



15. BÖLÜM

OFTALMOLOJİDE GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİNİN YERİ VE GELECEĞİ

Mehmet Fatih KOCAMAZ¹

GİRİŞ

Hayatı kolaylaştıran yeni ve farklı işlevlerdeki birçok cihazın keşfiyle teknolojiadaki gelişmeler her geçen gün insanları şaşırtmaya devam etmektedir. Her alanda olduğu gibi tıp alanında da yardımcı cihazların kullanımı yaygınlaşmaktadır. Giyilebilir teknoloji ürünleri, yapay zekanın öncüsü olduğu ameliyat araçları ve yeni görüntüleme yöntemleri bunlardan sadece bazılarıdır.

Giyilebilir teknoloji fikri henüz çok genç olmasına rağmen insanlar arasında hızla kabul edildi. Herkesin giderek daha yakından tanıdığı giyilebilir teknoloji ürünleri vazgeçilmez tıp teknolojileri arasında olma hedefine çabucak ulaşacak gibi görünüyor.

Kuşkusuz, oftalmolojide tanı ve tedavideki gelişmeler teknolojinin katkıları ile hız kazanmıştır. Refraktif kusurların düzeltilmesi için yaygın şekilde kullanılan gözlükler ve kontakt lensler de geçirdikleri değişimlerle, sadece refraktif kusurların düzeltilmesi görevlerinden öteye geçmişlerdir. Günümüzde kontakt lensler aracılığı ile intraoküler basınç ölçümü, glukoz seviyesi ölçümü, ilaç uygulanması gibi farklı alanlarda çalışmalar devam etmektedir (1,2,3). Entegre elektronik devrelerin icadı, yeni pil ve veri aktarımı teknolojilerinin gelişimi ile özellikle kontakt lenslere olan ilgi artmıştır (4).

Oftalmolojide tanı ve tedavi amaçlı kullanılmaya başlanan giyilebilir teknoloji ürünlerinin yanı sıra günümüzde üzerinde çalışılmakta olan retinal protezlerin de hastaların yaşam kalitesi üzerine olumlu etkisinin olacağı aşikardır. Bu bölümde oftalmolojide kullanılan giyilebilir teknoloji ürünleri ve çalışmalardan seçilen örnekler, ilgili hastalıkların tanı ve tedavisi başlığı altında anlatılacaktır.

¹ Uzm. Dr. Bursa Şehir Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği drmfkocamaz@gmail.com

vitamin E, latanoprost, timolol, dexametazon, moksifloksasin ve siklosporin gibi farmakolojik ajanların istenilen etkiye ulaşmada bu yöntemle de uygulanabileceği gösterilmiştir (47–53).

SONUÇ

Oftalmoloji tıp alanında teknolojinin öncü olduğu bir branştır. Yukarıda bahsedilen örnekler günümüzde üzerinde çalışılan oftalmolojik teknolojilerden sadece birkaçıdır. Elbette bu cihazların bir kısmının daha fonksiyonel hale gelerek yaygın kullanıma girmesi zaman alacaktır. Fakat öyle görünmektedir ki giyilebilir teknoloji ürünleri her geçen gün insan hayatına daha fazla değer katacak ve sağlığa giden yolda hekimlere ışık tutmaya devam edecektir.

KAYNAKLAR

1. Mottet B, Aptel F, Romanet JP, Hubanova R, Pépin JL, Chiquet C. 24-hour intraocular pressure rhythm in young healthy subjects evaluated with continuous monitoring using a contact lens sensor. *JAMA Ophthalmol.* 2013;131(12):1507-1516. doi:10.1001/jamaophthalmol.2013.5297
2. Keum DH, Kim SK, Koo J, et al. Wireless smart contact lens for diabetic diagnosis and therapy. *Sci Adv.* 2020;6(17):eaba3252. doi:10.1126/sciadv.aba3252
3. Choi SW, Kim J. Therapeutic contact lenses with polymeric vehicles for ocular drug delivery: A review. *Materials (Basel).* 2018;11(7). doi:10.3390/ma11071125
4. Nasreldin M, Delattre R, Ramuz M, Lahuec C, Djenizian T, De Bougrenet De la Tocnaye JL. Flexible micro-battery for powering smart contact lens. *Sensors (Switzerland).* 2019;19(9). doi:10.3390/s19092062
5. Chen HS, Chen MS, Lin YH. Electrically Tunable Ophthalmic Lenses for Myopia and Presbyopia Using Liquid Crystals. *Mol Cryst Liq Cryst.* 2014;596(1):88-96. doi:10.1080/15421406.2014.918321
6. Bailey J, Morgan PB, Gleeson HF, Jones JC. Switchable liquid crystal contact lenses for the correction of presbyopia. *Crystals.* 2018;8(1):29. doi:10.3390/cryst8010029
7. Ren H, Fox D, Anderson PA, Wu B, Wu S-T. Tunable-focus liquid lens controlled using a servo motor. *Opt Express.* 2006;14(18):8031. doi:10.1364/oe.14.008031
8. Hasan N, Karkhanis M, Khan F, Ghosh T, Kim H, Mastrangelo CH. Adaptive optics for autofocusing eyeglasses. In: *Optics InfoBase Conference Papers. Vol Part F45-IAO 2017.* Washington, D.C.: OSA - The Optical Society; 2017:AM3A.1. doi:10.1364/AIO.2017.AM3A.1
9. Padmanaban N, Konrad R, Wetzstein G. Autofocals: Evaluating gaze-contingent eyeglasses for presbyopes. *Sci Adv.* 2019;5(6):6187-6215. doi:10.1126/sciadv.aav6187
10. Lin H-C, Lin Y-H. An electrically tunable-focusing liquid crystal lens with a low voltage and simple electrodes. *Opt Express.* 2012;20(3):2045. doi:10.1364/oe.20.002045
11. Li J, Wang Y, Liu L, et al. A Biomimetic Soft Lens Controlled by Electrooculographic Signal. *Adv Funct Mater.* 2019;29(36):1903762. doi:10.1002/adfm.201903762
12. Gifford P, Au V, Hon B, Siu A, Xu P, Swarbrick HA. Mechanism for corneal reshaping in hyperopic orthokeratology. *Optom Vis Sci.* 2009;86(4):e306-e311. doi:10.1097/OPX.0b013e3181989266
13. Kang P, Swarbrick H. Peripheral refraction in myopic children wearing orthokeratology and gas-permeable lenses. *Optom Vis Sci.* 2011;88(4):476-482. doi:10.1097/OPX.0b013e31820f16fb

14. Swarbrick HA, Wong G, O'Leary DJ. Corneal response to orthokeratology. *Optom Vis Sci.* 1998;75(11):791-799. doi:10.1097/00006324-199811000-00019
15. Tsukiyama J, Miyamoto Y, Higaki S, Fukuda M, Shimomura Y. Changes in the anterior and posterior radii of the corneal curvature and anterior chamber depth by orthokeratology. *Eye Contact Lens.* 2008;34(1):17-20. doi:10.1097/ICL.0b013e3180515299
16. Chen R, Mao X, Jiang J, et al. The relationship between corneal biomechanics and anterior segment parameters in the early stage of orthokeratology. *Med (United States).* 2017;96(19). doi:10.1097/MD.0000000000006907
17. VanderVeen DK, Kraker RT, Pineles SL, et al. Use of Orthokeratology for the Prevention of Myopic Progression in Children: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology.* 2019;126(4):623-636. doi:10.1016/j.ophtha.2018.11.026
18. Varikuti VNV, Zhang C, Clair B, Reynolds AL. Effect of EnChroma glasses on color vision screening using Ishihara and Farnsworth D-15 color vision tests. *J AAPOS.* 2020;24(3):157.e1-157.e5. doi:10.1016/j.jaapos.2020.03.006
19. Gómez-Robledo L, Valero EM, Huertas R, Martínez-Domingo MA, Hernández-Andrés J. Do EnChroma glasses improve color vision for colorblind subjects? *Opt Express.* 2018;26(22):28693. doi:10.1364/oe.26.028693
20. Karepov S, Ellenbogen T. Metasurface-based contact lenses for color vision deficiency. *Opt Lett.* 2020;45(6):1379. doi:10.1364/ol.384970
21. BenEzra O, Herzog R, Cohen E, Karshai I, BenEzra D. Liquid crystal glasses: Feasibility and safety of a new modality for treating amblyopia [6]. *Arch Ophthalmol.* 2007;125(4):580-581. doi:10.1001/archoph.125.4.580
22. Spierer A, Raz J, Benezra O, et al. Treating amblyopia with liquid crystal glasses: A pilot study. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51(7):3395-3398. doi:10.1167/iovs.09-4568
23. Wang J, Neely DE, Galli J, et al. A pilot randomized clinical trial of intermittent occlusion therapy liquid crystal glasses versus traditional patching for treatment of moderate unilateral amblyopia. *J AAPOS.* 2016;20(4):326-331. doi:10.1016/j.jaapos.2016.05.014
24. Stapleton F, Alves M, Bunya VY, et al. TFOS DEWS II Epidemiology Report. *Ocul Surf.* 2017;15(3):334-365. doi:10.1016/j.jtos.2017.05.003
25. Kusama S, Sato K, Yoshida S, Nishizawa M. Self-Moisturizing Smart Contact Lens Employing Electroosmosis. *Adv Mater Technol.* 2020;5(1):1900889. doi:10.1002/admt.201900889
26. Korb DR, Blackie CA. Using goggles to increase periocular humidity and reduce dry eye symptoms. *Eye Contact Lens.* 2013;39(4):273-276. doi:10.1097/ICL.0b013e3182960ff9
27. FDA permits marketing of device that senses optimal time to check patient's eye pressure | FDA. <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-permits-marketing-device-senses-optimal-time-check-patients-eye-pressure>. Accessed November 7, 2020.
28. Leonardi M, Pitchon EM, Bertsch A, Renaud P, Mermoud A. Wireless contact lens sensor for intraocular pressure monitoring: Assessment on enucleated pig eyes. *Acta Ophthalmol.* 2009;87(4):433-437. doi:10.1111/j.1755-3768.2008.01404.x
29. Dunbar GE, Shen BY, Aref AA. The Sensimed Triggerfish contact lens sensor: Efficacy, safety, and patient perspectives. *Clin Ophthalmol.* 2017;11:875-882. doi:10.2147/OPTH.S109708
30. Michelson G, Patzelt A, Harazny J. Flickering light increases retinal blood flow. *Retina.* 2002;22(3):336-343. doi:10.1097/00006982-200206000-00013
31. Ethier CR, Yoo P, Berdahl JP. The effects of negative periocular pressure on intraocular pressure. *Exp Eye Res.* 2020;191:107928. doi:10.1016/j.exer.2020.107928
32. Kadashetti V, Baad R, Malik N, et al. Glucose Level Estimation in Diabetes Mellitus By Saliva: A Bloodless Revolution. *Rom J Intern Med.* 2015;53(3):248-252. doi:10.1515/rjim-2015-0032
33. Yan Q, Peng B, Su G, Cohan BE, Major TC, Meyerhoff ME. Measurement of tear glucose levels with amperometric glucose biosensor/capillary tube configuration. *Anal Chem.* 2011;83(21):8341-8346. doi:10.1021/ac201700c

34. Ascaso FJ, Huerva V. Noninvasive continuous monitoring of tear glucose using glucose-sensing contact lenses. *Optom Vis Sci.* 2016;93(4):426-434. doi:10.1097/OPX.0000000000000698
35. Lin YR, Hung CC, Chiu HY, et al. Noninvasive glucose monitoring with a contact lens and smartphone. *Sensors (Switzerland).* 2018;18(10). doi:10.3390/s18103208
36. Sivaprasad S, Vasconcelos JC, Prevost AT, et al. Clinical efficacy and safety of a light mask for prevention of dark adaptation in treating and preventing progression of early diabetic macular oedema at 24 months (CLEOPATRA): a multicentre, phase 3, randomised controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2018;6(5):382-391. doi:10.1016/S2213-8587(18)30036-6
37. WHO Fact Sheet No. 282. Visual Impairment and Blindness. - References - Scientific Research Publishing. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1859966](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1859966). Accessed November 12, 2020.
38. Wittich W, Lorenzini MC, Markowitz SN, et al. The Effect of a Head-mounted Low Vision Device on Visual Function. *Optom Vis Sci.* 2018;95(9):774-784. doi:10.1097/OPX.0000000000001262
39. Rachitskaya A V, Yuan A. Argus II retinal prosthesis system: An update. *Ophthalmic Genet.* 2016;37(3):260-266. doi:10.3109/13816810.2015.1130152
40. Ho AC, Humayun MS, Dorn JD, et al. Long-Term Results from an Epiretinal Prosthesis to Restore Sight to the Blind. *Ophthalmology.* 2015;122(8):1547-1554. doi:10.1016/j.ophtaha.2015.04.032
41. Administration USFaD 2015 FDA Allows Marketing of New Device to Help the Blind Process Visual Signals via Their Tongues. Silver Spring, MD.
42. Kendrick M. Tasting the light. *Sci Am.* 2009;301(4). doi:10.1038/scientificamerican1009-22
43. Grant P, Spencer L, Arnoldussen A, et al. The functional performance of the brainport v100 device in persons who are profoundly blind. *J Vis Impair Blind.* 2016;110(2):77-88. doi:10.1177/0145482x1611000202
44. Moisseiev E, Mannis MJ. Evaluation of a portable artificial vision device among patients with low vision. *JAMA Ophthalmol.* 2016;134(7):748-752. doi:10.1001/jamaophthalmol.2016.1000
45. Finn AP, Tripp F, Whitaker D, Vajzovic L. Synergistic Visual Gains Attained using Argus II Retinal Prosthesis with OrCam MyEye. *Ophthalmol Retin.* 2018;2(4):382-384. doi:10.1016/j.oret.2017.08.008
46. West KE, Jablonski MR, Warfield B, et al. Blue light from light-emitting diodes elicits a dose-dependent suppression of melatonin in humans. *J Appl Physiol.* 2011;110(3):619-626. doi:10.1152/jappphysiol.01413.2009
47. Hsu KH, Carbia BE, Plummer C, Chauhan A. Dual drug delivery from vitamin e loaded contact lenses for glaucoma therapy. *Eur J Pharm Biopharm.* 2015;94:312-321. doi:10.1016/j.ejpb.2015.06.001
48. Ciolino JB, Stefanescu CF, Ross AE, et al. In vivo performance of a drug-eluting contact lens to treat glaucoma for a month. *Biomaterials.* 2014;35(1):432-439. doi:10.1016/j.biomaterials.2013.09.032
49. Peng CC, Ben-Shlomo A, MacKay EO, Plummer CE, Chauhan A. Drug delivery by contact lens in spontaneously glaucomatous dogs. *Curr Eye Res.* 2012;37(3):204-211. doi:10.3109/02713683.2011.630154
50. Ross AE, Bengani LC, Tulsan R, et al. Topical sustained drug delivery to the retina with a drug-eluting contact lens. *Biomaterials.* 2019;217. doi:10.1016/j.biomaterials.2019.119285
51. Gade SK, Nirmal J, Garg P, Venuganti VVK. Corneal delivery of moxifloxacin and dexamethasone combination using drug-eluting mucoadhesive contact lens to treat ocular infections. *Int J Pharm.* 2020;591. doi:10.1016/j.ijpharm.2020.120023
52. Elting LS, Cooksley C, Chambers M, Cantor SB, Manzullo E, Rubenstein EB. The burdens of cancer therapy: Clinical and economic outcomes of chemotherapy-induced mucositis. *Cancer.* 2003;98(7):1531-1539. doi:10.1002/cncr.11671
53. Choi JH, Li Y, Jin R, et al. The Efficiency of Cyclosporine A-Eluting Contact Lenses for the Treatment of Dry Eye. *Curr Eye Res.* 2019;44(5):486-496. doi:10.1080/02713683.2018.1563702