

Parkinson hastalığı semptomlarının takibinde kullanılan giyilebilir cihazlar

Wearable technologies for monitoring symptoms in Parkinson's disease

Deniz Küsbeci¹, Kaan Kurtoğlu², Ozge Yılmaz Küsbeci³

¹İzmir Özel Çakabey Lisesi, İzmir, Türkiye

²Los Gatos High School, Los Gatos, United States

³İzmir Ekonomi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

ÖZ

Parkinson hastalığı (PH) hastaların yaşam kalitesini etkileyen nörodejeneratif bir hastalıktır. Hastalığın takibinde motor semptomların ve motor dışı semptomların doğru olarak değerlendirilmesi çok önemlidir. Günümüzde giyilebilir cihazlar sayesinde hastaların motor semptomlarının gün içinde sürekli değerlendirilmesi mümkün olmakta, böylece hem hastaların şikayetlerinin objektif değerlendirilmesi yapılabilmekte hem de tedavi yanıtları değerlendirilebilmektedir. Cihazların içerdikleri akselerometre, giroskop ve spesifik algoritmalar sayesinde motor semptomlar hakkında objektif bilgi edinilebilmektedir. Bununla birlikte bu cihazların kullanım zorlukları, validasyon çalışmalarının eksik olması ve erişim zorlukları nedeniyle kullanımı kısıtlı olmaktadır. Bu nedenle validasyon ve kullanılabilirlik çalışmalarının artması ve standardize protokollerin oluşturulmasıyla giyilebilir teknolojilerin kullanımı yaygınlaşacaktır.

Anahtar Sözcükler: Motor semptomlar, Parkinson hastalığı, giyilebilir teknolojiler.

ABSTRACT

Parkinson's disease (PD) is a neurodegenerative disorder that significantly impacts patients' quality of life. Accurate evaluation of both motor and non-motor symptoms is essential for disease monitoring. Today, wearable devices enable continuous assessment of motor symptoms throughout the day, allowing both the objective evaluation of patients' complaints and the monitoring of treatment responses. Through integrated accelerometers, gyroscopes, and specific algorithms, these devices provide objective information about motor symptoms. However, their use remains limited due to practical challenges, lack of sufficient validation studies, and accessibility issues. Therefore, with the expansion of validation and usability studies and the development of standardized protocols, the adoption of wearable technologies is expected to become more widespread.

Keywords: Motor symptoms, Parkinson's disease, wearable technologies.

Parkinson hastalığı (PH), hem motor hem de motor dışı semptomlara neden olarak hastaların günlük yaşamsal aktivitelerini belirgin olarak

etkileyen ve gün geçtikçe görülme sıklığı artan nörodeneneratif bir hastalıktır.^[1-3] Günümüzde araştırma aşamasında çok sayıda giyilebilir

İletişim adresi / Correspondence: Dr. Ozge Yılmaz Küsbeci, İzmir Ekonomi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, 35330 Balçova, İzmir, Türkiye.
E-posta (e-mail): ozgeyilmaz73@gmail.com

Geliş tarihi / Received: 09 Eylül 2024 Kabul tarihi: / Accepted: 15 Eylül 2024 Online yayın tarihi / Published online: 19 Eylül 2025

Atf:

Küsbeci D, Kurtoğlu K, Yılmaz Küsbeci O. Parkinson hastalığı semptomlarının takibinde kullanılan giyilebilir cihazlar. Parkinson Hast Harek Boz Derg 2024;27(2-3):19-23. doi: 10.5606/phhb.dergisi.2024.43.

teknolojik cihazlar olsa da PH tanısı, hastalığın tedavisi ve bulguların değerlendirilmesi halen doktorun deneyimine, bilgisine ve hastanın bulgularını doğru olarak ifade etmesine dayanmaktadır. Hastaların bulguları da doktor kontrolüne geldiklerinde ilaç saati, bulguların dalgalanması, yorgunluk ya da hastaların daha dikkatli davranmaları gibi çok sayıda nedenle değişebilmekte ve günlük şikayetlerini ve bulgularını her zaman tam olarak yansıtamamaktadır. Ayrıca muayene sürelerinde daha baskın semptomların değerlendirilmesi nedeniyle hastaların ılımlı dalgalanmaları tam olarak değerlendirilememekte ve bu dalgalanmaların hastaların günlük yaşamlarını ciddi olarak etkilemeleri nedeniyle doğru bir şekilde değerlendirilmeleri önem taşımaktadır.^[4]

Günümüzde giyilebilir cihazlar gittikçe daha çok önem kazanmaktadır. Bu cihazlar hem semptomların takibinde hem de hastanın değerlendirilmesinde daha uzun zamanı yansıtmaları nedeniyle tedavi etkinliğinin değerlendirilmesi kadar hastanın tedavi ihtiyaçlarının düzenlenmesinde de yardımcı olmaktadır.^[4-7]

Günümüzde bu amaçla kullanılan ve geliştirilmeye çalışılan çok sayıda cihaz olmakla birlikte bu cihazların fiyatı, cihaza ulaşımı, validasyonlarının olmaması, kullanım zorlukları gibi pek çok nedenle kullanımları kısıtlıdır.^[4] Ancak zamanla validasyon çalışmalarının yapılması, cihazların kullanım pratikliklerinin artması, hastane sistemlerinde rahatlıkla kullanımların artması ile birlikte giyilebilir teknolojiler hastalar için daha yararlı ve kullanılabilir hale gelebilir.^[8,9]

Bu makalede günümüzde PH takibinde kullanılan giyilebilir cihazların sunulması amaçlanmıştır.

PKG™

Parkinson hastalığının motor semptomlarını sürekli monitörize etmek için geliştirilmiş ve bileğe takılan bir cihazdır. Global Kinetics Pty Ltd. şirketi tarafından geliştirilmiştir. Hastanın altı gün boyunca semptomları kaydedilerek önce sunucu sisteme oradan da hastanın kendi nöroloji doktoruna gönderilmektedir. Cihazın

algoritması ilk kez 2012'de yayınlanmıştır.^[10] Cihazın kullanıcı dostu olduğu belirtilmekle birlikte daha fazla validasyon çalışmalarına ihtiyaç olduğu bildirilmiştir.^[4,10]

Kinesia 360™ and Kinesia U™

Great Lakes Neurotechnologies (GLN) şirketi tarafından geliştirilmiştir. Kinesia 360™ hem el hem de ayak bileğine takılan çift-cihaz sistemidir. Kinesia U™ ise el bileğine takılmaktadır. Cihaz triaksial akselometre ve giroskop içermektedir. Kinesia 360™ diskinezi, tremor, yavaşlık, mobilite, postür ve adımlar konusunda bilgi sağlamaktadır.^[11] Kinesia 360™ cihazı ile aynı zamanda esansiyel tremoru da ölçmektedir. Cihazla birlikte kullanılan uygulamada bir günlük bulunmakta ve hastalar semptomlarını bu günlüğe kaydedebilmektedir.^[12]

PDMonitor™

PDMonitor™ PH'nin tüm motor semptomlarını değerlendirmek için geliştirilmiş ve vücudun tüm bölümlerine takılan beş cihazdan oluşan bir sistemdir. PD nöroteknoloji tarafından geliştirilmiştir. Her cihazda bir akselometre, giroskop ve magnetometre mevcuttur. Alt ve üst ekstremitelerin ve gövdenin hareketleri saptanabilmektedir. Antonini ve ark.^[13] tarafından yapılan bir çalışmada motor semptomlara ait güvenilir bir harita çıkarılmıştır. Bununla birlikte cihazın beş farklı parçadan oluşması, özellikle sabah akinezi ile uyanan hastaların cihazı takabilmesi konusunda zorluk yaratmaktadır. Ayrıca hastalar cihaz sistemini görünür olmaması durumunda takabileceklerini belirtmiştir. Bu iki konu hastaların cihaza uyum sağlayabilmesi açısından sorun yaratmaktadır.^[7,13]

Stat-ON™

Stat-ON™ bileğe takılan bir cihazdır. REMPARK projesi altında üretilmiştir. Cihaz vücuda takılan sensörleri en aza indirmeyi hedeflerken makine öğrenme sistemini kullanarak hastaların semptomlarını en ayrıntılı şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bradikinezi, diskinezi, donma, yürüyüş parametreleri ve düşmeler ON=FF sonuçları

ile birlikte değerlendirilmektedir. Veri bankası ev çevresinde elde edilmiştir. ON OFF algoritmalarının elde edilebilmesi için günlükler kullanılmış ve klinisyen, hastanın motor durumunu değerlendirmek için hastayı iki saatte bir aramıştır.^[14-22]

Neptune™

Neptune™ bradikinezi, diskinezi ve ON/OFF durumlarını belirleyen bir cihazdır. Algoritması derin-öğrenme tekniği ile oluşturulmuştur. Ancak bu cihazın validasyonu için yeni çalışmalar gerekmektedir.^[4]

TARTIŞMA

Günümüzde PH semptomlarının gün içinde objektif olarak değerlendirilmesi, tedavinin doğru düzenlenmesi ve hastaların yaşam kalitelerinin artmasında önem taşımaktadır. Hastaların muayeneleri sırasında detaylı değerlendirme yapılmasına rağmen muayene süreleri hastaların gün içindeki şikayetlerini her zaman doğru olarak yansıtamamaktadır. Bu durumda da hastaların günlük tutmaları istenmekte ve bu şekilde semptomlarının tedavisi yapılmaya çalışılmaktadır. Oysa yapılan çalışmalarda bu günlüklerin her zaman tamamen doğruyu yansıtmadığı ve takipte yetersiz oldukları gösterilmektedir.^[4] Giyilebilir teknolojiler sürekli, monitörizasyon sağlamaları nedeniyle hastaların semptomlarının daha objektif olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır. Giyilebilir teknolojiler de hastaların şikayetlerine ve nöroloji doktorunun değerlendirmek istediği semptoma göre değişmektedir. Tremor, diskinezi ve donma vücudun farklı yerlerine takılan sensörlerle değerlendirilmektedir. Çok sayıda sensörle değerlendirme yapılması semptomların daha doğru ve yeterli değerlendirilmesini sağlamaktadır. Ancak fazla sensör sayısının kullanım zorluklarına neden olması ve bazı hastaların görünür sensörlerle dolaşmak istememeleri gibi nedenlerle sensör kullanımları kısıtlanmaktadır.^[23,24]

Giyilebilir teknolojiler motor semptomların değerlendirilmesinde daha detaylı bilgi vermelerine rağmen uyku ve motor dışı

semptomlarla ilgili değerlendirmelerde kullanımları sınırlı olmaktadır.^[25,26]

Sonuç olarak, giyilebilir teknolojilerin gelişmesiyle birlikte bu cihazların erişilebilirliği ve güvenilirliği artacak, dolayısıyla hasta takibinde kullanımları yaygınlaşacaktır. Sürekli monitörizasyon sayesinde, hasta değerlendirmeleri sırasında sıklıkla gözden kaçan ya da bildirilmeyen motor dalgalanmalar, diskineziler, tremorlar ve donmalar daha objektif biçimde saptanabilecektir. Bu durum, tedavinin etkinliğinin artırılmasına ve günlük ihtiyaç duyulan ilaç dozlarının daha doğru belirlenmesine katkı sağlayacaktır. Böylece daha kişiselleştirilmiş ve adaptif yaklaşımlar mümkün olacak, bunun sonucunda da hastaların yaşam kalitesi belirgin ölçüde iyileşecektir.

Veri Paylaşım Beyanı: Bu çalışmanın bulgularını destekleyen veriler talep üzerine ilgili yazardan temin edilebilir.

Yazar Katkıları: Makalenin yazılması: Ö.Y.K.; Literatür taraması ve metin yazılması: D.K., K.K.

Çıkar çakışması beyanı: Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çakışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansman: Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Kalia LV, Lang AE. Parkinson's disease. Lancet 2015;386:896-912. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61393-3.
2. Rossi A, Berger K, Chen H, Leslie D, Mailman RB, Huang X. Projection of the prevalence of Parkinson's disease in the coming decades: Revisited. Mov Disord 2018;33:156-9. doi: 10.1002/mds.27063.
3. Stoker TB, Greenland JC, editors. Parkinson's Disease: Pathogenesis and Clinical Aspects [Internet]. Brisbane (AU): Codon Publications; 2018 Dec 21.
4. Rodríguez-Martín D, Pérez-López C. Commercial symptom monitoring devices in Parkinson's disease: Benefits, limitations, and trends. Front Neurol 2024;15:1470928. doi: 10.3389/fneur.2024.1470928.
5. Monje MHG, Foffani G, Obeso J, Sánchez-Ferro Á. New sensor and wearable technologies to aid in the diagnosis and treatment monitoring of Parkinson's disease. Annu Rev Biomed Eng 2019;21:111-43. doi: 10.1146/annurev-bioeng-062117-121036.

6. Luis-Martínez R, Monje MHG, Antonini A, Sánchez-Ferro Á, Mestre TA. Technology-enabled care: Integrating multidisciplinary care in Parkinson's disease through digital technology. *Front Neurol* 2020;11:575975. doi: 10.3389/fneur.2020.575975.
7. Moreau C, Rouaud T, Grabli D, Benatru I, Remy P, Marques AR, et al. Overview on wearable sensors for the management of Parkinson's disease. *NPJ Parkinsons Dis* 2023;9:153. doi: 10.1038/s41531-023-00585-y.
8. Brognara L, Palumbo P, Grimm B, Palmerini L. Assessing gait in Parkinson's disease using wearable motion sensors: A systematic review. *Diseases* 2019;7:18. doi: 10.3390/diseases7010018.
9. Li F, Shirahama K, Nisar MA, Köping L, Grzegorzec M. Comparison of feature learning methods for human activity recognition using wearable sensors. *Sensors (Basel)* 2018;18:679. doi: 10.3390/s18020679.
10. Griffiths RI, Kotschet K, Arfon S, Xu ZM, Johnson W, Drago J, et al. Automated assessment of bradykinesia and dyskinesia in Parkinson's disease. *J Parkinsons Dis* 2012;2:47-55. doi: 10.3233/JPD-2012-11071.
11. Kinesia objective assessment. (2021). Available at: <http://glneurotech.com/kinesia/products/kinesia-360/> [Accessed: 09.02.2021].
12. Pulliam CL, Eichenseer SR, Goetz CG, Waln O, Hunter CB, Jankovic J, et al. Continuous in-home monitoring of essential tremor. *Parkinsonism Relat Disord* 2014;20:37-40. doi: 10.1016/j.parkreldis.2013.09.009.
13. Antonini A, Reichmann H, Gentile G, Garon M, Tedesco C, Frank A, et al. Toward objective monitoring of Parkinson's disease motor symptoms using a wearable device: Wearability and performance evaluation of PDMonitor®. *Front Neurol* 2023;14:1080752. doi: 10.3389/fneur.2023.1080752.
14. The REMPARK project (Personal Health Device for the Remote and Autonomous Management of Parkinson's Disease), funded under the European Union's Seventh Framework Programme (FP7), was coordinated by Joan Cabestany from the Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) e. (2011-2014) Barcelona, Spain. Available at: <https://www.upc.edu/www.upc.edu>. [Accessed: 20.08.2024].
15. Samà A, Pérez-López C, Rodríguez-Martín D, Català A, Moreno-Aróstegui JM, Cabestany J, et al. Estimating bradykinesia severity in Parkinson's disease by analysing gait through a waist-worn sensor. *Comput Biol Med* 2017;84:114-23. doi: 10.1016/j.combiomed.2017.03.020.
16. Samà A, Pérez-López C, Romagosa J, Rodríguez-Martín D, Català A, Cabestany J, et al. Dyskinesia and motor state detection in Parkinson's disease patients with a single movement sensor. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2012;2012:1194-7. doi: 10.1109/EMBC.2012.6346150.
17. Pérez-López C, Samà A, Rodríguez-Martín D, Moreno-Aróstegui JM, Cabestany J, Bayes A, et al. Dopaminergic-induced dyskinesia assessment based on a single belt-worn accelerometer. *Artif Intell Med* 2016;67:47-56. doi: 10.1016/j.artmed.2016.01.001.
18. Rodríguez-Martín D, Samà A, Pérez-López C, Català A, Moreno Arostegui JM, Cabestany J, et al. Home detection of freezing of gait using support vector machines through a single waist-worn triaxial accelerometer. *PLoS One* 2017;12:e0171764. doi: 10.1371/journal.pone.0171764.
19. Samà A, Rodríguez-Martín D, Pérez-López C, Català A, Alcaine S, Mestre B, et al. De-termining the optimal features in freezing of gait detection through a single waist accelerometer in home environments. *Pattern Recogn Lett* 2018;105:135-43. doi: 10.1016/j.patrec.2017.05.009.
20. Sayeed T, Samà A, Català A, Rodríguez-Molinero A, Cabestany J. Adapted step length estimators for patients with Parkinson's disease using a lateral belt worn accelerometer. *Technol Health Care* 2015;23:179-94. doi: 10.3233/THC-140882.
21. Cabestany J, Moreno JM, Perez C, Sama A, Catala A. FATE: one step towards an automatic aging people fall detection service. 20th International Conference on Mixed Design of Integrated Circuits and Systems. (2013). Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6613414> [Accessed: 20.08.2024].
22. Pérez-López C, Samà A, Rodríguez-Martín D, Català A, Cabestany J, Moreno-Arostegui JM, et al. Assessing motor fluctuations in Parkinson's disease patients based on a single inertial sensor. *Sensors (Basel)* 2016;16:2132. doi: 10.3390/s16122132.
23. Kilincalp G, Grahn F, Sabir H, von Below D, Jeppsson A, Sjöström A, et al. Comparison of objective Parkinson's disease monitoring systems and the interpretations of results [Abstract]. *Mov Disord* 2023;38 (suppl 1). Available at: <https://www.mdsabstracts.org/abstract/comparison-of-objective-parkinsons-disease-monitoring-systems-and-the-interpretations-of-results/>. Accessed September 15, 2025.

24. Kluge F, Brand YE, Micó-Amigo ME, Bertuletti S, D'Ascanio I, Gazit E, et al. Real-world gait detection using a wrist-worn inertial sensor: Validation study. *JMIR Form Res* 2024;8:e50035. doi: 10.2196/50035.
25. Klingelhofer L, Rizos A, Sauerbier A, McGregor S, Martinez-Martin P, Reichmann H, et al. Night-time sleep in Parkinson's disease - the potential use of Parkinson's KinetiGraph: A prospective comparative study. *Eur J Neurol* 2016;23:1275-88. doi: 10.1111/ene.13015.
26. Espay AJ, Bonato P, Nahab FB, Maetzler W, Dean JM, Klucken J, et al. Technology in Parkinson's disease: Challenges and opportunities. *Mov Disord* 2016;31:1272-82. doi: 10.1002/mds.26642.