

## BÖLÜM 7

# ROBOTİK YARDIMLI OMURGA CERRAHİSİ



*Jülide HAZNECİ<sup>1</sup>*

### GİRİŞ

Robotik yardımcı cerrahi, farklı cerrahi girişimlerde kullanım yeri olup amacı tedavinin mümkün olan en az invaziv hale getirilmesidir. “Robot” terimi, karmaşık bir eylem dizisini otomatik olarak gerçekleştirebilen bir makineyi ifade eder. Robotik yardımcı cerrahi, donanımsal ve yazılımsal olarak özel tasarlanmış bu makinelerin istenen tıbbi işlemlerin yapılmasında tam veya kısmi olarak görev alan yardımcı sistemlerdir. Daha düşük komplikasyon oranı, daha kısa hastane yatış süresi ve daha iyi kozmetik sonuçlar elde edilmesi gibi birçok öngörüyle tasarlanmış olsalarda gerçek bir cerrahi prosedürün tüm aşamalarını tam anlamıyla yürütebilecek kapasitede cerrahi robotu henüz yapılmamıştır. Halen aktif olarak kullanımda olan robotik cerrahi sistemleri, yapılan cerrahinin daha güvenli ve verimli hale getirmek için üretilen “co-bot”lar (insanlarla etkileşim kurmak ve onlara yardımcı olmak için tasarlanmış makineler) olarak adlandırılan sistemlerdir (1). Günümüzde minimal invaziv omurga cerrahisinde uygulanan vida fiksasyonu, vertebroplasti gibi birçok spinal girişim robotik yardımcı omurga cerrahisi sistemleriyle daha kolay yapılabilmektedir.

Tüm dünyada yılda 4,83 milyondan fazla omurga cerrahisi yapılmaktadır (2). Bunların

çoğunda yaygın olarak kullanılan pedikül vidaları, omurganın stabilize edilmesine ve füzyonu kolaylaştırılmasına yardımcı olur. Spinal stabilizasyon için pedikül vidalarının piyasaya sürülmesinden bu yana, vidaları doğru yönlendirmek için çok sayıda teknik kullanılmıştır. Bu tekniklerin örnekleri arasında anatomik işaretler, düz film radyografisi, standart veya floroskopik görüntüleme ve bilgisayarlı tomografi (BT) yer alır. Her bir yöntemin yarar ve sınırlamalarını araştıran yayınlar vardır (3). Tıbbi görüntüleme-deki gelişmeler, floroskopi kılavuzluğundan bilgisayar destekli navigasyon sistemlerine kadar pedikül vidası yerleştirme doğruluğunu artırarak cerrahin performansını iyileştirip komplikasyon oranlarını azaltırlar (4). Bu türdeki en son gelişme, cerraha pedikül vidası yerleştirilmesinde yardımcı olan navigasyonlu robotik yardımcı omurga cerrahisi sistemidir. Bu sistemler son 20 yılda hızlı bir ilerleme kat etmiştir. Robotik yardımcı omurga cerrahisi, vertebroplasti, dejeneratif disk hastalığı, spondilolistezis, deformite düzeltme, travma, omurgayı etkileyen tümörlerin ablasyonu ya da rezeksiyonu, biyopsi ve faset eklem blokajı gibi bir çok amaçla kullanılabilir hale gelmiştir (5,6). Ayrıca spinal enstrümantasyonda dura ve nörovasküler yapılarda meydana gelen hasarın en aza indirilmesi, radyasyon maruziyetinin azaltılması açısından üstünlük sağla-

<sup>1</sup> Uzman Doktor, S.B.Ü.Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, jhzazneci3@hotmail.com

## SONUÇ

Robotik yardımcı omurga cerrahisinin birçok avantajı bulunmakla birlikte kullanımı birçok yönden sınırlıdır. Bu alanda yapılacak daha fazla randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Robotik teknolojinin gelişmesi, cerrahi deneyimin artması, maliyetin azalması ile daha başarılı sonuçlar elde edilebilecektir. Bu sistemlerin rutin kullanımı ile daha güvenli cerrahilerin yapılmasının yanı sıra daha kısa cerrahi süresi, ameliyat ekibinin işlem sırasında daha az radyasyona maruz kalması, hastanın daha hızlı iyileşme periyodu ve günlük yaşama daha erken dönmesini sağlayacaktır.

Omurga cerrahisinde robotik yardımcı cerrahi sistemlerinin kullanımı genel olarak pedikül vidalarının yerleştirilmesiyle sınırlıdır. Bununla birlikte, birçok yeni kullanım gelecekte muhtemeldir. Cerrahların minimal invaziv dekompresyonları önceden planlayıp yazılımdan yararlandıkları ve kılavuzluk için robotik kol kullanarak bu planları hassas bir şekilde uyguladıkları gelecek mümkündür. Şu anki teknoloji otonom robotik yardımcı omurga cerrahisine izin vermekle birlikte sürekli gelişen co-bot'lar cerrahiye daha güvenli ve verimli hale getirmektedir (50).

Birçok sanal ve artırılmış gerçeklik sistemi halihazırda cerrahi eğitim programlarına dahil edilmiştir. Bu simülasyon platformları operasyon süresi ve hekimlerin genel performansında gelişmelere neden olacaktır. Gelecek dönem internet ve yapay zekânın birleşmesiyle, yeni nesil robotik sistemler yardımıyla uzak mesafelerde cerrahi eğitim ve cerrahi bir müdahaleye olanak sağlayacaktır. (50,51).

**Anahtar Kelimeler:** Bilgisayar destekli navigasyon, da vinci, excelsius gps, mazor, mazor x, omurga cerrahisi, renaissance, robotik cerrahi, robotik cerrahinin gelişimi, robotik cerrahide radyasyon, rosa, spinal stabilizasyon, spineassist, tirobot, transpediküler vida ile stabilizasyon.

## KAYNAKÇA

1. Staub BN, Sadrameli SS. The use of robotics in minimally invasive spine surgery. *J Spine Surg.* 2019;5(Suppl 1):S31-S40. doi: 10.21037/jss.2019.04.16.
2. D'Souza M, Gendreau J, Feng A, et al. Robotic-Assisted Spine Surgery: History, Efficacy, Cost, And Future Trends. *Robot Surg.* 2019;6:9-23. doi: 10.2147/RSRR.S190720.
3. Vardiman AB, Wallace DJ, Crawford NR, et al. Pedicle screw accuracy in clinical utilization of minimally invasive navigated robot-assisted spine surgery. *J Robot Surg.* 2020;14:409-413. doi: 10.1007/s11701-019-00994-3.
4. van Dijk JD, van den Ende RP, Stramigioli S, et al. Clinical pedicle screw accuracy and deviation from planning in robot-guided spine surgery: robot-guided pedicle screw accuracy. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015;40:E986-E991. doi: 10.1097/BRS.0000000000000960.
5. Tovar-Arriaga S, Tita R, Pedraza-Ortega JC, et al. Development of a robotic FD-CT-guided navigation system for needle placement-preliminary accuracy tests. *Int J Med Robot.* 2011;7:225-236. doi: 10.1002/rcs.393.
6. Bektaşoğlu PK, Gürer B. Spinal Yaklaşımlarda Robotik Cerrahi, Türkiye Klinikleri J Neurosurg-Special Topics. 2017;7:111-116
7. Bertelsen A, Melo J, Sánchez E, et al. A review of surgical robots for spinal interventions. *Int J Med Robot.* 2013;9:407-422. doi: 10.1002/rcs.1469.
8. Küçükyürek B, Çalış F. Nöroşirürjide Robotik Cerrahi Kullanımı. *Türk Nöroşirürji Dergisi* 2018;28:345-349.
9. Magerl FP. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;189:125-141.
10. Malhotra D, Kalb S, Rodriguez-Martinez N, et al. Instrumentation of the posterior thoracolumbar spine: from wires to pedicle screws. *Neurosurgery.* 2014;10(Suppl4):497-504. DOI: 10.1227/NEU.00000000000000489.
11. Chenin L, Peltier J, Lefranc M. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with the ROSA(TM) Spine robot and intraoperative flat-panel CT guidance. *Acta Neurochir (Wien).* 2016;158:1125-1128. doi: 10.1007/s00701-016-2799-z.
12. Lee JC, Jang HD, Shin BJ. Learning curve and clinical outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: our experience in 86 consecutive cases. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37:1548-1557. doi: 10.1097/BRS.0b013e318252d44b.
13. Overley SC, Cho SK, Mehta AI, et al. Navigation and Robotics in Spinal Surgery: Where Are We Now? *Neurosurgery.* 2017;80(3S):S86-S99. doi: 10.1093/neuros/nyw077.
14. Melzer A, Gutmann B, Remmele T, et al. INNOMOTION for percutaneous image-guided interventions: principles and evaluation of this MR- and CT-compatible robotic system. *IEEE Eng Med Biol Mag.* 2008;27:66-73. doi: 10.1109/EMB.2007.910274.
15. Kim HJ, Lee SH, Chang BS, et al. Monitoring the qu-

- ality of robot-assisted pedicle screw fixation in the lumbar spine by using a cumulative summation test. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40:87-94. doi: 10.1097/BRS.0000000000000680.
16. Joseph JR, Smith BW, Liu X, et al. Current applications of robotics in spine surgery: a systematic review of the literature. *Neurosurg Focus*. 2017;42:E2. doi: 10.3171/2017.2.
  17. Hu X, Ohnmeiss DD, Lieberman IH. Robotic-assisted pedicle screw placement: lessons learned from the first 102 patients. *Eur Spine J*. 2013;22:661-666. doi: 10.1007/s00586-012-2499-1.
  18. Barzilay Y, Schroeder JE, Hiller N, et al. Robot-assisted vertebral body augmentation: a radiation reduction tool. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39:153-157. doi: 10.1097/BRS.000000000000100.
  19. Devito DP, Kaplan L, Dietl R, et al. Clinical acceptance and accuracy assessment of spinal implants guided with SpineAssist surgical robot: retrospective study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35:2109-2115. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d323ab.
  20. Fiani B, Quadri SA, Farooqui M, et al. Impact of robot-assisted spine surgery on health care quality and neurosurgical economics: A systemic review. *Neurosurg Rev*. 2020;43:17-25. doi: 10.1007/s10143-018-0971-z.
  21. Khan A, Meyers JE, Siasios I, et al. Next-Generation Robotic Spine Surgery: First Report on Feasibility, Safety, and Learning Curve. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2019;17:61-69. doi: 10.1093/ons/opy280.
  22. Lonjon N, Chan-Seng E, Costalat V, et al. Robot-assisted spine surgery: feasibility study through a prospective case-matched analysis. *Eur Spine J*. 2016;25:947-955. doi: 10.1007/s00586-015-3758-8.
  23. Lefranc M, Peltier J. Evaluation of the ROSA™ Spine robot for minimally invasive surgical procedures. *Expert Rev Med Devices*. 2016;13:899-906. doi: 10.1080/17434440.2016.1236680.
  24. Han X, Tian W, Liu Y, et al. Safety and accuracy of robot-assisted versus fluoroscopy-assisted pedicle screw insertion in thoracolumbar spinal surgery: a prospective randomized controlled trial. *J Neurosurg Spine*. 2019;8:1-8. doi: 10.3171/2018.10.SPINE18487.
  25. Wang JQ, Wang Y, Feng Y, et al. Percutaneous Sacroiliac Screw Placement: A Prospective Randomized Comparison of Robot-assisted Navigation Procedures with a Conventional Technique. *Chin Med J (Engl)*. 2017;130:2527-2534. doi: 10.4103/0366-6999.217080.
  26. Le X, Tian W, Shi Z, et al. Robot-Assisted Versus Fluoroscopy-Assisted Cortical Bone Trajectory Screw Instrumentation in Lumbar Spinal Surgery: A Matched-Cohort Comparison. *World Neurosurg*. 2018;120:e745-e751. doi: 10.1016/j.
  27. Zygourakis CC, Ahmed AK, Kalb S, et al. Technique: open lumbar decompression and fusion with the Excelsius GPS robot. *Neurosurg Focus*. 2018;45(Video Suppl1):V6. doi: 10.3171/2018.7.
  28. Lee JY, Lega B, Bhowmick D, et al. Da Vinci Robot-assisted transoral odontoidectomy for basilar invagination. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2010;72:91-95. doi: 10.1159/000278256.
  29. Friedman M, Hamilton C, Samuelson CG, et al. Transoral robotic glossectomy for the treatment of obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012;146:854-862. doi: 10.1177/0194599811434262.
  30. Lawson G, Mendelsohn AH, Van Der Vorst S, et al. Transoral robotic surgery total laryngectomy. *Laryngoscope*. 2013;123:193-196. doi: 10.1002/lary.23287.
  31. Lee JM, Weinstein GS, O'Malley BW Jr, et al. Transoral robot-assisted lingual tonsillectomy and uvulopalatopharyngoplasty for obstructive sleep apnea. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2012;121:635-639. doi: 10.1177/000348941212101002.
  32. Mendelsohn AH, Remacle M. Transoral robotic surgery for laryngeal cancer. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;23:148-152. doi: 10.1097/MOO.0000000000000144.
  33. Eroglu U, Meço C, Çağlar S, et al. Pure Robotic Surgery for Odontoid Tumor: First Case. *World Neurosurg*. 2018;116:299-304. doi: 10.1016/j.wneu.2018.05.105.
  34. Lee JY, Lega B, Bhowmick D, et al. Da Vinci Robot-assisted transoral odontoidectomy for basilar invagination. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2010;72:91-95. doi: 10.1159/000278256.
  35. Yang MS, Yoon TH, Yoon DH, et al. Robot-assisted transoral odontoidectomy : experiment in new minimally invasive technology, a cadaveric study. *J Korean Neurosurg Soc*. 2011;49:248-251. doi: 10.3340/jkns.2011.49.4.248. Epub 2011 Apr 30.
  36. Molteni G, Greco MG, Presutti L. Transoral robotic-assisted surgery for the approach to anterior cervical spine lesions. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2017;274:4011-4016. doi: 10.1007/s00405-017-4731-4.
  37. Berguer R. Surgery and ergonomics. *Arch Surg*. 1999;134:1011-1016. doi: 10.1001/archsurg.134.9.1011.
  38. Fomenko A, Serletis D. Robotic Stereotaxy in Cranial Neurosurgery: A Qualitative Systematic Review. *Neurosurgery*. 2018;83:642-650. doi: 10.1093/neuros/nyx576.
  39. Doulgieris JJ, Gonzalez-Blohm SA, Filis AK, et al. Robotics in Neurosurgery: Evolution, Current Challenges, and Compromises. *Cancer Control*. 2015;22:352-359. doi: 10.1177/107327481502200314.
  40. Theocharopoulos N, Perisinakis K, Damilakis J, et al. Occupational exposure from common fluoroscopic projections used in orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85:1698-1703. doi: 10.2106/00004623-200309000-00007.
  41. Mountford PJ, Temperton DH. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP) 1990. *Eur J Nucl Med*. 1992;19:77-79. doi: 10.1007/BF00184120.
  42. Mroz TE, Abdullah KG, Steinmetz MP, et al. Radiation exposure to the surgeon during percutaneous pedicle screw placement. *J Spinal Disord Tech*. 2011;24:264-267. doi: 10.1097/BSD.0b013e3181eed618.

43. Jamshidi A, Massel DH, Md, Lioumakos JI, et al. Fluoroscopy Time Analysis of a Prospective, Multi-Center Study Comparing Robotic- and Fluoroscopic-Guided Placement of Percutaneous Pedicle Screw Instrumentation for Short Segment Minimally Invasive Lumbar Fusion Surgery. *Int J Med Robot.* 2020;20:e2188. doi: 10.1002/rcs.2188.
44. Menger RP, Savardekar AR, Farokhi F, et al. A Cost-Effectiveness Analysis of the Integration of Robotic Spine Technology in Spine Surgery. *Neurospine.* 2018;15:216-224. doi: 10.14245/ns.1836082.041.
45. Hu X, Lieberman IH. What is the learning curve for robotic-assisted pedicle screw placement in spine surgery? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472:1839-1844. doi: 10.1007/s11999-013-3291-1.
46. Schatlo B, Martinez R, Alaid A, et al. Unskilled unawareness and the learning curve in robotic spine surgery. *Acta Neurochir (Wien).* 2015;157:1819-1823. doi: 10.1007/s00701-015-2535-0.
47. Schwarzenbach O, Berlemann U, Jost B, et al. Accuracy of computer-assisted pedicle screw placement. An in vivo computed tomography analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22:452-458. doi: 10.1097/00007632-199702150-00020.
48. Amiot LP, Lang K, Putzier M, et al. Comparative results between conventional and computer-assisted pedicle screw installation in the thoracic, lumbar, and sacral spine. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25:606-614. doi: 10.1097/00007632-200003010-00012.
49. Peng YN, Tsai LC, Hsu HC, et al. Accuracy of robot-assisted versus conventional freehand pedicle screw placement in spine surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Transl Med.* 2020;8:824. doi: 10.21037/atm-20-1106.
50. Kim SSY, Dohler M, Dasgupta P. The Internet of Skills: use of fifth-generation telecommunications, haptics and artificial intelligence in robotic surgery. *BJU Int.* 2018;122:356-358. doi: 10.1111/bju.14388.
51. Pelargos PE, Nagasawa DT, Lagman C, et al. Utilizing virtual and augmented reality for educational and clinical enhancements in neurosurgery. *J Clin Neurosci.* 2017;35:1-4. doi: 10.1016/j.jocn.2016.09.002.