

TAZE DANA TORAKAL VE LOMBER OMURGASINA SERBEST EL TEKNİĞİ İLE TRANSPEDİKÜLER VİDA UYGULAMASINDA AÇISAL GÜVENLİ ZONUN ARAŞTIRILMASI

THE ANGULAR SAFE ZONE FOR THE FREE HAND TECHNIQUE TRANPEDICULAR SCREW APPLICATION IN THE THORACIC AND LUMBAR FRESH CALF SPINE

Burak AKAN*, İ. Teoman BENLİ**, Doğaç KARAGÜVEN***, Murat KÖKEN***, Özgür BÜLBÜL***, Tuğrul YILDIRIM*** Selçuk ÖZDOĞAN****

ÖZET:

Vertebra deformitelerinde pediküler vidalar uzun zamandır kullanılmaktadır, ancak vidaların spinal kanala penetrasyonu sonucu nörolojik defisit oluşma riski, daha güvenli olduğuna inanılan torakolomber (T12-L1) ve lomber bölgede kullanımı ile sınırlı kalmasına yol açmıştır. Son yıllarda, özellikle skolyotik deformitelerin tedavisinde torakal bölgede çengeller, lomber bölgede ise pediküler vidalardan oluşan hibrid sistemler yerine tüm vertebral seviyelere pediküler vida uygulaması yapılan 3. kuşak modern sistemler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, dana vertebraşında, hem torakal, hem de lomber bölgede serbest el tekniği ile transpediküler vida uygulaması sonrası ortaya çıkan malpozisyon oranının ve kanala veya vertebra cismi dışına penetrasyon olmaksızın vida yerleştirilen güvenli açısız aralığın saptanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, T1-L6 arası bütün olarak çıkartılan 10 adet taze dana

omurgası kullanılmıştır. Bu omurlara vida uygulamasında acemi beş uygulayıcı tarafından, tüm vertebral seviyeye çift taraflı toplam 320 üçüncü kuşak pediküler vida konulmuştur. Tüm örnekler, 16 kesit bilgisayarlı tomografi ile spiral olarak taranmış, tüm vida pozisyonları gözden geçirilmiş ve sagittal plana göre açılanmaları ölçülmüştür.

Tüm vida uygulamaları, birlikte değerlendirildiğinde, konulan 320 vidanın 33 (% 10.3)'ünün malpozisyona sahip olduğu belirlenmiştir. Bu malpozisyona sahip vidalardan 4 (% 1.2)'ü ciddi, 24 (% 7.5) ve 5 (% 1.6) hafif düzeyde penetrasyonu olduğu gözlenmiştir. Torakal ve lomber malpozisyon oranları karşılaştırıldığında, istatistikî olarak bir fark olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Torakal bölgede herhangi bir penetrasyon yapmaksızın pedikül içinde yer alan 185 vidanın ortalama $13.7^\circ \pm 5.8^\circ$ açı ile konduğu, güvenli açı aralığının 4° ile 20° arasında olduğu belirlenmiştir. Lomber bölgede ise

(*) Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara.

(**) Prof. Dr., Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara.

(***) Araştırma Görevlisi, Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara.

(****) Araştırma Görevlisi, Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Anabilim Dalı, Ankara.

Yazışma Adresi: Prof. Dr. İ. Teoman Benli, Cinnah Caddesi, Alaçam Sokak, 1 / 11, Kavaklıdere, Ankara.

Tel: 0 (312) 204 40 43

Faks: 0 (312) 204 40 44

e-mail: cutku@ada.net.tr

malpozisyona yol açmayan güvenli zonun 22° ile 34° arasında olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak kadavra ve cerrahi uygulamalarıyla benzer malpozisyon oranları elde edildiği göz önünde tutularak, pediküler vida uygulamalarında, öğrenme sürecinde, taze dana vertebraşının iyi bir model olduğu ileri sürülmüştür. Bu çalışmanın verilerine göre torakal ve lomber bölgedeki malpozisyon oranları benzer olduğu, güvenli açısal zona dikkat edildiği sürece, torakal bölgede pediküler vida uygulaması için komplikasyon riski açısından lomber bölgedekine ek olarak daha yüksek bir risk bulunmadığı fikri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pediküler vida, dana omurgası, torakal vida uygulaması

Kanıt Düzeyi: Düzey I, deneysel çalışma

SUMMARY

Pedicular screws were used in vertebra deformities for a long time, however, it lead to a limited use of them with the use of thoracolumbar (T12-L1) and lomber zone, which are believed to be safer, as a result of the penetration of the screws to the spinal canals the formation risk of neurological deficit. In recent years, especially instead of using hooks in the treatment of scoliosis deformations in thoracic zone and hybrid systems consisting of pedicular screws in lomber zone, 3rd generation modern systems were started to use prevalently on pedicular screw applications to all vertebral levels. In this study, it was aimed to determine safe angular interval where screws were installed without any rate of malposition and penetration to the canal or outside the vertebrate substance which happened after the application of transpedicular screw with free hand technique both in thoracic and lomber zone on calf vertebra. With this purpose, 10

fresh calf vertebral columns which were taken out as a whole between T1-L6 were used. In the application of screws to these vertebra, totally 320 double sided 3rd generation pedicular screws were installed on all vertebral levels by 5 inexperienced operators. All of the samples were scanned with 16 cross-section computerized tomography spirally, all screw positions were revised and their angles were measured according to sagittal plan.

When all screw applications were evaluated together, it was found that 33 of 360 screws (% 10.3) which were installed had malposition. It was observed that 4 of the screws (%1.2) which had malposition were serious, 24 (%7.5) and 5 (% 1.6) had slightly penetrated. When malposition rates on thoracic and lomber were compared, there was no difference statistically ($p>0.05$). Without causing any penetration on thoracic zone it was found that 185 screws, which took place in pedicul, were installed with $13.7^\circ \pm 5.8^\circ$, and safe angular distance was between 4° and 20° . It was determined that safe zone which did not lead to malposition in lomber zone was between 22° and 34° .

As a consequence, it was put forward that fresh calf vertebra was a good model in learning process, and pedicular screw applications by considering similar malposition rates were obtained with surgical and cadaver applications. According to the data of this study, the malposition rates in thoracic and lumbar zone were similar, so long as paying attention to the safe angular zone; it was found that there wasn't a higher risk of pedicular screw application in the thoracic zone in terms of complication risk in addition to lumbar zone.

Key Words: Pedicular screw, calf spine, thoracic screw application

Level of Evidence: Level I, experimental study

GİRİŞ:

Omurga deformitelerinin tedavisinde, omurganın üç boyutlu anatomofizyolojik ve biyomekanik özelliklerinin daha iyi anlaşılması ve metalürjideki büyük gelişmeler, son birkaç on yıldır çok önemli atılımlara yol açmıştır^(5,7,9,11,14,19). Bu doğrultuda, özellikle spinal deformitelerin tedavisinde 3. kuşak enstrümantasyon sistemleri başarı ile kullanılmaktadır^(5,19).

Yapılan çalışmalarda, lomber pediküler vida uygulamasının, daha iyi bir fiksasyon ile daha başarılı üç planlı korreksiyon olanağı verdiği, çengel çıkması gibi sorunları ortadan kaldırdığına, kaynama oranlarının nispeten daha yüksek olduğu bildirilmiştir^(5,19). Buna karşın torakal bölgede kullanımı, ilk uygulamalarda vidaların malpozisyonuna bağlı gelişen nörolojik ve vasküler komplikasyonlar nedeniyle genel olarak sınırlı kalmıştır.

Pedikül vidası uygulaması, ilk olarak 1959 yılında Boucher tarafından tarif edilmekle birlikte, 1960'larda Roy Camille tarafından popülerize edilmiştir⁽²⁶⁾. Liljenqvist ve arkadaşları, 120 torasik pedikül vidası uygulamasını bilgisayarlı tomografi ile incelemişler, vidaların % 25'nin pedikül veya vertebral dışına penetre olduğunu tespit edilmiştir⁽³⁴⁾. Torakal pediküler vida uygulaması, son dekat içinde Suk tarafından tekrar gündeme getirilmiş ve yaygınlaşmıştır⁽⁴⁰⁾. Yapılan yayınlarda torakal vida uygulaması ile malpozisyon % 3-44.2 oranında bildirilirken, nörolojik defisit gelişme insidansı % 1 civarındadır⁽²⁶⁾.

Torakal vidaların güvenli yollanması açısından birçok yol gösterici tanımlanmaya çalışılmıştır. Kim ve arkadaşlarının giriş yerinin doğru belirlenmesine yönelik çalışmaları, bunlardan biridir⁽²²⁾. Ancak, literatürde pedikül anatomisine yönelik çalışmalar olsa da,

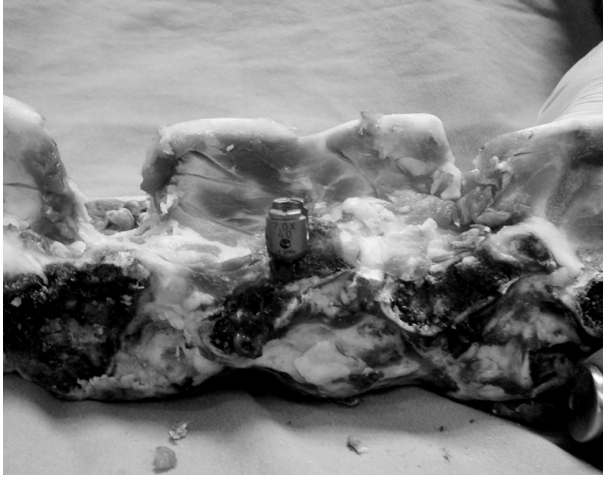
pediküler vida uygulaması için açılmalı güvenli bir zonun saptanmasına yönelik az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada torakal ve lomber bölgede serbest el tekniği ile vida uygulamasındaki malpozisyon oranları ve açılmalı güvenli zonun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için bütün olarak çıkartılan 10 adet dana omurgası kullanılmıştır. Vidaların durumu, bilgisayarlı tomografi ile belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT:

Bu çalışmada, 2 yaşında benzer kilolardaki danalardan elde edilen ve T-1'den itibaren sakrumu içerecek şekilde izole edilen 10 adet taze dana omurgası kullanılmıştır. Dana omurgaları bir bütün olarak alındıktan sonra, profesyonel kasaplarca, omurga cisim ve posterior elemanlarına zarar vermeksizin, yumuşak doku ve kaslardan arındırılmıştır. Örnekler kesim yerinden alınır alınmaz, çalışma salonunda uygulamaya geçilmiştir.

Örneklerin her biri bir çalışma masasına konulup, daha önce pediküler vida koyma konusunda hiç veya çok az deneyimi olan 5 uygulayıcıya, vida konulma teknikleri ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Örnek ve uygulayıcı eşleşmeleri kura çekme yöntemi ile randomize olarak yapılmıştır. Her uygulayıcı, kendisine düşen 2 dana omurgasının tüm vertebral segmentlerine usulüne uygun olarak 3. nesil pediküler vidalar koymuştur (Expedium®). Torakal bölgede 6 mm çapında 50'lik, lomber bölgede 6 mm çapında 60'lık vidalar kullanılmıştır. Vida konulma esnasında uygulayıcılara hiçbir yönlendirme ve müdahale yapılmamıştır. Çalışma dizaynı gereğince tüm vida uygulamaları bir gün içinde bitirilmiştir. Böylece her bir örnekte 10 torakal ve 6 lomber omur olmak üzere 100 torakal ve 60 lomber

dana omurgasına çift taraflı vida konulmuştur. Sonuç olarak, 200 torakal, 120 lomber olmak üzere toplam 320 pediküler vida serbest el tekniği ile yerleştirilmiştir (Şekil-1).



Şekil-1. Taze dana lomber bölgesine yerleştirilmiş pediküler vidalar

Vida yerleştirme işlemi bitirilen tüm örneklerde, 16 kesitli bilgisayarlı tomografide spiral tarama yapılmıştır. Her vida seviyesinde, vidaların doğru giriş noktalarına sahip olup olmadıkları, pedikül içinde olup olmadığı incelenmiştir. Pediküler alanın dışına çıkarak, lateral korteksi veya spinal kanal komşu korteksi penetre ederek kemik bütünlüğünün bozulmasına yol açan tüm vidalar, uygunsuz pozisyonda (malpozisyon) olarak kabul edilmişlerdir. Bilgisayarlı tomografi ekranında, vidaların tamamı için masa planına dik olan sagittal aks ile vida aksı arasındaki açı ölçülerek vida yönelim açıları belirlenmiştir.

Vida uygulayıcılar, malpozisyon oranları açısından karşılaştırılmış ve uygulayıcılar arasında fark olup olmadığı kontrol edilmiştir. Toplam malpozisyon oranı, torakal ve lomber bölgedeki malpozisyon oranları, malpozisyonun cinsi (lateral veya medial penetrasyon) ve malpozisyonun miktarına (Hafif: kortekste minimal düzensizlik, Orta: vidanın bir kısmı

pediküler alan dışında, Ciddi: Vidanın tamamı pediküler ala dışında) göre malpozisyon oranlarının dağılımları belirlenmiştir. Torakal ve lomber bölge malpozisyon oranları istatistiki olarak karşılaştırılmıştır. Pediküler alan içinde kalan ve doğru bir yerleşime sahip vidaların açı değerleri ortalamaları ve hangi açı değerleri arasında yönelime sahip oldukları, hem laterale hem de mediale malpozisyon gösteren vidaların açısal yönlenmeleri belirlenmiştir.

İstatistik çalışmalarda SPSS 11.0 for Windows programı, "Student t- test for different samples", iki yüzde arasındaki farkın anlamlılık testi ve varyans analizi (Kruskal Wallis) testi, Pearson korelasyon regresyon testi kullanılmış, olasılık değeri olarak 0.05 alınmıştır.

SONUÇLAR:

Bu çalışmada yer alan 10 dana omurgasının torakal ve lomber omurlarına eşit sayıda vida koyan 5 acemi vida uygulayıcısının malpozisyon oranları istatistiki olarak benzer bulunmuştur ($p>0.05$). Tüm vida uygulaması birlikte değerlendirildiğinde, konulan 320 vidanın 33 (% 10.3)'ünün malpozisyona sahip olduğu belirlenmiştir. Bu malpozisyona sahip vidalardan 4 (% 1.2)'ü ciddi, 24 (% 7.5) ve 5 (% 1.6) hafif düzeyde penetrasyonu olduğu gözlenmiştir.

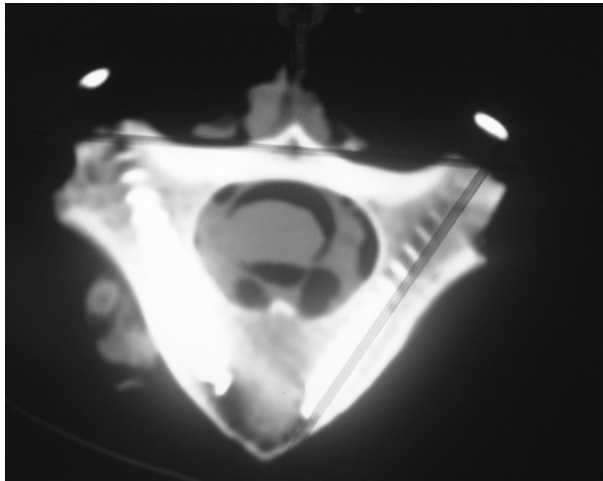
Bu 33 malpozisyonun, 15'inin torakal, 18'inin lomber bölgedeki vidalarda olduğu, sırasıyla torakal ve lomber malpozisyonun % 12.5 (15/120) ve % 9 (18/200) görüldüğü saptanmıştır. Torakal ve lomber malpozisyon oranları karşılaştırıldığında, istatistikî olarak bir fark olmadığı belirlenmiştir ($t: 1.059, p>0.05$).

Laterale yönelen vida sayısı 11 (% 3.4) ve mediale spinal kanala doğru yönelen vida sayısının 22 (% 6.9) olduğu gözlenmiştir. Torakal bölgede 5 vidanın laterale ve 10 vidanın mediale spinal kanala doğru, lomber bölgede ise 6 vidanın laterale ve 12 vidanın mediale spinal kanala doğru malpozisyonu olduğu saptanmıştır.

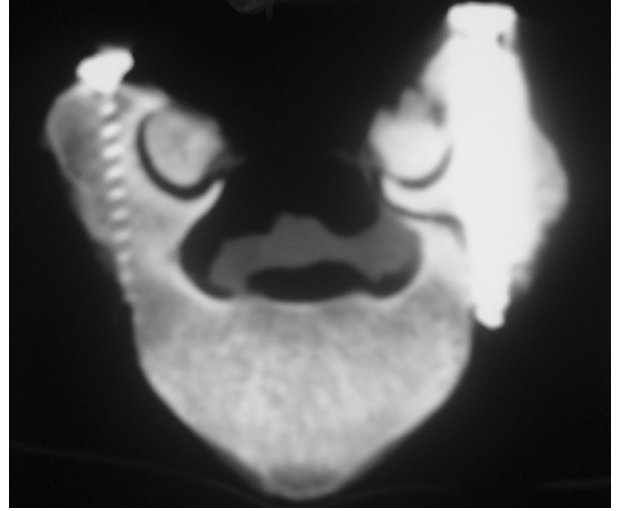
Torakal ve lomber bölgedeki laterale ve mediale yönelen vida oranları istatistikî olarak benzer bulunmuştur ($p>0.05$). Bununla beraber her iki bölgedeki laterale ve mediale yönelenmede hafif, orta ve ciddi penetrasyon oranları açısından da istatistikî bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Torakal bölgede herhangi bir penetrasyon yapmaksızın pedikül içinde yer alan 185 vidanın ortalama $13.7^\circ \pm 5.8^\circ$ açı ile konduğu, güvenli açı aralığının 4° ile 20° arasında olduğu belirlenmiştir. Torakal bölgede mediale yönelen vidaların ortalama $44.7^\circ \pm 5.9^\circ$ açı ile konduğu ve tamamının 22° üzerinde olduğu, maksimum 34° açı ile konduğu saptanmıştır. Laterale yönelen vidaların ise ortalama $8^\circ \pm 5.7^\circ$ ile konduğu minimum 0° , maksimum -15° açı ile konduğu belirlenmiştir.

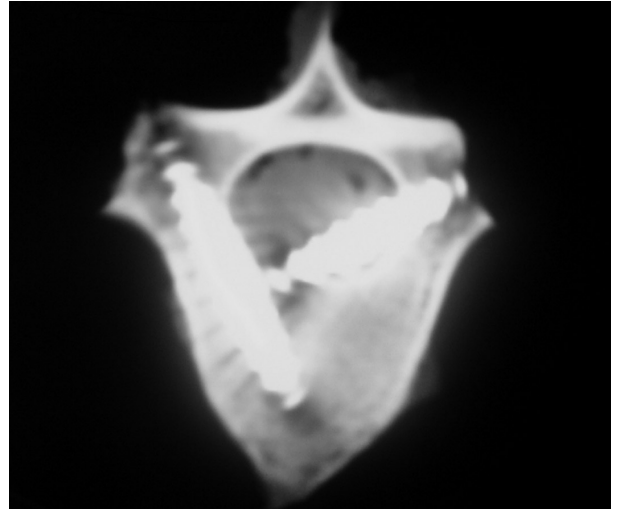
Lomber bölgede malpozisyona yol açmayan güvenli zonun 22° ile 34° arasında olduğu saptanmıştır. Lomber bölgede penetrasyon göstermeyen vidaların ortalama $28.3^\circ \pm 3.5^\circ$ ile konduğu gözlenmiştir (Şekil-2). Lomber bölgede mediale yönelen spinal kanalı penetre eden vidaların ortalama $44.8^\circ \pm 5.9^\circ$ ile konduğu, minimal açılanmanın 36° olduğu, penetrasyon oluşturan maksimum açılanmanın 54° olduğu belirlenmiştir. Laterale malpozisyonu olan vidaların ortalama açılanması ise $15^\circ \pm 4.9^\circ$ olup, minimum -10° , maksimum -20° açı ile yönlendiği saptanmıştır (Şekil-3,4).



Şekil-2. Dana lomber omuruna doğru yönelimde yerleştirilmiş pediküler vidaların bilgisayarlı tomografi görüntüleri



Şekil-3. Lomber bölgede aynı seviyede hem orta hem de ciddi medial penetrasyon



Şekil-4. Aynı omur seviyede hem orta hem de ciddi lateral penetrasyon

Vidaların güvenli zon dışında açılarının artırılmasının mediale, azaltılmasının laterale penetrasyon şiddeti ile korele olduğu da belirlenmiştir ($p<0.05$). Torakal ve lomber açı ortalamaları ve açı aralıkları karşılaştırıldığında da istatistikî olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ($p<0.05$), bu durumun bu iki bölgenin pedikül anatomilerinin farklı olmasına bağlanmıştır.

TARTIŞMA:

Modern sistemlerin, spinal deformitelerde ve travmalarında kullanıma girmesiyle lomber bölgede vida kullanımı kısa zamanda tüm Dünya'da yaygınlaşmış, ancak torakal bölgede vida uygulamasının potansiyel nörolojik defisit ve vasküler komplikasyon riski nedeniyle kullanımı uzun yıllar kısıtlı oranda kalmıştır ^(3,12). Liljenqvist ve arkadaşları, 120 torasik pedikül vidası uygulamasını bilgisayarlı tomografi ile incelemişler, vidaların % 25'nin pedikül dışında veya vertebral dışına doğru olduğunu tespit etmişlerdir. Bu grupta nörolojik defisit görülmemiştir, ancak vidaların yakın komşuluktaki aortaya hasar verme şansı açısından önemli bir tehlike oluşturabileceğine dikkat çekilmiştir. Vidaların orta hatta doğru hatalı yerleşimi, torakal bölgede medulla spinalisin kanal içinde işgal ettiği alanın daha fazla olması ve köklerin pediküllere yakın komşuluğu, pedikül çaplarının daha küçük olması nörolojik defisit oluşma riskini artırmaktadır ⁽³⁴⁾.

Torakal bölgede vida kullanımı, esas olarak Suk ve arkadaşlarının yayınlarını takiben yaygınlaşmış ve torakal bölgede çengeller yerine pediküler vidaların kullanımının avantajlarına dair birçok yayın yapılmıştır ^(23,35,40). Bu avantajlardan biri, pediküler vidaların dışa çıkma (pull-out) direncinin çengellere nazaran daha yüksek olmasıdır ⁽³⁵⁾. Aynı zamanda yapılan çalışmalar, pediküler vidaların torakal bölgede aksiyel, eğici ve rotasyonel kuvvetler karşısında sagittal, koronal ve transvers planda rijit bir fiksasyon sağladığını göstermektedir ^(28,41-43). Bunun dışında füzyon oranlarını artırdığı ve özellikle posterior dekompresyon yapılan olgularda daha güvenli bir fiksasyon yapıldığını ileri süren çalışmalar da mevcuttur ^(10,23-24,29,37,41).

Son yıllarda yapılan bir çok çalışmada, torasik pediküler vida kullanılarak yapılan segmenter posterior enstrümantasyonla başta idiopatik skolyoz olmak üzere, nöromusküler skolyozda, adult skolyozda, revizyon cerrahisinde ve hatta pediatrik yaş grubunda, üç planda da yüksek korreksiyon oranları sağlandığı bildirilmektedir ^(1,4,7,16-17,22,25,27,30,33). Akgül ve arkadaşları, idiopatik skolyozlu hastalarında frontal planda % 40-88 oranında korreksiyon sağlandığını saptamışlardır ⁽¹⁾. Luhman ve arkadaşları, 70° üzeri, Hamzaoğlu ve arkadaşları ise 100° üzeri rijit eğriliklerde bile anterior gevşetme gerekmesizin segmenter pediküler vida sistemleriyle yüksek oranda düzeltme elde ettiklerini rapor etmişlerdir ^(17,36). Diğer taraftan birçok vida seçeneğinin olması nedeniyle rodların vidalara yerleştirilmesinin daha kolay olduğu ve güçlü rotasyonel etki ile torakoplasti ihtiyacının ortadan kalktığı, daha kısa hastane yatışı nedeniyle gider avantajı sağladığı hakkında da yayınlar vardır ^(8,25,31-32).

Torakal vida uygulamasının en önemli ve korkulan komplikasyonları, nörolojik defisit oluşması ve vasküler komplikasyonlardır. Literatürde nörolojik defisit oranları, % 0.26 ile - % 17 arasında değişmektedir ⁽²⁶⁾. Ancak, teorik bilgi bazen pratik uygulamalardaki hataları yine de engellemektedir ^(4,26). Diab ve arkadaşlarının 2007 yılında yayınladıkları 1301 enstrümantasyon uygulanan idiopatik skolyozlu hastayı içeren çalışmalarında, vida uygulamasına bağlı nörolojik defisit oranının % 0.69 olduğu saptanmıştır ⁽¹²⁾. Papin ve arkadaşları, bir vidanın medial penetrasyonu sonucu gelişen abdominal ağrı ve alt ekstremitelerde güçsüzlükle giden ve vidanın çıkartılmasıyla düzelen bir olgu rapor etmiştir ⁽³⁸⁾. Alanay ve arkadaşları, pediküler vidanın daha

sonra pedikülü kırarak kanal basısı yaptığı ve bu durumun paraplejiyle sonuçlandığı bir olgu sunumu yapmışlardır ⁽²⁾.

Heine ve arkadaşları, pediküler vida yerleştirilmesi sırasında ölümcül kardiyak tamponada yol açan sağ koroner arter yaralanması olan bir vaka rapor etmişlerdir ⁽¹⁸⁾. Suk ve arkadaşları, torakal pediküler vidaların anterior korteksi geçtiğinde aortaya temas edebileceğini göstermişlerdir ⁽⁴⁰⁾. Karapınar ve arkadaşları, MR çalışmalarında, geleneksel yöntemlerle vida uygulaması sırasında sol tarafta aorta yaralanma riskinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir ⁽²⁰⁾.

Torakal vida uygulamalarında malpozisyon, değişen oranlarda bildirilmiş ve öğrenme sürecinin başlarında olunmasıyla oranın yüksekliğinin ilişkili olduğu ileri sürülmüştür. Bu çalışmada, bu maksatla özellikle pediküler vida yerleştirme konusunda hiç veya çok az deneyimi olan asistanlar uygulayıcı olarak seçilmiştir. Bergeson ve arkadaşları, acemilerin torakal pedikül vidası koymak konusunda eğitilmeleri için ne kadar örnekle çalışmaları gerektiğine dair yaptıkları çalışmalarında, 4 kadavranın yeterli olduğunu bildirmişler ve 249 vida uygulamasında % 21 vida malpozisyonu görüldüğünü rapor etmişlerdir ⁽⁶⁾. Diğer taraftan klinik çalışmalarda vida malpozisyon oranları % 3-44.2 arasında değişmektedir ⁽²⁶⁾. Liljenqvist ve arkadaşlarının çalışmalarında bu oran, % 25 olarak verilmektedir ⁽³⁴⁾. Suk ve arkadaşları, malpozisyon oranlarının % 3 oranında olduğunu bildirmişlerdir ⁽⁴⁰⁾. Kim ve Lenke, 8000 vida uygulamasında, malpozisyon oranının % 8 olduğunu, rapor etmişlerdir ⁽²⁶⁾.

Bu çalışmada, 10 taze dana omurgasının torakal ve lomber omurlarına pediküler vida koyma konusunda deneyimi olmayan 5 asistan tarafından serbest el tekniği ile konulan 320 pediküler vida, bilgisayarlı tomografi ile spiral

taranmış ve tüm vidaların 33 (% 10.3)'ünün malpozisyona sahip olduğu belirlenmiştir. Bu anlamda, bu çalışmada, acemi cerrahların uygulaması gerekli Bergeson ve arkadaşlarının belirttiği sayının üstüne çıkmış ve 320 vida yerleştirilmesi yapılmıştır. Diğer taraftan saptanan malpozisyon oranı, Bergeson ve arkadaşlarının çalışmasıyla benzer oranda, klinik çalışmaların üstünde olduğu da belirlenmiştir ⁽⁶⁾. Uygulayıcılar arasında malpozisyon oranları açısından istatistiksel bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Bir çok anatomomorfolojik özellik yönünden insan omurgasına benzerlikleri nedeniyle iyi bir model olduğu düşünülen taze dana omurgasının, bu sonuçlar doğrultusunda pediküler vida uygulaması açısından da iyi bir model olduğu fikri elde edilmiştir.

Malpozisyonun başlıca nedenlerinden biri, giriş yerinin uygunsuz oluşudur. Suk ve arkadaşları, giriş deliğinin mutlaka floroskopi ile teyidini önermektedirler ⁽⁴⁰⁾. Chung ve arkadaşları, artiküler prosesler arası mesafenin 1/3 proksimal birleşimi ile, laminanın 2/3 parçasının güvenli bir giriş noktası sağladığını saptamışlardır ⁽⁹⁾. Kim ve Lenke, artiküler fasetin 4-5 mm altının güvenli giriş noktası olduğunu ileri sürmektedirler ⁽²⁶⁾. Bu çalışmada da her iki çalışmanın bilgileri göz önünde tutulmuş, doğru giriş noktaları kullanılarak yukarı veya aşağı doğru yönelen bir malpozisyon görülmemiştir. Böylece bu çalışmanın temel amacı olan açılmalı güvenli zonun, hem torakal, hem de lomber bölge için sınırlarının belirlenmesi sağlanabilmiştir.

Malpozisyona olan vidalar, ya lateralden pedikül veya cisim dışına çıkmaktadır, ya da medialden spinal kanalı penetre etmektedir. Doğru giriş yeri olan vidalarda bu durum teorik olarak açılmalı hatalardan kaynaklanmaktadır. Gertzbein ve Robinsons, intraoperatif

floroskopi kullanımına ve doğru giriş noktalarının belirlenmesine rağmen malpozisyonun % 15 olduğunu belirlemişlerdir (15). Karapınar ve arkadaşları, malpozisyonun % 5.8 oranında olduğunu, malpozisyon görünen 37 vidadan 12'si mediale, 18 lateral ve 2'si superior ve 1'i inferiora yönlendiğini saptamışlardır ⁽²¹⁾. Boachi-Adjei ve arkadaşları ise 50 erişkinde yaptıkları çalışmada, 9 vidanın (%3) lateralden çıktığını ve 3 (% 1.1) vidanın ise mediale yönlendiğini belirlemişlerdir ⁽⁷⁾. Çalışmamızda laterale yönlenen vida sayısı 11 (% 3.4) ve mediale spinal kanala doğru yönelen vida sayısının 22 (% 6.9) olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada, ayrıca torakal ve lomber bölgeye uygulanan pediküler vidaların malpozisyon oranları da karşılaştırılmıştır. Bu konuda literatürde karşılaştırmalı bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Malpozisyon saptanan 33 vidanın, 15'inin torakal, 18'inin lomber bölgedeki vidalarda olduğu, sırasıyla torakal ve lomber bölgede malpozisyonun % 12.5 ve % 9 görüldüğü saptanmıştır. Torakal ve lomber malpozisyon oranları karşılaştırıldığında, istatistikî olarak bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Torakal ve lomber bölgedeki laterale ve mediale yönelen vida oranları da istatistikî olarak benzer bulunmuştur ($p>0.05$). Bununla beraber her iki bölgedeki laterale ve mediale yönelmede hafif, orta ve ciddi penetrasyon oranları açısından da istatistikî bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu sonuçlara göre torakal ve lomber bölgede pediküler vida uygulamasında malpozisyon oluşma riskinin farklı olmadığı görüşü elde edilmiştir.

Lomber bölge için pediküler vida yerleştirilmesinde uyulacak açısal eğim 30° olarak bilinmektedir ⁽⁴²⁻⁴³⁾. Lomber bölge için yapılmış açısal bir güvenli zon tespiti çalışması, literatürde oldukça kısıtlı sayıdadır. Kim ve Lenke, torakal bölge için yaptıkları çalışmada

güvenli açının ortalama 15.3° olduğunu ve 10° ile 23° arasında güvenli bir açısal zon olduğunu rapor etmişlerdir ⁽²⁶⁾. Bu çalışmada özellikle hem torakal, bölge hem de lomber bölge için açısal güvenli bir aralık araştırılmış ve torakal bölgede herhangi bir penetrasyon yapmaksızın pedikül içinde yer alan 185 vidanın ortalama $13.7^\circ \pm 5.8^\circ$ açı ile konduğu, güvenli açı aralığının 4° ile 20° arasında olduğu belirlenmiştir. Torakal bölgede mediale yönelen vidaların ortalama $44.7^\circ \pm 5.9^\circ$ açı ile konduğu ve tamamının 22° üzerinde olduğu saptanmıştır. Laterale yönelen vidaların ise ortalama $8^\circ \pm 5.7^\circ$ ile konduğu minimum 0° 'nin altında bir açı ile konduğu belirlenmiştir. Lomber bölgede malpozisyona yol açmayan güvenli zonun 22° ile 34° arasında olduğu saptanmıştır. Lomber bölgede penetrasyon göstermeyen vidaların ortalama $28.3^\circ \pm 3.5^\circ$ ile konduğu gözlenmiştir. Lomber bölgede mediale yönlenerken spinal kanalı penetre eden vidaların ortalama $44.8^\circ \pm 5.9^\circ$ ile konduğu, minimal açılanmanın 36° olduğu, laterale malpozisyonu olan vidaların ortalama açılanması ise $15^\circ \pm 4.9^\circ$ olup, minimum -10° , açı ile yollandığı saptanmıştır. Bu verilerin klinik çalışmalarla uyumlu olduğu gözlenmiş, bu anlamda da taze dana omurgasının pediküler vida uygulaması açısından iyi bir model olduğu görüşü desteklenmiştir.

Suk, torakal vida yerleştirilmesi esnasında floroskopiden mutlaka yararlanmak gerektiğini ileri sürmüştür ⁽⁴⁰⁾. Pediküler vida yerleştirilirken ayrıca pedikül anatomisinin çok iyi bilinmesi gereklidir. Son yıllarda torasik pedikül vidalarının yerleştirilmesi için kullanılabilen sterotaktik teknoloji, bu konuda önemli bir gelişme olarak görülmektedir ⁽¹⁹⁾. Proplar yardımıyla vertebral rehber noktalar belirlenip, uygun açıda vidaların gönderilmesi için bilgisayar destekli cihazlar kullanıma

geçmiştir⁽¹⁹⁾. Yapılan bazı çalışmalarda serbest el tekniğinde, vidanın direkt yolla değil de, anatomik planları hissederek, propların kaydırılması (trajectory) olarak tercüme edebileceğimiz yöntemle yapılması önerilmektedir^(26,33). Donohue ve arkadaşları, yüksek frekanslı uyarılar veren propların vida konulan kanala yerleştirilerek, elde edilen EMG verilerinin hataları minimize edebileceğini bildirmektedir⁽¹³⁾. Kim ve Lenke, intraoperatif SEP ve MEP nörolojik monitörizasyonunun en güvenli kontrol yolu olduğunu ileri sürmektedirler⁽²⁶⁾.

Sonuç olarak torakal bölge ve lomber bölgedeki malpozisyon oranları, güvenli açılmal aralıkların kadavra ve klinik çalışmalarla uyumlu olması nedeniyle taze dana omurgasının pediküler vida uygulamaları için iyi bir model olduğu saptanmıştır. Bu çalışmanın verilerine göre ayrıca torakal ve lomber bölgedeki malpozisyon oranlarının benzer olduğu, güvenli açılmal zona dikkat edildiği sürece (torakal bölgede: 4° - 20° lomber bölgede: 22° - 34° arası), torakal bölgede pediküler vida uygulaması komplikasyon riskinin, lomber bölgedekiyle benzer olduğu fikri elde edilmiştir.

KAYNAKLAR:

1. Akgül T, Polat G, Talu U, Domaniç Ü. Adolesan idiopatik skolyoz tedavisinde posterior segmental pedikül vidası uygulama sonuçları. *J Turk Spinal Surg* 2008; 19 (3): 223-231.
2. Alanay A, Çil A, Acaroğlu E, Çağlar O, Akgün R, Marangoz S, Yazıcı M, Surat A. Late spinal cord compression caused by pulled-out thoracic pedicle screws: a case report. *Spine* 2003; 28(24): E506-E510.
3. Barr SJ, Schuettker AM, Emans JB. Lumbar pedicle screws versus hooks. Results in double curves in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1997; 22: 1369-1379.
4. Belmont PJ Jr, Klemme WR, Dhawan A, Polly DW Jr. In vivo accuracy of thoracic pedicle screws. *Spine* 2001; 26 (21): 2340-2346.
5. Benli İT, Kaya A. Idiopatik skolyoz cerrahi tedavisinde korreksiyon ve enstrümantasyon teknikleri. *J Turk Spinal Surg* 2008; 19(3): 233-293.
6. Bergeson RK, Schwend RM, DeLucia T, Silva SR, Smith JE, Avilucea FR. How accurately do novice surgeon place thoracic pedicle screws with the free hand technique? *Spine* 2008; 33(15): E501-E507.
7. Boachie-Adjei O, Girardi FP, Bansal M, Rawlins BA. Safety and efficacy of pedicle screws placement for adult spinal deformity with a pedicle-probing conventional anatomic technique. *J Spinal Disord* 2000; 13(6): 496-500.
8. Brown CA, Lenke LG, Bridwell KH, Geideman WM, Hasan SA, Blanke KM. Complications of pediatric thoracolumbar and lumbar pedicle screws. *Spine* 1998; 23: 1566-1571.
9. Chung KJ, Suh SW, Desai S, Song HR. Ideal entry point for the thoracic pedicle screw during the free hand technique. *Int Orthop (SICOT)* 2008; 32: 657-662.
10. Cinotti G, Gumina S, Ripani M, Postacchini F. Pedicle instrumentation in the thoracic spine. A morphometric and cadaveric study for placement of screws. *Spine* 1999; 24: 114-119.
11. Çatan H, Buluç L, Anık Y, Ayyıldız E, Şarлак AY. Pedicle morphology of the thoracic spine in preadolescent idiopathic scoliosis: magnetic resonance supported analysis. *Eur Spine J* 2007; 16: 1203-1208.
12. Diab M, Smith AR, Kuklo TR. Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007; 32 (24): 2759-2763.
13. Donohue ML, Murtagh-Schaffer C, Basta J, Moquin RR, Bashir A, Calancia B. Pulse-train stimulation for detecting medial malpositioning of thoracic pedicle screws. *Spine* 2008; 33(12): E378-E385.

14. Elliott MJ, Slakey JB. Thoracic pedicle screw placement, analysis using anatomical landmarks without image guidance. *J Pediatr Orthop* 2007; 27: 582-586.
15. Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo. *Spine* 1990; 15:11-14.
16. Hamill CL, Lenke LG, Bridwell KH, Chapman MP, Blanke KM, Baldus CR. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of patients with idiopathic scoliosis. Is it warranted? *Spine* 1996; 21: 1241-1249.
17. Hamzaoğlu A, Öztürk C, Aydoğan M, Tezer M, Aksu N, Bruno MB. Posterior only pedicle screw instrumentation with intraoperative halofemoral traction in the surgical treatment of severe scoliosis (> 100 degrees). *Spine* 2008; 33 (9): 979-983.
18. Heini P, Scholl E, Wyler D, Eggli S. Fatal cardiac tamponade associated with posterior spinal instrumentation. A case report. *Spine* 1998; 23: 2226-2230.
19. Herring JA. (Ed.). Tachdjian's Pediatric Orthopedics from Texas Scottish Rite Hospital for Children. 3rd Ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, 2002; pp: 213-260.
20. Karapınar L, Erel N, Kaya A, Altay T. The morphometry of thoracic pedicles and pedicle-rib units and their relations to aorta: an MRI study. *J Turk Spinal Surg* 2008; 19(3): 213-222.
21. Karapınar L, Erel N, Ozturk H, Altay T, Kaya A. Pedicular screws placement with a free hand technique in thoracolumbar spine: is it safe? *J Spinal Disord Tech* 2008; 21(1): 63-67.
22. Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Cho YS, Riew KD. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: Is it safe? *Spine* 2004; 29 (3): 333-342.
23. Kim YJ, Lenke LG, Cho SK, Bridwell KH, Sides B, Blanke K. Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis: a matched cohort analysis. *Spine* 2004; 29 (18): 2040-2048.
24. Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Kim J, Cho SK. Selection of the lowest instrumented vertebra in thoracic adolescent idiopathic scoliosis (Lenke type 1 and 2) following segmental posterior spinal fusion. *NASS Anual Meeting, Chicago, 2004.*
25. Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Cheh G. Bilateral apical vertebral derotational pedicle screw instrumentation in the posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. Comparison with pedicle screw translational technique. International Advanced Spine Technology Annual Meeting, Bermuda, 2004.
26. Kim YJ, Lenke LG. Thoracic pedicle screw replacement: free-hand technique. *Neurol India* 2005; 53(4): 512-519.
27. Kim YW, Lenke L, Kim YJ, Bridwell KH, Kim YB, Watanabe K, Watanabe K. Free-hand pedicle screws placement during revision spinal surgery. *Spine* 2008; 33(10): 1141-1148.
28. Krag MH, Weaver DL, Beynon BD, Haugh LD. Morphometry of the thoracic and lumbar spine related to transpedicular screw placement for surgical spinal fixation. *Spine* 1988; 13: 1988.
29. Krag MH, Beynon BD, Pope MH, Frymoyer JW, Haugh LD, Weaver DL. An internal fixator for posterior application to short segments of the thoracic, lumbar or lumbosacral spine. Design and testing. *Clin Orthop* 1986; 203: 75-98.
30. Lechman RA, Lenke LG, Keler KA, Kim YJ, Cheh G. Computed tomography evaluation of pedicle screws placed in the pediatric deformed spine over an 8-year period. *Spine* 2007; 32 (24): 2679-2654.
31. Lee CS, Kim MJ, Ahn YJ, Kim YT, Jeong KI, Lee DH. Thoracic pedicle screw insertion in scoliosis using posteroanterior C-arm rotation method. *J Spinal Disord Tech* 2007; 20(1): 66-71.
32. Lee SM, Suk SI, Chung ER. Direct vertebral rotation: a new technique of three-dimensional deformity with segmental pedicle screw fixation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29: 343-349.

33. Lehman RA Jr, Polly DW Jr, Kuklo TR, Cunningham B, Kirk KL, Belmont PJ Jr. Straight-forward versus anatomic trajectory technique of thoracic pedicle screw fixation: a biomechanical analysis. *Spine* 2003; 28(18): 2058-2065.
34. Liljenqvist UR, Halm HF, Link TM. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis. *Spine* 1997; 22 (19): 2239 - 2245.
35. Liljenqvist U, Hackenberg L, Link T, Halm H. Pull out strength of pedicle screws versus pedicle and laminar hooks in the thoracic spine. *Acta Orthop Belg* 2001; 67: 157-163.
36. Luhmann SJ, Lenke LG, Kim YJ, Bridwell KH, Schootman M. Thoracic adolescent idiopathic scoliosis curves 70 and 100 degrees: is anterior release necessary. *Spine* 2005; 30(18): 2061-2067.
37. Misenhimer GR, Peek RD, Witse LL, Rothman SL, Widell EH. Anatomic analysis of pedicle cortical and cancellous diameter as related to screw size. *Spine* 1989; 14: 367-372.
38. Pappin P, Arlet V, Marshesi D, Rosenblatt B, Aebi M. Unusual presentation of spinal cord compression related to misplaced pedicle screws in thoracic scoliosis. *Eur Spine J* 1999; 8: 156-159.
39. Suk SI, Lee CK. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1995; 20: 1399-1407.
40. Suk SI, Kim WJ, Lee SM, Kim JH, Chung ER. Thoracic pedicle screw fixation in spinal deformities. Are they really safe? *Spine* 2001; 26 (18): 2049-2057.
41. Ugur HC, Attar A, Uz A, Tekdemir I, Egemen N, Genc Y. Thoracic pedicle: surgical anatomic evaluation and relations. *J Spinal Disord* 2001; 14: 39-45.
42. Vaccaro AR, Rizzolo SJ, Allardyce TJ, Ramsey M, Salvo J, Balderston RA, Cotler JM. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part I: Morphometric analysis of the thoracic vertebrae. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A (8): 1193-1199.
43. Vaccaro AR, Rizzolo SJ, Balderston RA, Allardyce TJ, Garfin SR, Dolinskas C, An HS. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part II: An anatomical and radiographic assessment. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A (8): 1200-1206.

