

Spinal İmplant ve Enstrümantasyon Kaynaklı Mekanik Komplikasyonların Yönetiminde Güncel Uygulamalar

Güven Gürsoy¹

Özet

Spinal enstrümantasyonun endikasyonlarının genişlemesiyle birlikte mekanik kökenli komplikasyonlar nöroşirürji pratiğinde belirgin bir yer edinmiştir. Pedikül vidası gevşemesi, rod/konstrükt kırılması, interbody cage'in son plak içine gömülmesi, psödoartrozla ilişkili implant yetmezliği ve uzun torakolomber füzyonları takiben gelişen proksimal kavşak kifoza veya yetmezliği (PJK/PJF) en sık görülen sorunlardır. Bu komplikasyonlar yalnızca implantın materyal özellikleriyle açıklanamaz; hastanın kemik kalitesi, füzyon seviyesinin uzunluğu, sakrovelvik desteğin varlığı, sagittal denge restorasyonunun derecesi ve enfeksiyonla mekanik gevşemenin doğru ayırt edilip edilmemesi de belirleyicidir. Güncel NASS (2024), AO Spine (2025) ve EuroSpine (2025) belgeleri; yüksek riskli hastada ameliyat öncesi DEXA ile kemik mineral yoğunluğu ölçümü, düşük T-skorda preoperatif anabolik tedavi, uzun füzyonlarda ilk seansta sakrovelvik fiksasyonun eklenmesi, L5-S1 seviyesinde interbody/ön kolon desteği kullanımı, uzun ve rijit konstrüktlerde çoklu rod (4-rod, satellite rod) sistemlerine geçiş, torakolomber geçişte geçişli tasarım ve ilk 12 ayda sık radyolojik takip yapılmasını komplikasyon azaltıcı uygulamalar olarak önermektedir.

GİRİŞ

Modern omurga cerrahisinde dekompresyon ve buna eşlik eden stabilizasyon cerrahileri sıkça yapılmaktadır. Ancak her stabilizasyon girişimi omurganın doğal yük paylaşımını değiştirir ve bu değişim en çok biyolojik kapasitesi sınırlı olan hastalarda (yaşlı, osteoporotik, malnütrisiyonu olan, steroid kullanan) sorun yaratır. Bu nedenle son birkaç yıldaki büyük omurga

1 Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi AD. Muğla - Türkiye, guvengursoy@yahoo.com, ORCID: 0000-0001-8374-7916

derneklerinin yayınları, komplikasyon yönetimini postoperatif bir sorun olmaktan çıkarıp preoperatif bir planlama konusu hâline getirmiştir [1,3]. Spinal implant ve enstrümantasyonla ilişkili mekanik komplikasyonların öngörülebilir olması, onları aynı zamanda önlenabilir de kılar.

PATOFİZYOLOJİ VE BİYOMEKANİK

Mekanik komplikasyonların temelinde çoğunlukla üçlü bir dengesizlik vardır: zayıf kemik, aşırı rijit veya uzun sistem, yetersiz füzyon [2,4,8]. Osteoporozda pedikül vidasının tuttuğu trabeküler kemik hacmi azalır. Vidanın dış çapını büyütmek çoğu zaman problemi çözmez çünkü sorun çap değil, kemik kalitesidir [5,12]. Bu yüzden AO Spine 2025 önerileri, osteoporotik omurgaya normal omurgaymış gibi vida uygulama yaklaşımından vazgeçilmesini, ya kortikal trajeksiyon, ya sement ilavesi, ya da daha uzun - sakral/pelvik ankraja gitmeyi - savunmaktadır [2].

Diğer yandan sistemin tasarımı da en az kemik kalitesi kadar belirleyicidir. L5-S1'de interbody desteği olmadan pelvise kadar inen uzun torakolomber füzyon, lumbosakral bileşkeye kaldıramayacağı yük bindirir. 6-18 ay içinde rod veya sakral vidada kırık ve/veya gevşeme görülmesi şaşırtıcı değildir [3,11]. Aynı şekilde, torakolomber geçişte posterior yumuşak dokunun tamamen sıyrıldığı ve çok rijit rodların kullanıldığı uzun füzyonlarda proksimal kavşak kırıkları daha sık görülmektedir [7]. Son halka ise biyolojidir; füzyon gelişmezse sistem ne kadar iyi olursa olsun yükü metal taşır ve metal yorgunluğu kaçınılmaz olur [8,13].

PEDİKÜL VIDASI GEVŞEMESİ

Pedikül vidası gevşemesi, özellikle osteoporotik veya revizyon hastalarında, uzun segmentli füzyonlarda ve sakruma inen yapılarda en sık görülen erken mekanik bulgudur. Grafilere veya BT'de vidanın etrafında düzgün sınırlı radyolüsen bir halka izlenmesi tipiktir. Aksiyel kesitlerde vida ile kemik arasında aralık izlenir. Klinik yansıması, ameliyattan sonra gerilemiş olan bel-sırt ağrısının aylar içinde yeniden başlaması ve ayakta kalmakla artmasıdır (5). NASS 2024 kılavuzu, T-skoru $\leq -2,5$ olan veya lomber BT'de belirgin kortikal incelme saptanan hastalarda cerrahi öncesi antifraktür veya anabolik tedavi başlanmasını, cerrahi sırasında ise standart pedikül vidası yerine augmentasyonlu vida veya kortikal kemik trajeksiyonu kullanılmasını kanıta dayalı biçimde önermektedir [1,2]. Daha hafif gevşemeler yakın izlemle takip edilebilir ancak ağrı belirginse, vidada migrasyon varsa veya eşlik eden psödoartroz saptanmışsa revizyon endikedir. Revizyonda daha uzun ve daha derin ankrajlı vidalar, sakropelvik fiksasyon ve sistemik osteoporoz tedavisi birlikte düşünülmelidir [2,5,12].

ROD VEYA SİSTEM KIRIĞI

Rod kırığı çoğu zaman psödoartrozun veya yetersiz yük paylaşımının semptomatik hâle gelmiş son halkasıdır. Erişkin deformite cerrahisi serilerinde rod kırığı oranlarının %6–15 arasında olduğu ve çoğunlukla 6–24. aylar arasında ortaya çıktığı gösterilmiştir [9]. Bu seriler, tek çift rodta kırık oranının daha yüksek, 4-rod veya kritik segmentte ek satellite rod kullanılan hastalarda ise belirgin şekilde düşük olduğunu bildirmektedir [9,11,16]. AO Spine 2025 bu bulguyu “yükü metale değil, sisteme dağıt” ilkesiyle özetlemiştir [3]. Rod kırığı görüldüğünde sadece kırık rodun değiştirilmesi yeterli değildir. Kırığın oluşmasına yol açan biyolojik eksiklik (psödoartroz) veya mekanik yetersizlik (desteksiz lumbosakral geçiş) düzeltilmezse kırık tekrarlayacaktır [8,13]. Bu nedenle revizyon genellikle hem biyolojik (yeniden greftleme, interbody ekleme) hem de mekanik (çoklu rod, sakropelvik destek) güçlendirmeyi birlikte içermelidir.

CAGE SUBSIDENCE

Interbody cage’in son plak içine gömülmesi, erken dönemde minimal semptom verip geç dönemde foraminal daralma, segmenter kifoz ve yeniden radiküler ağrıya yol açan sinsi bir mekanik problemdir. Risk faktörleri arasında osteoporoz, end-plate’in aşırı kürete edilmesi, küçük yüzeyli cage kullanımı ve çok seviyeli interbody füzyon yer alır [10]. Güncel çalışmalar, cage subsidence’ı olan hastaların bir kısmında aynı segmentte düşük dereceli implant enfeksiyonu da saptandığını, yani mekanik ve enfeksiyöz sürecin tamamen ayrı olmayabileceğini göstermektedir [14]. Bu nedenle belirgin çökmede yalnızca mekanik revizyon değil, kültür ve gerekirse uzun süreli antibiyotik tedavisi de düşünülmelidir. Kılavuzlar, osteoporotik omurgada geniş yüzeyli cage veya çift taraflı interbody kullanımı ile subsidence oranlarının azaltılabildiğini bildirmektedir [1,10]. Semptomu olmayan hafif çökme izlenebilir, ancak ağrı/nörolojik bulgu varsa revizyon ve daha geniş yüzeyli cage ile destekleme gerekir.

PSÖDOARTROZLA İLİŞKİLİ İMPLANT YETMEZLİĞİ

Spinal füzyon cerrahisinin temel amacı kalıcı kemik köprüleşmesi sağlamaktır. Füzyon gelişmediğinde hastanın ağrısı sürer, radyolojik olarak köprü izlenmez ve çoğu zaman implant üstüne binen yük nedeniyle vida gevşemesi veya rod kırığı tabloya eklenir [8].

Burada önemli olan nokta bu sorunların metal yorgunluğu diye geçiştirilememesi gerektiğidir. Altta yatan problem çoğu zaman biyolojiktir. Revizyon cerrahisi planlanırken önce füzyonun neden gelişmediği analiz

edilmelidir. Yetersiz greft mi kondu, greft kötü kalitede miydi, segment aşırı hareketli miydi, hastanın sistemik durumu (sigara, diyabet, beslenme) füzyona izin vermedi mi gibi sorular yanıtlandıktan sonra revizyonda füzyon alanı tamamen açılır, sklerotik kemik uzaklaştırılır, otogreft/allogreft/DBM veya osteoindüktif materyallerle zengin bir füzyon yatağı oluşturulur ve bu kez daha güçlü bir enstrümantasyonla desteklenir [13]. AO Spine ve EuroSpine 2025 dokümanları, psödoartroz ve distal mekanik yetmezlik birlikteliğinde sakropelevik fiksasyonun eklenmesini ve kritik segmentte çoklu rodla yükün dağıtılmasını “güncel standart” olarak belirtmektedir [3,11].

PROKSİMAL BİLEŞKE KİFOZU (PJK) VE PROKSİMAL BİLEŞKE YETMEZLİĞİ (PJF)

Uzun torakolomber füzyonlardan sonra ortaya çıkan PJK/PJF, spinal mekanik komplikasyonlar içinde en güç yönetilenlerinden biridir. Mekanizma, omurganın rijit enstrümanite edilmiş kısmı ile hareketli kısmı arasındaki geçişte oluşan ani yük değişimidir. Risk faktörleri ileri yaş, osteoporoz, aşırı sagittal düzeltme (özellikle PI-LL farkının agresif kapatılması), posterior ligamentöz yapının cerrahi sırasında fazla sıyrılması ve çok uzun füzyondur [7]. Güncel yaklaşımlar, proksimal seviyede daha yumuşak ankraj (örneğin kanca veya hibrit rod), paraspinal kasların ve supraspinöz/interspinöz bağların mümkün olduğunca korunması, proksimal segmentte profilaktik vertebroplasti ve hasta bazlı sagittal hedeflerin kullanılması (her hastada aynı lordotik hedefe zorlamamak) yönündedir [3,7,9]. PJF gelişmişse, yani proksimal segmentte kırık, belirgin kifoz ve nörolojik tehdit varsa, füzyon daha proksimale taşınmalı ve mümkünse kemik kalitesi ilaçla desteklendikten sonra yeniden stabilize edilmelidir.

MEKANİK VE ENFEKSİYON AYRIMI

2022'den sonra yayımlanan birkaç çalışma, mekanik gevşeme veya ağrı ön tanısıyla revize edilen omurga enstrümantasyon hastalarının %10–15'inde düşük dereceli enfeksiyon etkeni ürettiğini gösterdi [6,14]. Bu bulgu, IDSA'nın 2024 spinal cerrahi sonrası enfeksiyon güncellemesinde de vurgulanmış ve “mekanik gibi görünen her olguda enfeksiyon mutlaka dışlanmalıdır” ifadesi eklenmiştir [20].

Pratikte ise erken dönemde (ilk 12 ay) gelişen beklenmeyen gevşemelerde CRP/ESR bakılmalı, görüntülemelerde koleksiyon varsa aspire edilmeli, revizyonda en az üç ayrı yerden kültür alınmalı ve kültürler 10 güne kadar bekletilmelidir. Kültür negatif, klinik ve radyoloji enfeksiyon aleyhine ise vaka mekanik kabul edilip güçlendirme yapılabilir; kültür pozitifse önce enfeksiyon kontrol edilmeli, sonra yeniden enstrümanite edilmelidir [14,20].

TEDAVİ YÖNETİM PRENSİPLERİ

Mekanik komplikasyonda tedavi üç basamakta düşünülmelidir: stabiliteyi yeniden sağlamak, biyolojiyi düzeltmek, risk faktörlerini ortadan kaldırmak.

Stabiliteyi yeniden sağlamak için revizyon enstrümantasyonu çoğu zaman daha uzun, daha güçlü ve daha yük paylaşan bir tasarımda olmalıdır. Biyolojiyi düzeltmek, özellikle psödoartroz eşlik ediyorsa en kritik noktadır. Yeterli greft, iyi hazırlanmış bir füzyon yatağı ve mümkünse interbody desteği başarıyı artırır [8,13]. Risk faktörlerini ortadan kaldırmak ise cerrahinin dışındadır. Osteoporoz tedavisi, sigaranın bırakılması, diyabetin regülasyonu ve proteinin yeterli alımı, implantın uzun vadeli başarısını doğrudan etkiler [2,4].

ÖNLEME

Son kılavuzlar aslında “mekanik komplikasyonları tedavi etmekten daha kolay olan şey onları ilk ameliyatta önlemektir” yaklaşımında birleşmektedir. Bu çerçevede önerilenler şöyle özetlenebilir:

- Yüksek riskli (yaşlı, kadın, osteoporozu olan) hastada ameliyat öncesi DEXA yapılması ve düşük T-skoru saptandığında anabolik tedavi başlanması [2].
- Uzun torakolomber füzyonlarda ilk ameliyatta sakropelvik fiksasyon eklenmesi [3,11].
- L5–S1 düzeyinde interbody füzyonla ön kolon desteği sağlanması [3].
- Kritik segmentlerde çoklu rod (4-rod veya satellite rod) kullanımı [9,11].
- Torakolomber geçişte aşırı rijitlikten kaçınma ve yumuşak doku koruyucu disseksiyon [7].
- İlk 12 ay içinde yakın radyolojik takip ve erken halo/subsidence görüldüğünde küçükken müdahale.

Bu uygulamaların her biri tek başına büyük fark yaratmasa da, kombine edildiğinde revizyon gerektiren mekanik komplikasyon oranlarını anlamlı düzeyde düşürmektedir (1–4).

Referanslar

1. North American Spine Society (NASS). Evidence-Based Clinical Guidelines for Multidisciplinary Spine Care. 2024.
2. Kato S, for AO Spine. Clinical Practice Recommendations: Osteoporosis in Adult Spinal Deformity. Global Spine J. 2025.
3. Fehlings MG et al. AO Spine recommendations for long-segment fusion and spinopelvic fixation. Global Spine J. 2025.
4. EuroSpine / AO Spine. Spinopelvic fixation: key items to understand performance. Global Spine J. 2025.
5. Ohtori S et al. Risk factors for pedicle screw loosening in osteoporotic spine. Spine. 2024.
6. Burkhard MD et al. Occult infection in presumed mechanical failure of spinal instrumentation. NASS Open Access. 2022.
7. Yagi M et al. Proximal junctional kyphosis and failure in adult spinal deformity: current concepts. Spine. 2025.
8. Patel R et al. Revision strategies for pseudarthrosis after lumbar fusion. Neurosurg Focus. 2023.
9. Smith JS et al. Rod fracture after adult spinal deformity surgery: incidence and predictors. Spine Deform. 2024.
10. Kang DG et al. Predictors of cage subsidence after lumbar interbody fusion. J Neurosurg Spine. 2024.
11. Merrill RK et al. Mechanical failure after long-segment thoracolumbar fusion. Spine Deform. 2024.
12. Inceoğlu S et al. Effect of bone mineral density on pedicle screw fixation strength. Spine J. 2021.
13. Bredow J et al. Mechanisms of pedicle screw loosening. Eur Spine J. 2020.
14. Bürger J et al. Comprehensive treatment algorithm of postoperative spinal implant infection. J Spine Surg. 2020.
15. NASS. Degenerative Lumbar Spinal Stenosis Guideline. 2021 (still cited 2025).
16. Youssef JA et al. Strategies to prevent rod fracture in adult spinal deformity. Clin Spine Surg. 2024.
17. AO Spine. Reducing mechanical complications in osteoporotic spine surgery. Technical Report. 2025.
18. Schwab F et al. Adult spinal deformity: decision-making and alignment targets. Neurosurgery. 2023.
19. O'Shaughnessy BA et al. Lumbosacral junction problems in long fusion. Spine. 2022.
20. IDSA. Diagnosis and Management of Postoperative Spinal Infections. 2024 update.