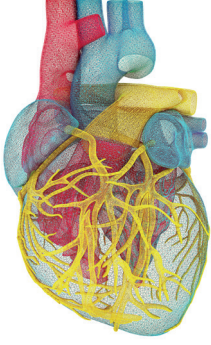


BÖLÜM 15



Diyabet Tedavileri 4: Diyabet Teknolojileri

Adile Begüm BAHÇECİOĞLU MUTLU¹

| GİRİŞ

İnsülinin keşfinin 100. yılını geride bıraktığımız günümüzde, özellikle geçtiğimiz 50 yıl içerisinde diyabetli bireylerin yaşam kalitelerini iyileştirmek ve hastalığı yönetmelerini kolaylaştırmak amacıyla, ilerleyen teknoloji yardımıyla çok sayıda araç geliştirildi. Hem tip 1 diyabetli (T1DM) hem de tip 2 diyabetli (T2DM) bireylerde kullanılabilen bu teknolojik araçlar iki ana kısımda incelenebilir: Sürekli glukoz monitörizasyon [*Continuous Glucose Monitorization (CGM)*: SGM] sistemleri ve insülin dağıtım sistemleri.

SGM sistemleri, statik bilgi verebilen kendi kendine glukoz ölçüm takibi (*Self monitoring of blood glucose: SMBG*) yöntemine göre, dinamik glukoz seyrinin ve değişkenliğinin takibi konusunda daha konforlu ve doğruluğu çok daha yüksek bilgi sağlayabilmektedir (1). SGM teknolojisi klinisyenlere glisemik seyir, eğilim ve değişkenlik konusunda geçmişte sahip olunmayan oldukça ayrıntılı bilgi sağlamakta olup çok daha ayrıntılı bir bakış açısı kazandırmıştır. Zaman içerisinde sensörde kalma süresi, elde edilen glukoz ölçümlerinin doğruluğu arttıkça terapötik yaklaşımlara

da yön vermeye başlamıştır (2). Sürekli subkutan insülin infüzyon [*Continuous Subcutaneous Insulin Infusion (CSII)*: SSİİ] sistemleri, diğer adı ile insülin pompaları ile sınırlı dozlama esnekliğine sahip mekanik insülin enjeksiyon şırınga ve kalemlerinden, daha fazla esneklik ve doğrulukla modüle edebilen bolus hesaplayıcıları ve gelişmiş özelliklere sahip “akıllı” sistemlere geçiş sağlanmıştır. Bu sistemlerin SGM sistemleri ile entegrasyonu ile de SGM verilerinden gelen geri bildirim dayalı olarak bazal insülin dozlarının iletimini azaltabilen, askıya alabilen veya devam ettirebilen, düşük dozda oto-boluslar yapabilen yarı otomatik sistemlere insülin pompalarını geliştirmiştir (3). Günümüz itibarıyla kullanımda olan diyabet teknolojileri aşağıdaki başlıklar şeklinde sınıflanarak anlatılacaktır.

- A. Akıllı insülin kalemleri
- B. Sürekli Subkutan İnsülin İnfüzyon (SSİİ) sistemleri
 - i. Konvansiyonel Sürekli Subkutan İnsülin İnfüzyon sistemleri (Konvansiyonel insülin pompaları, *Conventional Continuous Subcutaneous Insulin Infusion*)

¹ Uzm. Dr., Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Endokrinoloji ve Metabolizma BD., begumbahceci@hotmail.com

Bu uygulamaların çoğu günlük diyabet yönetimi için basit araçlar sağlarken (örneğin, glukoz kayıt defteri, karbonhidrat sayma yardımı, egzersiz takibi, sağlıklı beslenme, insülin dozu hesaplama) bir kısmı da uzaktan koçluk, eğitim ve klinik tavsiye sağlayan sağlık profesyonellerinden yararlanma içeriğindedir. Dünyada 5 milyardan fazla kişinin akıllı telefon kullandığı ve halihazırda yaklaşık 0,5 milyar kişinin diyet, fiziksel aktivite ve kronik hastalık yönetimi için mobil uygulamaları kullandığı düşünüldüğünde, diyabet uygulamaları çok büyük bir potansiyele sahiptir (35).

SONUÇ

Günümüz itibariyle diyabetli bireylerin yaşantısında oldukça önemli bir yeri olan diyabet teknolojilerinin başlıcaları SGM sistemleri ve insülin pompalarıdır. Yaklaşık 20 yıldır kullanımda olan SGM sistemleri, glisemik kontrol ve değişkenlik hakkında, kendi kendine glukoz ölçüm takibi ve HbA1c'ye göre çok daha ayrıntılı bilgi vermektedir. Kullanımı hem tip 1 diyabet hem de tip 2 diyabette onaylı olan bu cihazlar, TIR'da artış, HbA1c'de ve hipoglisemide geçen zamanda düşüş sağlamakta, glisemik değişkenliği azaltmaktadır. İnsülin pompaları ise sürekli subkutan insülin infüzyonu sağlayarak glisemik kontrolü iyileştiren, esnek insülin iletimi sağlayan ve diyabetli bireyi tekrarlayan enjeksiyondan kurtararak da hayat kalitesini iyileştiren cihazlardır. Yıllar içerisinde ilerleyen teknoloji ile sensör sistemleri ile entegre edilerek sensörle güçlendirilmiş insülin pompaları geliştirilmiş ve düşük/yüksek glukoz değerlerinin algılanarak sisteme eklenen algoritmalar sayesinde otomatik müdahale sağlanmıştır. Şu anda kullanımda olan en gelişmiş sistemler hibrid kapalı devre sistemleri olup, kullanıcının öğünde aldığı karbonhidratı cihaza girmesi gerekmektedir. Ulaşılmak istenen nihai hedef ise, kullanıcının öğünlerini cihaza girmesi gerekmeyen tamamen kapalı devre, tam otomatik multihormonal kapalı devre sistemlerdir ve bu konuda çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Heinemann L. Continuous Glucose Monitoring (CGM) or Blood Glucose Monitoring (BGM): Interactions and Implications. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2018; 12: 873-879. 20180412. DOI: 10.1177/1932296818768834.
2. Bergenstal RM, Mullen DM, Strock E, et al. Randomized comparison of self-monitored blood glucose (BGM) versus continuous glucose monitoring (CGM) data to optimize glucose control in type 2 diabetes. *Journal of Diabetes and its Complications* 2022; 36: 108106. 20211231. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2021.108106.
3. Peters AL, Ahmann AJ, Battelino T, et al. Diabetes Technology-Continuous Subcutaneous Insulin Infusion Therapy and Continuous Glucose Monitoring in Adults: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 2016; 101: 3922-3937. 20160902. DOI: 10.1210/jc.2016-2534.
4. Fonseca VA, Grunberger G, Anhalt H, et al. Continuous Glucose Monitoring: A Consensus Conference of the American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology. *Endocrine Practice* 2016; 22: 1008-1021. 20160523. DOI: 10.4158/ep161392.Cs.
5. Peters AL, Ahmann AJ, Hirsch IB, et al. Advances in Glucose Monitoring and Automated Insulin Delivery: Supplement to Endocrine Society Clinical Practice Guidelines. *Journal of the Endocrine Society* 2018; 2: 1214-1225. 20181005. DOI: 10.1210/js.2018-00262.
6. 7. Diabetes Technology: Standards of Medical Care in Diabetes-2021. *Diabetes Care* 2021; 44: S85-s99. DOI: 10.2337/dc21-S007.
7. Aleppo G and Webb K. Continuous Glucose Monitoring Integration in Clinical Practice: A Stepped Guide to Data Review and Interpretation. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2019; 13: 664-673. 20181119. DOI: 10.1177/1932296818813581.
8. Agiostratidou G, Anhalt H, Ball D, et al. Standardizing Clinically Meaningful Outcome Measures Beyond HbA(1c) for Type 1 Diabetes: A Consensus Report of the American Association of Clinical Endocrinologists, the American Association of Diabetes Educators, the American Diabetes Association, the Endocrine Society, JDRF International, The Leona M. and Harry B. Helmsley Charitable Trust, the Pediatric Endocrine Society, and the T1D Exchange. *Diabetes Care* 2017; 40: 1622-1630. DOI: 10.2337/dc17-1624.
9. Bergenstal RM, Beck RW, Close KL, et al. Glucose Management Indicator (GMI): A New Term for Estimating A1C From Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Care* 2018; 41: 2275-2280. 20180917. DOI: 10.2337/dc18-1581.
10. Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, et al. Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range. *Diabetes Care* 2019; 42: 1593-1603. 20190608. DOI: 10.2337/dci19-0028.
11. Grunberger G, Sherr J, Allende M, et al. American Association of Clinical Endocrinology Clinical Practice Guideline: The Use of Advanced Technology in the Management of Persons With Diabetes Mellitus. *Endocrine Practice* 2021; 27: 505-537. DOI: 10.1016/j.eprac.2021.04.008.

12. Bailey TS, Grunberger G, Bode BW, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology 2016 Outpatient Glucose Monitoring Consensus Statement. *Endocrine Practice* 2016; 22: 231-261. 20160127. DOI: 10.4158/ep151124.Cs.
13. Šoupal J, Petruželková L, Flekač M, et al. Comparison of Different Treatment Modalities for Type 1 Diabetes, Including Sensor-Augmented Insulin Regimens, in 52 Weeks of Follow-Up: A COMISAIR Study. *Diabetes Technology and Therapeutics* 2016; 18: 532-538. 20160802. DOI: 10.1089/dia.2016.0171.
14. Beck RW, Riddlesworth T, Ruedy K, et al. Effect of Continuous Glucose Monitoring on Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes Using Insulin Injections: The DIAMOND Randomized Clinical Trial. *The Journal of the American Medical Association* 2017; 317: 371-378. DOI: 10.1001/jama.2016.19975.
15. Polonsky WH, Hessler D, Ruedy KJ, et al. The Impact of Continuous Glucose Monitoring on Markers of Quality of Life in Adults With Type 1 Diabetes: Further Findings From the DIAMOND Randomized Clinical Trial. *Diabetes Care* 2017; 40: 736-741. 20170407. DOI: 10.2337/dc17-0133.
16. Lind M, Polonsky W, Hirsch IB, et al. Continuous Glucose Monitoring vs Conventional Therapy for Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes Treated With Multiple Daily Insulin Injections: The GOLD Randomized Clinical Trial. *The Journal of the American Medical Association* 2017; 317: 379-387. DOI: 10.1001/jama.2016.19976.
17. Mulinacci G, Alonso GT, Snell-Bergeon JK, et al. Glycemic Outcomes with Early Initiation of Continuous Glucose Monitoring System in Recently Diagnosed Patients with Type 1 Diabetes. *Diabetes Technology and Therapeutics* 2019; 21: 6-10. 20181221. DOI: 10.1089/dia.2018.0257.
18. Munshi MN, Slyne C, Greenberg JM, et al. Nonadherence to Insulin Therapy Detected by Bluetooth-Enabled Pen Cap Is Associated With Poor Glycemic Control. *Diabetes Care* 2019; 42: 1129-1131. 20190312. DOI: 10.2337/dc18-1631.
19. Skyler JS. Continuous subcutaneous insulin infusion—an historical perspective. *Diabetes Technology and Therapeutics* 2010; 12 Suppl 1: S5-9. DOI: 10.1089/dia.2010.0068.
20. Food and Drug Administration, Center for Devices and Radiological Health: MiniMed 670G system approval letter. , <https://www.fda.gov/news-events/fda-newsroom/press-announcements.ucm522974.htm> (2016, accessed December 30, 2022).
21. Lewis D. History and Perspective on DIY Closed Looping. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2019; 13: 790-793. 20181022. DOI: 10.1177/1932296818808307.
22. Palmer W, Greeley SAW and Naylor R. The Do-It-Yourself Artificial Pancreas. *Pediatric Annals* 2021; 50: e304-e307. 20210701. DOI: 10.3928/19382359-20210622-02.
23. Asarani NAM, Reynolds AN, Elbalshy M, et al. Efficacy, safety, and user experience of DIY or open-source artificial pancreas systems: a systematic review. *Acta Diabetologica* 2021; 58: 539-547. 20201031. DOI: 10.1007/s00592-020-01623-4.
24. Kesavadev J, Srinivasan S, Saboo B, et al. The Do-It-Yourself Artificial Pancreas: A Comprehensive Review. *Diabetes Therapy* 2020; 11: 1217-1235. 20200430. DOI: 10.1007/s13300-020-00823-z.
25. Pickup JC and Sutton AJ. Severe hypoglycaemia and glycaemic control in Type 1 diabetes: meta-analysis of multiple daily insulin injections compared with continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetic Medicine* 2008; 25: 765-774. DOI: 10.1111/j.1464-5491.2008.02486.x.
26. 7. Diabetes Technology: Standards of Medical Care in Diabetes-2019. *Diabetes Care* 2019; 42: S71-s80. DOI: 10.2337/dc19-S007.
27. Grunberger G, Handelsman Y, Bloomgarden ZT, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology 2018 Position Statement on Integration of Insulin Pumps and Continuous Glucose Monitoring in Patients With Diabetes Mellitus. *Endocrine Practice* 2018; 24: 302-308. DOI: 10.4158/ps-2017-0155.
28. Benkhadra K, Alahdab F, Tamhane SU, et al. Continuous subcutaneous insulin infusion versus multiple daily injections in individuals with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Endocrine* 2017; 55: 77-84. 20160801. DOI: 10.1007/s12020-016-1039-x.
29. Bergenstal RM, Tamborlane WV, Ahmann A, et al. Sensor-augmented pump therapy for A1C reduction (STAR 3) study: results from the 6-month continuation phase. *Diabetes Care* 2011; 34: 2403-2405. 20110920. DOI: 10.2337/dc11-1248.
30. Senn JD, Fischli S, Slahor L, et al. Long-Term Effects of Initiating Continuous Subcutaneous Insulin Infusion (CSII) and Continuous Glucose Monitoring (CGM) in People with Type 1 Diabetes and Unsatisfactory Diabetes Control. *Journal of Clinical Medicine* 2019; 8 20190321. DOI: 10.3390/jcm8030394.
31. Forlenza GP, Li Z, Buckingham BA, et al. Predictive Low-Glucose Suspend Reduces Hypoglycemia in Adults, Adolescents, and Children With Type 1 Diabetes in an At-Home Randomized Crossover Study: Results of the PROLOG Trial. *Diabetes Care* 2018; 41: 2155-2161. 20180808. DOI: 10.2337/dc18-0771.
32. Reznik Y, Cohen O, Aronson R, et al. Insulin pump treatment compared with multiple daily injections for treatment of type 2 diabetes (OpT2mise): a randomised open-label controlled trial. *Lancet* 2014; 384: 1265-1272. 20140702. DOI: 10.1016/s0140-6736(14)61037-0.
33. Forlenza GP, Carlson AL, Galindo RJ, et al. Real-World Evidence Supporting Tandem Control-IQ Hybrid Closed-Loop Success in the Medicare and Medicaid Type 1 and Type 2 Diabetes Populations. *Diabetes Technology and Therapeutics* 2022; 24: 814-823. 20220726. DOI: 10.1089/dia.2022.0206.
34. Izahar S, Lean QY, Hameed MA, et al. Content Analysis of Mobile Health Applications on Diabetes Mellitus. *Frontiers in Endocrinology (Lausanne)* 2017; 8: 318. 20171127. DOI: 10.3389/fendo.2017.00318.
35. Hood M, Wilson R, Corsica J, et al. What do we know about mobile applications for diabetes self-management? A review of reviews. *Journal of Behavioral Medicine* 2016; 39: 981-994. 20160713. DOI: 10.1007/s10865-016-9765-3.