



# 12. BÖLÜM

## OFTALMOLOJİK CERRAHİDE ROBOTİK TEKNOLOJİ

Ali CEYLAN<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Yeni teknolojilerin klinikte kullanıma girmesi ile artmış verimlilik, etkinlik, güvenlik ve yetenek sağlanmaktadır. Robotik teknoloji, klinikteki olumlu etkileri nedeniyle tıbbi cihaz endüstrisinde en hızlı büyüyen sektörlerden biri haline gelmiştir. Özellikle oftalmolojiye yönelik olan yeni cihazlar, insanüstü el becerisini kolaylaştırmayı amaçlayarak, aksi takdirde imkansız kabul edilen cerrahi adımların gerçekleştirilmesine veya tekrarlayan görevleri otomatikleştirmeye olanak tanır (1).

### OFTALMOLOJİK CERRAHİDE ROBOTİK TEKNOLOJİ

Sağlık hizmetlerinde mevcut maliyetleri düşüren trendlerde, bu teknolojik devrimin kabul edilmesi zor olmaktadır. Sağlık hizmeti verenler, hastalar ve hastane yöneticileri arasında robotik cerrahi algıları, beklentileri ve klinik sonuçları arasında bir tutarsızlık mevcuttur. Bu zorluklara rağmen robotik teknolojinin yüksek hassasiyet gerektiren alanlarda giderek daha fazla kullanılacağına dair çok az şüphe vardır (2). Artan cerrahi süre ve maliyet robotik cerrahiye ilgili endişelerdir. Oftalmoloji için robotik sistemlerin tasarımında uygulanan çeşitli stratejiler bu endişeleri sınırlayacaktır.

Tarihsel olarak, bu alandaki yeniliklerin çoğu ya tekli görevleri yerine getirmeye ya da cerrahilerin teknik olarak zor kısımlarına yardımcı olmaya odaklanmıştır. En eski örneklerden biri, 1980'lerin sonunda Fransa'da geliştirilen bir mikro manipülatördü. Bu cihaz, giriş noktalarındaki translasyonel kuvvetlerden kaynaklanan doku hasarını önlemek için göz içi cerrahisinde temel

<sup>1</sup> Uzm. Dr., Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği aliceylanmd@gmail.com

ca OCT' den veya robotik sistemle sıkı bir şekilde entegre edilmiş ve doğru bir şekilde kaydedilmiş başka bir görüntüleme sisteminden gelen iyileştirilmiş geri bildirimlerle gerçekleştirilebilir. Çoklu duyuşsal geri bildirimle tamamlanmış, sürükleyici ve artırılmış gerçeklik kokpitlerine sahip cerrahi sistemler tasarlanmaktadır. Bu tür entegre artırılmış gerçeklik sağlayan görüntü ekranları, eksiksiz göz içi cerrahi prosedürleri gerçekleştirmenin güvenliğini ve etkinliğini arttıracaktır (19).

## SONUÇ

Oftalmolojik cerrahide robotik teknolojinin uygulamaya dahil edilmesi artmış görselleştirme, yüksek hassasiyet ve manevra kabiliyeti sağlamıştır. Bu avantajlar doğal olarak cerrahi prosedürlerin hem güvenliğini hem de etkinliğini arttırmakta ve şu anda gerçekleştirilemeyen veya gerçekleştirilmesi imkansız olan tamamen yeni cerrahi prosedürlerin olasılığını vaat etmektedir. Uzak gelecekte, yapay zeka tarafından yönlendirilen oftalmolojik robotik sistemlerin bir insan cerrahtan herhangi bir girdi olmaksızın cerrahi kararlar alma yeteneğine bile sahip olabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Channa R, Iordachita I, Handa JT. Robotic Vitreoretinal Surgery. *Retina*. 2017;37:1220–8. doi:10.1097/IAE.0000000000001398
2. De Smet MD, Naus GJL, Faridpooya K, et al. Robotic-assisted surgery in ophthalmology. *Curr. Opin. Ophthalmol*. 2018;29:248–53. doi:10.1097/ICU.0000000000000476
3. Pitcher JD, Wilson JT, Schwartz SD, et al. Robotic Eye Surgery: Past, Present, and Future. *Published Online First*: 2012. doi:10.4172/jcsb.S3-001
4. Annual Report 2017, Intuitive Surgical, Inc. [https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/i/NASDAQ\\_ISRG\\_2017.pdf](https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/i/NASDAQ_ISRG_2017.pdf)
5. Tsirbas A, Mango C, Dutson E. Robotic ocular surgery. *Br J Ophthalmol* 2007;91:18–21. doi:10.1136/bjo.2006.096040
6. Chammas J, Sauer A, Pizzuto J, et al. Da Vinci Xi Robot–Assisted Penetrating Keratoplasty. *Transl Vis Sci Technol* 2017;6:21. doi:10.1167/tvst.6.3.21
7. Bourcier T, Chammas J, Gaucher D, et al. Robot-assisted simulated strabismus surgery. *Transl Vis Sci Technol* 2019;8. doi:10.1167/tvst.8.3.26
8. Bourcier T, Becmeur PH, Mutter D. Robotically assisted amniotic membrane transplant surgery. *JAMA Ophthalmol*. 2015;133:213–4. doi:10.1001/jamaophthalmol.2014.4453
9. Bourcier T, Chammas J, Becmeur PH, et al. Robotically assisted pterygium surgery: First human case. *Cornea* 2015;34:1329–30. doi:10.1097/ICO.0000000000000561
10. Bourla DH, Hubschman JP, Culjat M, et al. Feasibility study of intraocular robotic surgery with the da Vinci surgical system. *Retina* 2008;28:154–8. doi:10.1097/IAE.0b013e-318068de46
11. Bourcier T, Chammas J, Becmeur PH, et al. Robot-assisted simulated cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2017;43:552–7. doi:10.1016/j.jcrs.2017.02.020
12. Warren H, Dasgupta P. The future of robotics. *Investig. Clin. Urol*. 2017;58:297–8. doi:10.4111/icu.2017.58.5.297

13. Bourges JL, Hubschman JP, Wilson J, et al. Assessment of a hexapod surgical system for robotic micro-macro manipulations in ocular surgery. *Ophthalmic Res* 2011;46:25–30. doi:10.1159/000314719
14. Hubschman JP, Bourges JL, Choi W, et al. The Microhand: A new concept of micro-forceps for ocular robotic surgery. *Eye* 2010;24:364–7. doi:10.1038/eye.2009.47
15. Üneri A, Balicki MA, Handa J, et al. New steady-hand eye robot with micro-force sensing for vitreoretinal surgery. In: 2010 3rd IEEE RAS and EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechanics, BioRob 2010. Proc IEEE RAS EMBS Int Conf Biomed Robot Biomechatron 2010. 814–9. doi:10.1109/BIOROB.2010.5625991
16. MacLachlan RA, Becker BC, Tabarés JC, et al. Micron: An actively stabilized handheld tool for microsurgery. *IEEE Trans. Robot.* 2012;28:195–212. doi:10.1109/TRO.2011.2169634
17. Ueta T, Yamaguchi Y, Shirakawa Y, et al. Robot-Assisted Vitreoretinal Surgery. Development of a Prototype and Feasibility Studies in an Animal Model. *Ophthalmology* 2009;116. doi:10.1016/j.ophtha.2009.03.001
18. Hibbard PB, Haines AE, Hornsey RL. Magnitude, precision, and realism of depth perception in stereoscopic vision. *Cogn Res Princ Implic* 2017;2. doi:10.1186/s41235-017-0062-7
19. Gerber MJ, Pettenkofer M, Hubschman JP. Advanced robotic surgical systems in ophthalmology. *Eye.* 2020;34:1554–62. doi:10.1038/s41433-020-0837-9
20. Yang S, MacLachlan RA, Riviere CN. Manipulator design and operation of a six-degree-of-freedom handheld tremor-canceling microsurgical instrument. *IEEE/ASME Trans Mechatronics* 2015;20:761–72. doi:10.1109/TMECH.2014.2320858
21. Gonenc B, Chae J, Gehlbach P, et al. Towards robot-assisted retinal vein cannulation: A motorized force-sensing microneedle integrated with a handheld micromanipulator. *Sensors (Switzerland)* 2017;17. doi:10.3390/s17102195
22. Nasser MA, Eder M, Nair S, et al. The introduction of a new robot for assistance in ophthalmic surgery. In: Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc 2013. 5682–5. doi:10.1109/EMBC.2013.6610840
23. Zhou M, Roodaki H, Eslami A, et al. Needle Segmentation in Volumetric Optical Coherence Tomography Images for Ophthalmic Microsurgery. *mdpi.com* doi:10.3390/app7080748
24. De Smet MD, Stassen JM, Meenink TCM, et al. Release of experimental retinal vein occlusions by direct intraluminal injection of ocriplasmin. *Br J Ophthalmol* 2016;100:1742–6. doi:10.1136/bjophthalmol-2016-309190
25. Edwards TL, Xue K, Meenink HCM, et al. First-in-human study of the safety and viability of intraocular robotic surgery. *Nat Biomed Eng* 2018;2:649–56. doi:10.1038/s41551-018-0248-4
26. Benjamin E, Poorten V, Leuven KU, et al. Design of a teleoperated robotic system for retinal surgery Moving-scale measurement system View project H2020-ITN-ATLAS View project Design of a Teleoperated Robotic System for Retinal Surgery. *ieeexplore.ieee.org* Published Online First: 2014. doi:10.1109/ICRA.2014.6907186
27. Willekens K, Gijbels A, Schoevaerds L, et al. Robot-assisted retinal vein cannulation in an in vivo porcine retinal vein occlusion model. *Acta Ophthalmol* 2017;95:270–5. doi:10.1111/aos.13358
28. Rahimy E, Wilson J, Tsao TC, et al. Robot-assisted intraocular surgery: Development of the IRISS and feasibility studies in an animal model. *Eye* 2013;27:972–8. doi:10.1038/eye.2013.105
29. Wilson JT, Gerber MJ, Prince SW, et al. Intraocular robotic interventional surgical system (IRISS): Mechanical design, evaluation, and master-slave manipulation. *Wiley Online Libr* 2017;14. doi:10.1002/rcs.1842
30. Chen CW, Lee YH, Gerber MJ, et al. Intraocular robotic interventional surgical system (IRISS): Semi-automated OCT-guided cataract removal. *Int J Med Robot Comput Assist*

- Surg 2018;14. doi:10.1002/rcs.1949
31. Chen CW, Francone AA, Gerber MJ, et al. Semiautomated optical coherence tomography-guided robotic surgery for porcine lens removal. *J Cataract Refract Surg* 2019;45:1665–9. doi:10.1016/j.jcrs.2019.06.020
  32. Francone A, Huang J, Ma J, et al. The effect of haptic feedback on efficiency and safety during preretinal membrane peeling simulation. *iovs.arvojournals.org* <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2737754> (accessed 21 Nov 2020).
  33. Jorge P, Jorge D, Ventura C, et al. Incidence of posterior capsule opacification following the implantation of a foldable hydrophilic acrylic intraocular lens: a 4 year follow-up study. *SciELO Bras* [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0004-27492014000400222&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0004-27492014000400222&script=sci_arttext) (accessed 21 Nov 2020).
  34. MacLaren RE, Bennett J, Schwartz SD. Gene Therapy and Stem Cell Transplantation in Retinal Disease: The New Frontier. *Ophthalmology* 2016;123:S98–106. doi:10.1016/j.ophtha.2016.06.041
  35. Constable IJ, Pierce CM, Lai CM, et al. Phase 2a Randomized Clinical Trial: Safety and Post Hoc Analysis of Subretinal rAAV.sFLT-1 for Wet Age-related Macular Degeneration. *EBio-Medicine* 2016;14:168–75. doi:10.1016/j.ebiom.2016.11.016
  36. Laouri M, Chen E, Looman M, et al. The burden of disease of retinal vein occlusion: Review of the literature. *Eye*. 2011;25:981–8. doi:10.1038/eye.2011.92
  37. Goldenberg D, Shahar J, Loewenstein A, et al. Diameters of retinal blood vessels in a healthy cohort as measured by spectral domain optical coherence tomography. *Retina* 2013;33:1888–94. doi:10.1097/IAE.0b013e31829477f2
  38. Riviere C, ... RR-P of the 19th, 1997 undefined. Characteristics of hand motion of eye surgeons. *ieeexplore.ieee.org* <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/757046/> (accessed 21 Nov 2020).
  39. Gijbels A, Smits J, Schoevaerdts L, et al. In-Human Robot-Assisted Retinal Vein Cannulation, A World First. *Ann Biomed Eng* 2018;46:1676–85. doi:10.1007/s10439-018-2053-3