

BÖLÜM 5

GÖRÜNTÜLEME VE NAVİGASYON TEKNİKLERİ



Kadir ABUL¹

GİRİŞ

Vertebral kolon, kemik yapı çevresinde olduğu kadar, kemik yapılar içerisindeki kanallarda bulunan sinir ve damar yapılarının mevcudiyeti nedeniyle diğer kemiklerde uygulanan cerrahilere nazaran daha fazla risk altındadır. Minimal invaziv omurga cerrahisi (MİOC)¹’nde hedeflenen amaç; hastalıklı doku dışında kalan canlı dokuların; ileri gelişmiş cerrahi teknikler ve cihazlar kullanılarak daha az hasara uğratılması ve bu vesile ile cerrahi sonrası hızlı iyileşme ve fonksiyonel hayata erken geri dönüşün sağlanmasıdır.

Aorttan direkt olarak dallanarak omurgayı saran segmenter arterler ve spinal kanal içindeki peridural yaygın damar ağlarının varlığı, spinal kordun yaklaşık L1 vertebra düzeyine kadar devam ediyor olması, sonrasında da dura ve kauda ekuina ile köklerin bulunması, dar bir alanda birçok kıkırdak fasetlerin varlığı gibi faktörler nedeniyle yapılacak girişim ve uygulanacak implantların azami özenle yerleştirilmesi gerekmektedir. En iyi ellerde bile alet işlemez ise el yeterince övünemeyecektir. Buradan yola çıkarak, omurga cerrahisinde intraoperatif olarak kullanılmak amaçlı özel görüntüleme ve navigasyon teknikleri geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Bu cihazlar yardımı ile daha dar alanlarda daha büyük cerrahi girişimlerin yapılması mümkün

olmuştur ve halen MİOC teknikleri gelişimini sürdürmektedir. MİOC’de uygulanan diseksiyon alanının azalmasıyla görülebilen alan da kısıtlanmış ve bu eksikliği giderecek çözümler düşünülmüştür. Hastaya uygulanan girişimsel işlemin zarar verici etkisi azaltılırken; intraoperatif radyasyon maruziyetinin azaltılması, cerrahi doğruluk payının artırılması ve sağlık personeli güvenliğinin artırılması amaçlanmıştır.

İntraoperatif navigasyon sistemleri bilgisayarlı tomografi (BT) tabanlı ve floroskopi tabanlı navigasyon sistemleri olarak ikiye ayrılır (1). Dijital olarak aktarılan veri tomografiden iş istasyonuna aktarılıyor ise 3-boyutlu, floroskopik imajlardan aktarılıyor ise 2-boyutlu rekonstrüksiyon görüntüleri elde edilir. MİOC’de bilgisayar navigasyon sistemlerinin kullanımı gün geçtikçe artmakta ve bu konu ile ilgilenen merkezlerde kullanımı yaygınlaşmaktadır (2).

Bu bölümde, görüntü kılavuzlu veya robotik kılavuzlu teknolojilerin ilki olan intraoperatif navigasyon sistemlerinden ve MİOC’de en güncel sistem olan BT ile 3-boyutlu görüntüleme ile aktarım yapan navigasyon sistemlerinden bahsedilecektir.

Navigasyon Sistemleri

Navigasyon sistemlerinin temel çalışma felsefesi; anatomik bir bölgenin, ameliyat sırasında veya öncesinde elde edilen radyolojik imajları-

¹ Uzman Doktor, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi/Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Omurga Sağlığı Merkezi, doktorkadir@gmail.com

SONUÇ

Navigasyon sistemleri günümüzde yaygın olarak kabul görse de, halen çoğu merkezde mevcut değildir ve düzenli kullanımda değildir. Bu sistemler pahalı olması yanında belli bir teknik yeterlilik ve eğitim süreci gerektiren cihazlardır. Bu sistemlerin kullanımı, yaygınlığı arttıkça teknolojinin gelişmesine de paralel olarak özellikle MİOC'nin gelişmesinde artan bir rol oynamaya devam edecektir. Perkütan pedikül vida uygulamalarında pedikül vidasının uygun koşullarda yerleştirilmesi, osteoid osteoma gibi yerleşimi nedeniyle ulaşılması zor kemik tümörlerinin tedavisinde eklem yapılarını koruyarak nokta atışı giriş yapılarak tümöral lezyona ulaşılmasında ve diğer birçok MİOC prosedürlerinin güvenli ve pratik bir şekilde uygulanmasına olanak sağlayacaktır.

Navigasyon teknolojisinin uygulama pratiğinin artması ile kullanılan cerrahi implantların hedef anatomik dokuya uygunsuz yerleştirilme olasılığı ve intraoperatif sağlık çalışanlarının maruz kaldığı radyasyon dozu azaltılabilir. Yakın gelecekte navigasyonlu bir MİOC ameliyatı sırasında cerrahlar için artırılmış sanal gerçeklik sistemlerinin kullanımı ön görülmekte ve bu konuda öncü çalışmalar yürütülmektedir (30-34).

Anahtar Kelimeler: İntraoperatif navigasyon, intraoperatif bilgisayarlı tomografi, O-Arm, minimal invaziv omurga cerrahisi, görüntüleme, görüntü kılavuzlu cerrahi.

KAYNAKÇA

- Meng XT, Guan XF, Zhang HL, et al. Computer navigation versus fluoroscopy-guided navigation for thoracic pedicle screw placement: a meta-analysis. *Neurosurg Rev.* 2016;39(3):385–391. doi:10.1007/s10143-015-0679-2
- Girardi FP, Cammisa FPJ, Sandhu HS, et al. The placement of lumbar pedicle screws using computerised stereotactic guidance. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81(5):825–829. doi:10.1302/0301-620x.81b5.9244
- Liu Z, Jin M, Qiu Y, et al. The Superiority of Intraoperative O-arm Navigation-assisted Surgery in Instrumenting Extremely Small Thoracic Pedicles of Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Case-Control Study. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(18):e3581. doi:10.1097/MD.0000000000003581
- Sembrano JN, Yson SC, Theismann JJ. Computer Navigation in Minimally Invasive Spine Surgery. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2019;12(4):415–424. doi:10.1007/s12178-019-09577-z
- Kabins MB, Weinstein JN. The History of Vertebral Screw and Pedicle Screw Fixation. *Iowa Orthop J.* 1991;11:127–136.
- Malhotra D, Kalb S, Rodriguez-Martinez N, et al. Instrumentation of the posterior thoracolumbar spine: from wires to pedicle screws. *Neurosurgery.* 2014;10(4):497–505. doi:10.1227/NEU.0000000000000489
- Suk SI, Lee CK, Kim WJ, et al. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1995;20(12):1399–1405.
- Amiot LP, Labelle H, DeGuise JA, et al. Computer-assisted pedicle screw fixation. A feasibility study. *Spine (Phila Pa 1976).* 1995;20(10):1208–1212. doi:10.1097/00007632-199505150-00019
- Watanabe K, Lenke LG, Matsumoto M, et al. A novel pedicle channel classification describing osseous anatomy: how many thoracic scoliotic pedicles have cancellous channels? *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35(20):1836–1842. doi:10.1097/BRS.0b013e-3181d3cfde
- Virk S, Qureshi S. Navigation in minimally invasive spine surgery. *J spine Surg (Hong Kong).* 2019;5(Suppl 1):S25–S30. doi:10.21037/jss.2019.04.23
- Luther N, Iorgulescu JB, Geannette C, et al. Comparison of navigated versus non-navigated pedicle screw placement in 260 patients and 1434 screws: screw accuracy, screw size, and the complexity of surgery. *J Spinal Disord Tech.* 2015;28(5):E298–303. doi:10.1097/BSD.0b013e31828af33e
- Kosmopoulos V, Schizas C. Pedicle screw placement accuracy: a meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32(3):E111–20. doi:10.1097/01.brs.0000254048.79024.8b
- Mendelsohn D, Strelzow J, Dea N, et al. Patient and surgeon radiation exposure during spinal instrumentation using intraoperative computed tomography-based navigation. *Spine J.* 2016;16(3):343–354. doi:10.1016/j.spinee.2015.11.020
- Lieberman IH, Hardenbrook MA, et al. Assessment of pedicle screw placement accuracy, procedure time, and radiation exposure using a miniature robotic guidance system. *J Spinal Disord Tech.* 2012;25(5):241–248. doi:10.1097/BSD.0b013e318218a5ef
- Lee YC, Lee R. Image-guided pedicle screws using intraoperative cone-beam CT and navigation. A cost-effectiveness study. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas.* 2020;72:68–71. doi:10.1016/j.jocn.2020.01.025
- Baky FJ, Milbrandt T, Echternacht Set al, Larson AN. Intraoperative Computed Tomography-Guided Navigation for Pediatric Spine Patients Reduced Return to Operating Room for Screw Malposition Compared With Freehand/Fluoroscopic Techniques. *Spine Deform.* 2019;7(4):577–581. doi:10.1016/j.jspd.2018.11.012

17. Yson SC, Sembrano JN, Sanders PC, et al. Comparison of cranial facet joint violation rates between open and percutaneous pedicle screw placement using intraoperative 3-D CT (O-arm) computer navigation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(4):E251-8. doi:10.1097/BRS.0b013e31827ecbfl
18. Verma R, Krishan S, Haendlmayer K, et al. Functional outcome of computer-assisted spinal pedicle screw placement: a systematic review and meta-analysis of 23 studies including 5,992 pedicle screws. *Eur spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2010;19(3):370-375. doi:10.1007/s00586-009-1258-4
19. Tian N-F, Xu H-Z. Image-guided pedicle screw insertion accuracy: a meta-analysis. *Int Orthop*. 2009;33(4):895-903. doi:10.1007/s00264-009-0792-3
20. (n.d.). M-W. No Title. Stereotactic. In Merriam-Webster.com dictionary. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/stereotactic>. Erişim Aralık 8, 2020.
21. Park J, Ham D-W, Kwon B-T, et al. Minimally Invasive Spine Surgery: Techniques, Technologies, and Indications. *Asian Spine J*. 2020;14(5):694-701. doi:10.31616/asj.2020.0384
22. Vaishnav AS, Othman YA, Virk SS, et al. Current state of minimally invasive spine surgery. *J spine Surg (Hong Kong)*. 2019;5(Suppl 1):S2-S10. doi:10.21037/jss.2019.05.02
23. Nakhla J, Bhashyam N, De la Garza Ramos R et al. Minimally invasive transpedicular approach for the treatment of central calcified thoracic disc disease: a technical note. *Eur spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2018;27(7):1575-1585. doi:10.1007/s00586-017-5406-y
24. Lu VM, Alvi MA, Goyal A, et al. The Potential of Minimally Invasive Surgery to Treat Metastatic Spinal Disease versus Open Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurg*. 2018;112:e859-e868. doi:10.1016/j.wneu.2018.01.176
25. Tian W, Liu B, He D, et al. Guidelines for navigation-assisted spine surgery. *Front Med*. 2020;14(4):518-527. doi:10.1007/s11684-020-0775-8
26. Alahmadi H, O'Toole JE. Image Guidance. İçinde: Al FMP et., ed. *Minimally Invasive Spine Surgery*. F.M. Phill. New York, NY: Springer New York; 2014:55-60. doi:10.1007/978-1-4614-5674-2_6
27. Kim TT, Johnson JP, Pashman R, Drazin D. Minimally Invasive Spinal Surgery with Intraoperative Image-Guided Navigation. Kim J-S, ed. *Biomed Res Int*. 2016;2016:5716235. doi:10.1155/2016/5716235
28. Berlin C, Quante M, Thomsen B, Köszegvary M, Platz U, Halm H. Intraoperative Radiation Exposure for Patients with Double-Curve Idiopathic Scoliosis in Freehand-Technique in Comparison to Fluoroscopic- and CT-Based Navigation. *Z Orthop Unfall*. Mayıs 2020. doi:10.1055/a-1121-8033
29. Urbanski W, Jurasz W, Wolanczyk M, et al. Increased Radiation but No Benefits in Pedicle Screw Accuracy With Navigation versus a Freehand Technique in Scoliosis Surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 2018;476(5):1020-1027. doi:10.1007/s11999-0000000000000204
30. Luca A, Giorgino R, Gesualdo L, et al. Innovative Educational Pathways in Spine Surgery: Advanced Virtual Reality-Based Training. *World Neurosurg*. 2020;140:674-680. doi:10.1016/j.wneu.2020.04.102
31. Pfandler M, Lazarovici M, Stefan P, Wucherer P, Weigl M. Virtual reality-based simulators for spine surgery: a systematic review. *Spine J*. 2017;17(9):1352-1363. doi:10.1016/j.spinee.2017.05.016
32. Molina CA, Theodore N, Ahmed AK, et al. Augmented reality-assisted pedicle screw insertion: a cadaveric proof-of-concept study. *J Neurosurg Spine*. Mart 2019:1-8. doi:10.3171/2018.12.SPINE181142
33. Molina CA, Phillips FM, Colman MW, et al. A cadaveric precision and accuracy analysis of augmented reality-mediated percutaneous pedicle implant insertion. *J Neurosurg Spine*. Ekim 2020:1-9. doi:10.3171/2020.6.SPINE20370
34. Urakov TM. Augmented Reality-assisted Pedicle Instrumentation: Versatility Across Major Instrumentation Sets. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2020;45(23):E1622-E1626. doi:10.1097/BRS.0000000000003669