

Dr. Ali BÖREKÇİ<sup>1</sup>, Dr. Ahmet ÖĞRENCİ<sup>2</sup>, Dr. Sedat DALBAYRAK<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahi Kliniği, İstanbul  
<sup>2</sup>Okan Üniversitesi, Beyin ve Sinir Cerrahi Kliniği, İstanbul

## Derleme / Review

# NÖROMÜSKÜLER SKOLYOZ NEUROMUSCULAR SCOLIOSIS

### ÖZ

Nöromusküler skolyoz (NMS), idiyopatik skolyozdan (IS) sonra en yaygın ikinci omurga deformitesidir ve ilk olarak erken çocukluk çağında görülür. Serebral palsi (SP), NMS'un en yaygın nedenidir ve bunu Duchenne musküler distrofi (DMD) izler. İlerleyen omurga deformitesi günlük bakımda, yürümeye ve oturmada zorluklara neden olur. NMS'un cerrahi olarak korreksiyonu ve stabilizasyonu, deformitesi 40–50 dereceden büyük olan hastalarda düşünülmektedir. Literatürde cerrahi yaklaşımlar (kombine anterior-posterior, sadece posterior) konusunda fikir birliği yoktur. Hastalar için en önemli hedefler: fonksiyonun korunması, günlük bakımın kolaylaştırılması ve ağrının hafifletilmesidir. İleri spinal merkezlere yapılan erken sevk, NMS'un erken teşhisi ve multidisipliner yönetimin sağlanması açısından önemlidir.

**Anahtar Sözcükler:** Duchenne musküler distrofi, Füzyon, Growing rod, Nöromusküler skolyoz, Pelvik oblisite, Serebral palsi

### ABSTRACT

Neuromuscular scoliosis (NMS) is the second most common spinal deformity following idiopathic scoliosis. The two common causes of the NMS is cerebral palsy (CP) and duchenne muscular dystrophy (DMD) respectively. Progressive spinal deformity leads to difficulties of daily care, walking and sitting. If the deformity is more than 40-50 degrees, surgical correction and stabilization must be evaluated. In the current literature there is no consensus on the surgical approaches (combined anterior-posterior or posterior-only). Most important tasks for patients are, assuring the function, providing easy daily care, ensuring adequate pain relief. Directing patient to a advanced spine center in an early aspect is mandatory to provide early and multidisciplinary management.

**Keywords:** Duchenne muscular dystrophy, Fusion, Growing rod, Neuromuscular scoliosis, Pelvic obliquity, Cerebral palsy

### GİRİŞ

Nöromusküler skolyoz (NMS), idiyopatik skolyozdan (IS) sonra en sık görülen ikinci spinal deformitedir. NMS'lu hastalarda kas-iskelet ve nörolojik bozukluklara ek olarak sıklıkla kalp, mide, bağırsak ve solunum bozuklukları da görülür. Skolyoz yönetimi bu nedenle karmaşıktır ve dikkatli multidisipliner tedavi gerektirir (21).

### Epidemiyoloji ve Etiyoloji

En sık görülen nöromusküler hastalıklarda skolyoz insidansı Tablo 1'de gösterilmiştir. SP, NMS'un en yaygın nedenidir ve

bunu DMD izler. Nöromusküler hastalığı olan çocuklarda gövde ve pelvis boyunca zayıf kas kontrolü, kas güçsüzlüğü ve bazen spastisite nedeniyle omurga deformiteleri gelişmektedir. Anormal eğrilik; hızlı iskelet büyümesi sırasında posterior spinal ve abdominal kasların genel zayıflığı nedeniyle, yetersiz bir şekilde desteklenen vertebral kolon üzerindeki yerçekimi etkisinin bir sonucu olarak gelişir (28). Walker ve ark. intra-tekal baskı pompası ile tedavi edilen SP'li hastalarda yeni NMS gelişmesi veya mevcut skolyozun ilerlemesi açısından yakın takip edilmesi gerektiğini bildirmiştir (30).

**Tablo 1.** En sık görülen nöromusküler hastalıklarda skolyoz insidansı

Klasifikasyon	Tanı	Skolyoz insidansı %
Üst Motor Nöron	Serebral Palsi	25-74
	Siringomyeli	25-85
Alt Motor Nöron	Akut Anterior Poliomyelit	17-65
	Spinal Musküler Distrofi	67
	Hereditör motor duyuşal nöropati	26
Üst ve alt motor nöron mikst	Miyelodisplazi	60
	Travmatik paralizi	100
	Miyelomeningosel	52-89
Spino serebellar disfonksiyon	Friedrik ataksi	80
Nöromusküler kavşak	Myasteni	bilinmiyor
Musküler	Duchen Musküler Distrofi	90
	Artrogripozis	30-67

### Klinik Belirtiler ve Prezantasyon

NMS ilk olarak erken çocukluk döneminde görülür. Başlangıçta hasta yatar vaziyette ya da traksiyon ile düzeltilebilen fleksibl olan postüral eğrilik, genellikle geç çocukluk ve pubertal büyüme esnasında torsiyonel ve rijit bir deformiteye dönüşür (28). NMS'un tipik eğriliği; torasik ve lomber omurgayı etkileyen uzun, çöken "C" harfi şeklindedir (14). Deformite genellikle pelvisi kapsayacak şekilde uzanır ve pelvisin büyük bir yarısı eğrinin konkav tarafına karşılık gelecek şekilde pelvik oblisite oluşturur. Şiddetli bir skolyoz ve pelvik oblisite; kalça subluksasyonu ve çıkığı ile birlikte ise, displastik kalça eklemi içindeki yer değiştirmiş femur başını yeniden konumlandırmak için cerrahi tedaviden önce yatay bir pelvis oluşturmak için genellikle spino-pelvik deformiteyi tedavi etmek gerekir. Skolyozla bağlantılı olarak gövdenin çökmesi ile birlikte kifotik bir deformite de nöromusküler hastalıklarda yaygındır (11).

### Semptomlar

Deformitenin ilerlemesi spino-pelvik dengesizliğe yol açar ve sonuçta işlev kaybı ile sonuçlanır. Yürüme ve oturma yeteneği zorlaşarak ağrıya ve hastanın yatağa hapsolmesine neden olabilir. Gövdenin rotasyonu ve kısalması; kalp ve akciğerlerin kompresyonuna, kostaların hareketliliğinin azalmasına ve solunum kapasitesinin kısıtlanmasına neden olabilir. Önceden var olan yutma zorlukları ve gastro-özofageal reflüde alevlenme meydana gelebilir. Pelvik oblisite nedeniyle kalça bölgesinde asimetrik yüklenme bası yaralarına neden olabilir (21).

### Radyolojik Değerlendirme

Radyolojik değerlendirmede yapılması gereken tetkikler; standart ap-pa grafiler, standart lateral grafiler, yana eğilme grafileri, destekli grafiler, traksiyon grafileri, bilgisayarlı tomografi ve MR görüntülemeleridir.

Spinal deformitenin açısal büyüklüğü Cobb tekniği ile ölçülür. Eğri içine en fazla eğilmiş son vertebra belirlenir. Doğru belirlenmiş son vertebra arası ölçüm en büyük Cobb ölçümünü verecektir. Cobb açısının ölçümü için proksimal son vertebra proksimal end-plate'i ve distal son vertebra end-plate'inden geçen çizgilerin birleşmesiyle meydana gelen açıdır. Vertebra rotasyonu ölçme konusunda yeterli değildir. Bu ölçümde önce proksimal ve distal nötral sabit vertebra belirlenmelidir. Koronal plandaki sakrum merkezli çizilen hattı ortlayan vertebra, stabil vertebra olarak adlandırılır. Nötral vertebra ise aksiyal planda rotasyona uğramayan son vertebra. Başka bir deyişle en az rotasyona uğramış vertebra. NMS'da sıklıkla koronal dengesizlik gözlenmektedir. Lordo-skolyotik bulguları olan IS'un aksine NMS bir kifo-skolyotik deformiteye benzer. Pelvis özellikle dikkatle değerlendirilmelidir. Pelvik obliklik NMS için patognomoniktir (20)

### Konservatif Tedavi

NMS'u olan hastalar için en önemli hedefler; fonksiyonun korunması, günlük bakımın kolaylaştırılması ve ağrının hafifletilmesidir. Hafif fleksibl deformiteye sahip olgular gözlem ile yönetilebilir (12). NMS'un progresyonu mevcut-sa korse ile destek düşünülebilir. Genel olarak nöromusküler hastalığı olan olgularda deformitenin ilerlemesini önlemede korsenin etkisiz olduğu kabul edilmektedir. Korse cerrahi

müdahale ihtiyacını değiştirmese de, operasyonun kontrendike olduğu veya rededildiği hastalarda ve küçük fleksibl eğriliği olan çocuklarda kullanılabilir (29). Blomkvist ve ark. korsenin NMS'lu çocuklarda oturma fonksiyonu üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu bildirdiler (3). Fizyoterapi nöromusküler hastalıkların genel bakımında yaygın olarak uygulanır, ancak NMS için herhangi bir etiyolojik faktörü iyileştirmez ve yerleşik bir skolyozun ilerlemesini engellemez (7).

### Cerrahi Tedavi

Genel olarak 40 veya 50 dereceden daha büyük bir eğriliğe ve işlevde önemli bir bozulmaya sahip hastalar için cerrahi tedavi düşünülmektedir. Cerrahi tedavi spinal defomiteyi, pelvik oblisiteyi, koronal ve sagittal dengeyi düzeltmeyi ve sağlam bir füzyon elde etmeyi amaçlamaktadır. Defomiteyi düzeltmek için genellikle posterior yaklaşım tercih edilir (21). SP'li hastalarda gelişmesine izin verilebilecek şiddetli eğrileri olan olgular için zorluk, defomiteyi kontrol ederken spinal büyümeyi yönetmektir. 60-90 derece büyüklüğündeki eğriler için defomite klinik ve radyografik incelemelerde rijit hâle geldiğinde cerrahi düşünülmektedir. Omurga fleksibl kalırsa eğrilik yaklaşık 90 dereceye ulaşana kadar cerrahi ertelenebilir ve posterior enstrümantasyon teknikleri ile düzeltilebilir. Rijit eğrilikler veya sabit pelvik oblisitesi olan 90 dereceden büyük defomiteler için, esnekliği artırmak ve daha iyi bir korreksiyon sağlamak için posterior spinal füzyona ek olarak omurganın anterior kolonunun serbestleştirilmesi gerekebilir; bu kombine prosedür operasyonla ilişkili potansiyel morbiditeyi ve komplikasyonları artırır.

NMS'da defomitenin enstrümantasyonu ve füzyonu genellikle üst torasik omurgadan (T2 vertebra) sakrum / pelvise uzanır. Bu sistem enstrümantasyonun üzerinde ve altında tekrarlayan defomitelerin gelişmesini önler (6). Önemli pelvik defomitenin yokluğunda hastaların lumbo-sakral bileşkesini korumak için enstrüman sistemi alt lomber omurgada sonlandırılabilir (23). Nöromusküler skolyozda cerrahi sınırlara karar verirken idiyopatik skolyozda olduğu gibi yapısal eğriliğin füzyona katılması gerekir, ancak farklı olarak lateral direkt grafilerde kifozun sınırları iyi belirlenmeli ve füzyon seviyesi belirlenirken kifoz da füzyona katılmalıdır (13). Tondevold ve ark. 91 ambulatuar olmayan NMS'lu hasta serilerinde; hastaların 40 tanesine L5'e, 51 tanesine pelvise uzanan fiksasyon sistemi uyguladılar. Pelvik fiksasyonun, hem ana eğriliğin hem de pelvik oblisitenin ve ayrıca genel koronal dengenin düzeltilmesine daha fazla izin verdiğini saptadılar. Preop koronal ve sagittal dengesizliğin mevcut olduğu, ambulatuar

olmayan tüm NMS'lu çocuklarda pelvik fiksasyonu önerdiler (27) Üst torakal bölgeden pelvise uzanan uzun spinal füzyon; non-ambulatuar hastalara oturma dengesi sağlar, pulmoner hastalıkların ve skolyozun ilerlemesini geciktirir. Öte yandan enstrüman sistemi ve füzyon, lumbo-sakral bölgeye uzatıldığında ambulatuar hastalarda da fonksiyonel aktivitede bozulmaya neden olur. NMS'un ambulasyon kaybının ardından hızla geliştiği ve ilerlediği bildirilmiştir. Bu nedenle ambulasyonu sürdürmek amacıyla seçici spinal füzyon yapmak hastalığın ilerlemesini engelleyebilir (26).

Master ve ark. yapmış oldukları bir retrospektif çalışmada NMS'da ambulatuvar olmayan durumun, 60 derece ve daha yüksek bir Cobb açısının majör komplikasyonların en büyük belirleyicisi olduğunu bildirdiler. Bu nedenle eğriliğin 60 derece üzerine çıkmadan operatif müdahale edilmesini önerdiler (15). Büyüme koruma teknikleri (growing rod), ileri ancak fleksibl eğrilikleri olan genç hastalarda defomite seviyesini kapsayan ve sıklıkla pelvise uzanan geçici bir önlem olarak kullanılabilir. Bu yöntem omurganın uzamasına izin verirken, eğriliğin artmasını engellemektedir ve spinal kaslar atrofi hastalarda etkili bir strateji olarak bildirilmiştir (5).

Modi ve ark. yapmış oldukları bir çalışmada NMS nedeniyle opere ettikleri 26 olguluk serilerinde, anterior gevşetme prosedürü olmaksızın sadece posterior pedikül vida enstrümantasyonu ile kabul edilebilir miktarda korreksiyonun sağlanabileceğini bildirdiler (17). Shao ve ark. 602 hastalık bir meta-analizde NMS korreksiyonunda kombine (anterior-posterior) yaklaşımlar ile sadece posterior yaklaşımın benzer olduğunu; ancak kombine yaklaşımın pelvik oblisitenin düzeltilmesi ve skolyozdaki postop erken dönem ile takipler esnasında saptanan açı kaybının gözlenmemesi avantajına sahip olduğunu saptadılar. Sadece posterior yaklaşımın operasyon süresi, kan kaybı, hastanede kalış süresi ve komplikasyonlar açısından avantajları olduğunu bildirdiler (24).

Bekmez ve ark. pedikül çıkarma osteotomisinin (PSO) ileri ve rijit NMS'un korreksiyonunda bir seçenek olabileceğini; posterior kolon osteotomilerine göre ameliyat süresini, transfüzyon ihtiyacını ve hastanede kalış süresini artırmadan pelvik oblisitenin daha iyi düzeltilmesini sağlayacağını saptadılar. PSO'nun uzun bir öğrenme eğrisine sahip zorlu bir prosedür olduğunu ve diğer tekniklerin istenen cerrahi hedefleri karşılamadığı durumlar için yedekte tutulması gerektiğini bildirdiler. Anestezi altında elde edilen traksiyon grafilerinin cerrahi karar vermede değerli bir teknik olduğunu vurguladılar (2).

Miladi ve ark. NMS'lu 100 hastalık olgu serilerinde, proksimalde 4 laminar hook ve distalde ilio-sakral vidalarla pelvise minimal invazif bir yaklaşımla implante edilmiş iki taraflı çift rodlu (teleskopik rod) sistem ile T1'den pelvise uzanan füzyonsuz operasyon uyguladılar. Bu füzyonsuz tekniğin; omurga ve torasik büyümeyi koruyarak güvenli ve etkili olduğunu, spinal deformitenin ve pelvik oblisitenin önemli ölçüde korreksiyonunu sağladığını bildirdiler (16).

Funk ve ark. opere ettikleri 80 NMS'lu hastanın 57 tanesine rijit, 23 tanesine rijit olmayan enstrümantasyon sistemi uyguladılar ve rijit enstrümantasyon grubunda; maliyetin daha yüksek olmasına rağmen, anterior gevşetme operasyonunun daha az gereksinim duyulduğunu, hem Cobb açısının hem de pelvik oblisitenin korreksiyonun daha başarılı olduğunu ve re-operasyon gerektiren psödoartroz oranlarının daha düşük olduğunu saptadılar (8).

Aksen ve ark. NMS nedeni ile opere ettikleri 36 olguluk vaka serilerinde; NMS tedavisinde posterior spinal füzyonun proksimal torasik omurgadan, bilateral iliak vidalarla pelvise uzatılmasının daha iyi fonksiyonel sonuçlar sağladığını bildirdiler (1). Jain ve ark. ise sakral-alar-iliak fiksasyonun (5 yıllık takip) NMS'lu hastalarda koronal eğriliğin ve pelvik oblisitenin korreksiyonunda etkili bir yöntem olduğunu bildirdiler ve deneyimlerine göre 9 mm çaplı vidalar tavsiye ettiler (9).

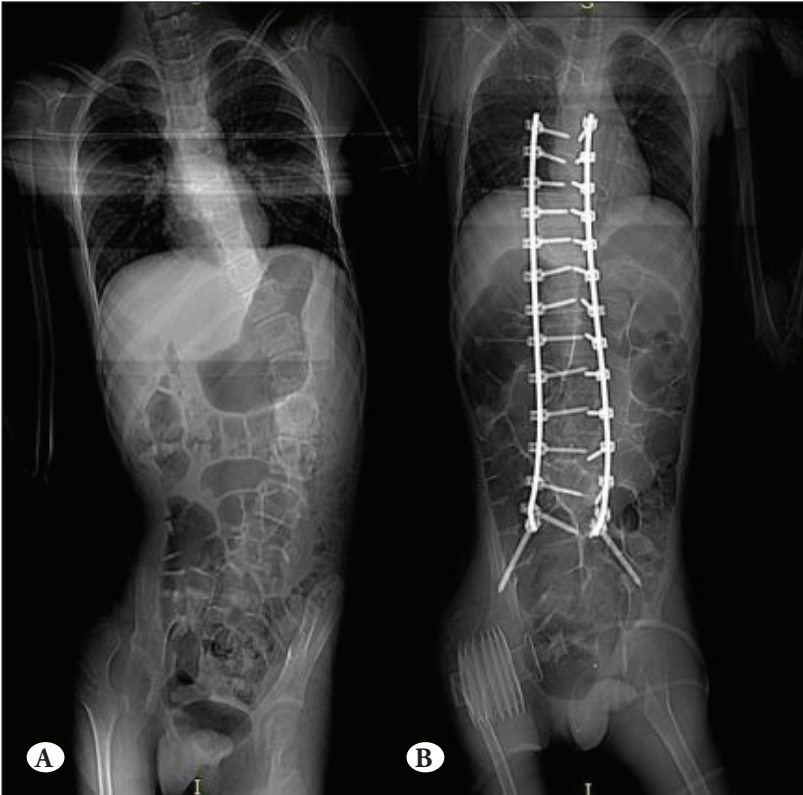
Borges ve ark. NMS'lu hastalarda koronal skolyotik deformitelerin düzeltilmesine rağmen çalıştıkları grupta spino-pelvik parametrelerde anlamlı bir değişiklik olmadığını saptadılar (4). Nordon ve ark. NMS nedeniyle opere edilen hastaların memnuniyetinin; doğrudan deformitenin korreksiyon derecesine bağlı olmadığını, korreksiyon prosedürünün başarısı ile hasta memnuniyeti arasındaki ilişkinin karmaşık ve çok faktörlü olduğunu bildirdiler (19).

## OLGU

14 yaşında erkek hastanın yapılan tetkiklerinde progressif olarak artan skolyotik deformitesi saptandı. Kalça problemi de olan ve eğriliği alt lomberden başlayan hastanın deformitesinden dolayı oturmakta dahi zorlandığı görüldü. Hastanın herhangi bir vertebral anomalisi görülmedi (hemivertebra vs..) Hastaya nöromusküler skolyoz tanısı ile eğriliğe uygun üst torakalden iliak kemiklere uzanan nöromonitorizasyon altında stabilizasyon uygulandı. Postoperatif deformitenin düzeldiği görüldü (Şekil 1).

## KOMPLİKASYONLAR

Rumella ve ark. yapmış oldukları bir çalışmada intraoperatif nöromonitorizasyonun ve yalnızca posterior yaklaşımların artarak kullanımının NMS'daki yüksek komplikasyon oranları ile mücadele edebileceğini bildirmişlerdir (22).



**Şekil 1:** Preoperatif çekilebilen (CT scannogram) grafilerde yüksek dereceli nöromusküler skolyoz görülmekte (A) iken postoperatif anlamlı derecede düzeltim görülmektedir (B).

NMS'da spinal füzyon prosedürlerinin komplikasyon oranları % 24-75 arasında değişmektedir (18).

Diğer skolyoz tipleri ile karşılaştırıldığında NMS en yüksek komplikasyon oranına sahiptir, bunu konjenital (%10,6) ve idiopatik skolyoz (%6,3) izlemektedir. Sharma ve ark. postoperatif 15.218 NMS'lu hasta üzerinde yapmış olduğu meta-analizde pulmoner komplikasyonların en yaygın olduğunu (% 22,71), ardından sırasıyla implantla ilişkili komplikasyonların (% 12,51), enfeksiyonların (% 10,91), nörolojik komplikasyonların (%3,01) ve psödoartrozun (%1,88) olduğunu saptadılar (25). Jalanko ve ark. opere ettikleri 91 NMS'lu hastada % 7 uzamış paralizik ileus, % 7 disfaji, % 1 gastroparezi gibi gastrointestinal komplikasyonlar saptadılar. Bu komplikasyonların çoğu geri dönüşümlü iken, postoperatif hastanede kalış süresini uzattığını ve bir kısmının gastrointestinal morbiditeye neden olduğunu bildirdiler. Rijit skolyozun bu komplikasyonlar için en önemli risk faktörü olduğunu, sadece posterior spinal füzyondan sonra önemli gastrointestinal komplikasyonların daha az sıklıkta görüldüğünü iddia ettiler (10).

## SONUÇ

Diğer skolyoz tipleri ile karşılaştırıldığında NMS en yüksek komplikasyon oranlarına sahiptir ve yönetimi oldukça karmaşıktır. Erken teşhisi ve ileri spinal merkezlere yapılan erken sevk, multidisipliner yönetimin sağlanması açısından önemlidir.

## KAYNAKLAR

1. Akesen B, Atıcı T, Ulusaloğlu AC: Acta Orthop Traumatol Turc 52(6):435-437, 2018
2. Bekmez S, Ozhan M, Olgun DM, Suzer A, Ayvaz M, Demirkıran HG, Karaagaçoğlu E, Yazıcı M: Pedicle subtraction osteotomy versus multiple posterior column osteotomies in severe and rigid neuromuscular scoliosis. Spine (Phila Pa 1976) 43(15):905-910, 2018
3. Blomkvist A, Olsson K, Eek MN: The effect of spinal bracing on sitting function in children with neuromuscular scoliosis. Prosthet Orthot Int 42(6):592-598, 2018
4. Borges PA, Zelada FGB, Dos Santos Barros TF, Letaif OB, da Rocha ID, Marcon RM, Cristante AF, Barros-Filho TEP: A comparative study of sagittal balance in patients with neuromuscular scoliosis. Clinics (Sao Paulo) 72(8):481-484, 2017
5. Chandran S, McCarthy J, Noonan K, Mann D, Nemeth B, Guiliani T: Early treatment of scoliosis with growing rods in children with severe spinal muscular atrophy: A preliminary report. Journal of Pediatric Orthopedics 31(4):450-454, 2011
6. Errico TJ, Petrizzo A: Introduction to spinal deformity. Errico TJ, Lonner BS, Moulton AW (eds), Surgical Management of Spinal Deformities. Philadelphia: Elsevier, 2009:3-12
7. Ferrari A, Ferrara C, Balugani M, Sassi S: Severe scoliosis in neurodevelopmental disabilities: Clinical signs and therapeutic proposals. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine 46(4):563-580, 2010
8. Funk S, Lovejoy S, Mencio G, Martus J: Rigid instrumentation for neuromuscular scoliosis improves deformity correction without increasing complications. Spine (Phila Pa 1976) 41(1):46-52, 2016
9. Jain A, Sullivan BT, Kuwabara A, Kebaish KM, Sponseller PD: Sacral-Alar-Iliac fixation in children with neuromuscular scoliosis: Minimum 5-year follow-Up. World Neurosurg 108:474-478, 2017
10. Jalanko T, Helenius I, Pakarinen M, Koivusalo A: Gastrointestinal complications after surgical correction of neuromuscular scoliosis: A retrospective cohort study. Scand J Surg 107(3): 252-259, 2018
11. Karampalis C, Tsirikos AI: The surgical treatment of lordoscoliosis and hyperlordosis in patients with quadriplegic cerebral palsy. The Bone & Joint Journal 96(6): 800-806, 2014
12. Lebel DE, Corston JA, McAdam LC, Biggar WD, Alman BA: Glucocorticoid treatment for the prevention of scoliosis in children with Duchenne muscular dystrophy: Long-term follow-up. The Journal of Bone and Joint Surgery American 95(12):1057-1061, 2013
13. Lee GA, Betz RR, Clements DH 3rd, Huss GK: Proximal kyphosis after posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976) 24(8):795-799, 1999
14. Lonstein JE, Akbarnia A: Operative treatment of spinal deformities in patients with cerebral palsy or mental retardation. An analysis of one hundred and seven cases. The Journal of Bone and Joint Surgery American 65(1):43-55, 1983
15. Master DL, Son-Hing JP, Poe-Kochert C, Armstrong DG, Thompson GH: Risk factors for major complications after surgery for neuromuscular scoliosis. Spine 36(7):564-571, 2011
16. Miladi L, Gaume M, Khouri N, Johnson M, Topouchian V, Glorian C: Minimally invasive surgery for neuromuscular scoliosis. Spine (Phila Pa) 43(16):968-975, 2018
17. Modi HN, Suh SW, Song HR, Fernandez HM, Yang JH: Treatment of neuromuscular scoliosis with posterior-only pedicle screw fixation. J Orthop Surg 3:23, 2008.
18. Mohamad F, Parent S, Pawelek J, Marks M, Bastrom T, Faro F, et al: Perioperative complications after surgical correction in neuromuscular scoliosis. J Pediatr Orthop 27:392-397, 2007

19. Nordon DG, Lugão AF, Machado LC, Marcon RM, Cristante AF, de Barros TE Filho, Letaif OB: Correlation between the degree of correction of neuromuscular scoliosis and patient quality of life. *Clinics (Sao Paulo)* 72(2):71-80, 2017
20. Özeren E, Çavuş G, Dalbayrak S: Spinal deformitelerde radyolojik görüntüleme yöntemleri. Dalbayrak S, Yaman O, Kaptanoğlu E, Şimşek S, Ateş Ö, Daldıç A (eds), *Spinal Deformiteler*. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları 2015: 29-37
21. Roberts SB, Tsirikos AI: Factors influencing the evaluation and management of neuromuscular scoliosis: A review of the literature. *J Back Musculoskelet Rehabil* 29(4):613-623, 2016
22. Rumalla K, Yarbrough CK, Pugely AJ, Koester L, Dorward IG: Spinal fusion for pediatric neuromuscular scoliosis: national trends, complications, and inhospital outcomes. *J Neurosurg Spine* 25(4):500-508, 2016
23. Sengupta DK, Mehdián SH, McConnell JR, Eisenstein SM, Webb JK: Pelvic or lumbar fixation for the surgical management of scoliosis in duchenne muscular dystrophy. *Spine* 27(18):2072-2079, 2002
24. Shao ZX, Fang X, Lu QB, Hu ZC, Shao SY, Hu YB, Wu AM, Wang XY: Comparison of combined anterior-posterior approach versus posterior-only approach in neuromuscular scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J* 27(9):2213-2222, 2018
25. Sharma S, Wu C, Andersen T, Wang Y, Hansen ES, Bünger CE: Prevalence of complications in neuromuscular scoliosis surgery: A literature meta-analysis from the past 15 years. *Eur Spine J* 22:1230-1249, 2013
26. Tanida A, Tanishima S, Mihara T, Narita A, Maegaki Y, Nagashima H: Selective spinal fusion for neuromuscular scoliosis in a patient with pompe disease. *JBJS Case Connect* 7:15, 2017
27. Tondevold N, Lastikka M, Andersen T, Gehrchen M, Helenius I: Should Instrumented spinal fusion in nonambulatory children with neuromuscular scoliosis be extended to L5 or the pelvis. *Bone Joint J* 102-B(2):261-267, 2020
28. Tsirikos AI: Development and treatment of spinal deformity in patients with neurological or myopathic conditions. *Orthopaedics and Trauma* 25(6):425-34, 2011
29. Vialle R, Thevenin-Lemoine C, Mary P: Neuromuscular scoliosis. *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research OTSR Suppl* (99)1:124-139, 2013
30. Walker KR, Novotny AS, Krach LE: Does intrathecal baclofen therapy increase prevalence and / or progression of neuromuscular scoliosis? *Spine Deform* 5(6):424-429, 2017