathogenesis of the spinal cord disorder associated with cervical spondylosis. *Brain* 95(1):87-100, 1972
26. Ogura Y, Dimar JR, Djurasovic M, Carreon LY: Etiology and treatment of cervical kyphosis: State of the art review-a narrative review. *J Spine Surg* 7(3):422-433, 2021
27. Otsuka NY, Hey L, Hall JE: Postlaminectomy and postirradiation kyphosis in children and adolescents. *Clin Orthop Relat Res* 354:189-194, 1998
28. Pal GP, Sherk HH: The vertical stability of the cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 13(5):447-449, 1988
29. Park Y, Riew KD, Cho W: The long-term results of anterior surgical reconstruction in patients with postlaminectomy cervical kyphosis. *Spine J* 10(5):380-387, 2010
30. Ramchandran S, Smith JS, Ailon T, Klineberg E, Shaffrey C, Lafage V, Schwab F, Bess S, Daniels A, Scheer JK, Protosaltis TS, Arnold P, Haid Jr RW, Chapman J, Fehlings MG, Ames CP; AOSpine North America, International Spine Study Group: Assessment of impact of long-cassette standing x-rays on surgical planning for cervical pathology: An international survey of spine surgeons. *Neurosurgery* 78(5):717-724, 2016
31. Smith JS, Ramchandran S, Lafage V, Shaffrey CI, Ailon T, Klineberg E, Protosaltis T, Schwab FJ, O'Brien M, Hostin R, Gupta M, Mundis G, Hart R, Kim HJ, Passias PG, Scheer JK, Deviren V, Burton DC, Eastlack R, Bess S, Albert TJ, Riew KD, Ames CP; International Spine Study Group: Prospective multicenter assessment of early complication rates associated with adult cervical deformity surgery in 78 patients. *Neurosurgery* 79(3):378-388, 2016
32. Song K, Su X, Zhang Y, Liu C, Tang X, Zhang G, Cui G, Zhang X, Mao K, Wang Z, Wang Y: Optimal chin-brow vertical angle for sagittal visual fields in ankylosing spondylitis kyphosis. *Eur Spine J* 25(8):2596-2604, 2016
33. Tan LA, Riew KD, Traynelis VC: Cervical spine deformity-part 3: Posterior techniques, clinical outcome, and complications. *Neurosurgery* 81(6):893-898, 2017
34. Tetreault L, Kopjar B, Nouri A, Arnold P, Barbagallo G, Bartels R, Qiang Z, Singh A, Zileli M, Vaccaro A, Fehlings MG: The modified Japanese Orthopaedic Association scale: Establishing criteria for mild, moderate and severe impairment in patients with degenerative cervical myelopathy. *Eur Spine J* 26(1):78-84, 2017