

# Bölüm 48

## HEMOREOLOJİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİNE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Denizhan KARIŞ<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Hemoreoloji kelimesi Yunanca kökenli olup, 'haima' (kan), 'rheos' (akış) ve 'logos' (bilim) ifadelerinin bileşimidir. Hemoreoloji; kan akışı, kanın akış özellikleri ile kanı oluşturan plazma ve kanın şekilli elemanlarının akış özelliklerini inceleyen bilim dalıdır. Dolaşım sistemi, merkezinde pompa gibi çalışan kalbin olduğu ve paralel ve seri bağlanan damarlardan oluşan kapalı bir sistemdir. Kardiyak siklus sürecinde birbirini takip eden kalbin kasılma ve gevşeme hareketleri, elektrokimyasal sinyaller tarafından kontrol edilmektedir (1,2,3). Belirli bir basınç farkı sonucu oluşan kan akışı; damar çapı, damar uzunluğu, viskozite gibi faktörlerden etkilenerek sürekli akma eğilimindedir. Vücuttaki dokuların perfüzyonu, oksijenlenmesi, besin maddelerine kavuşması ve atık maddelerin uzaklaştırılması için hayati öneme sahip olan kan akışı; fizyolojik ve patolojik şartlarda makro-dolaşımında ve mikro-dolaşımında etkin olan hemoreolojik faktörlerden etkilenmektedir. Hemoreolojik faktörlerdeki değişimler fizyolojik süreçler dahilinde kontrol edilebilmekle beraber kontrol altına alınamayan patolojik değişimler zemininde hastalık süreçleri başlamaktadır. Hastalık süreçleri henüz başlamadan, sadece hücre ve doku düzeyinde gerçekleşmiş hemoreolojik değişimlerin takibiyle koruyucu sağlık uygulamaları sağlanabilir. Hastalık sürecine tanı konduktan sonra ise multi-disipliner bir yaklaşımla tanı, tedavi ve takip dönemlerinde hemoreolojik parametrelerin prognoza katkısı oldukça önem arz etmektedir (1,4).

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, İstinye Üniversitesi-Tıp Fakültesi-Biyofizik AD, denizhan.karis@istinye.edu.tr

malar için oldukça önemlidir. Kişiselleştirilmiş ilaç planlarına ait yeni protokollerin geliştirilmesi için mikro-akışkan sistemlerinden fayda görülmesi mümkün olacaktır (27).

## SONUÇ

Kardiyoserebrovasküler hastalıklar başta olmak üzere damar sistemini ve kan akışını ilgilendiren tüm patolojiler ile hastalıkların patogenezindeki hemodinamik ve hemoreolojik değişimlerin önemi yapılan araştırmalar sonucu öne çıkmaktadır. Hastalıkların oluşum sürecinde henüz açıklanamamış olan moleküler, hücrel ve fizyopatolojik mekanizmaları multi-disipliner bir yaklaşımla çözmek fayda sağlayacaktır. Bu bölümde tanımlanan geleneksel ve yeni geliştirilmekte olan hemoreolojik yöntemlere ait özelliklerin; damar sistemi ve kan akışını ilgilendiren hastalıklardan korunma ile hastalıkların tanı, tedavi ve takip süreçlerindeki önemi anlatılmıştır. Hemoreolojik parametrelerin klinikte kullanılması ile henüz hastalık tablosu oluşmadan önce altta yatan patolojilerin ortaya çıkarılıp, takip süresince gerekli önlemlerin alınmasına katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Baskurt OK, Hardeman MR, Rampling MW, Meiselman HJ. (2007). *Handbook of hemorheology and hemodynamics*. (1st Ed.). Netherlands: IOS Press
2. Guyton AC, Hall JE. (2012). *Guyton and hall textbook of medical physiology*. (12nd ed.). Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier Inc
3. Pehlivan F. (2015). *Biyofizik*. (8. Baskı). Ankara: Pelikan Yayınevi
4. Kensey KR. Rheology: an overlooked component of vascular disease. *Clin Appl Thrombosis/Hemostasis*, 2003;9(2),93-99. Doi: 10.1177/107602960300900201
5. Baskurt OK. Pathological significance in blood rheology. *Turk J Med Sci*, (2003);33(6),347-355.
6. Burtis C, Ashwood E, Bruns D. (2012). *Tietz textbook of clinical chemistry and molecular diagnostics*. (5th Ed.). St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders
7. Papaioannou TG, Stefanadis C. Vascular wall shear stress: basic principles and methods. *Hellenic J Cardiol*, 2005;46(1),9-15. Doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2008.07.003
8. Popel AS, Johnson PC. Microcirculation and hemorheology. *Annu Rev Fluid Mech*, 2005;37,43-69. Doi: 10.1146/annurev.fluid.37.042604.133933
9. Xu XR, Zhang D, Oswald BE, et al. Platelets are versatile cells: new discoveries in hemostasis, thrombosis, immune responses, tumor metastasis and beyond. *Crit Rev Clin Lab Sci*, 2016;53(6),409-430. Doi: 10.1016/j.hjc.2016.11.019

10. Dintenfuss L. Red cell rigidity, “Tk”, and filtration. *Clin Hemorheol*, 1985;5,241–244.
11. Viswanath DS, Ghosh TK, Prasad DH, et al. (2007). Viscometers. *Viscosity of liquids: theory, estimation, experiment, and data* içinde (9-107). Dordrecht: Springer
12. College Physics (2020). *Fluid dynamics and its biological and medical applications*. (15/11/2020 tarihinde [https://phys.libretexts.org/Bookshelves/College\\_Physics/Book%3A\\_College\\_Physics\\_\(OpenStax\)/12%3A\\_Fluid\\_Dynamics\\_and\\_Its\\_Biological\\_and\\_Medical\\_Applications/12.04%3A\\_Viscosity\\_and\\_Laminar\\_Flow\\_Poiseuilles\\_Law](https://phys.libretexts.org/Bookshelves/College_Physics/Book%3A_College_Physics_(OpenStax)/12%3A_Fluid_Dynamics_and_Its_Biological_and_Medical_Applications/12.04%3A_Viscosity_and_Laminar_Flow_Poiseuilles_Law) adresinden ulaşılmıştır).
13. Viscosity Measurement (2020). (15/11/2020 tarihinde <https://slideplayer.com/slide/12283247/> adresinden ulaşılmıştır).
14. What is Viscosity (2020). (10/11/2020 tarihinde [http://www.engineerstudent.co.uk/what\\_is\\_viscosity.php](http://www.engineerstudent.co.uk/what_is_viscosity.php) adresinden ulaşılmıştır).
15. Dey S, Ali SZ, Padhi E. Terminal fall velocity: the legacy of Stokes from the perspective of fluvial hydraulics. *Proc R Soc A*, 2019;475,20190277. Doi: 10.1098/rspa.2019.0277
16. Anton Paar Türkiye (2020). *Flow curve and yield point determination with rotational viscometry*. (09/11/2020 tarihinde <https://wiki.anton-paar.com/tr-tr/rotasyonel-viskozimetri-ile-akis-egrisi-ve-akma-noktasinin-belirlenmesi/> adresinden ulaşılmıştır).
17. Polymer Innovation Blog (2020). *Rheology of thermosets part 2: rheometers*. (05/11/2020 tarihinde <https://polymerinnovationblog.com/rheology-thermosets-part-2-rheometers/> adresinden ulaşılmıştır).
18. Shah MM, Mandiga P. Physiology, Plasma Osmolality and Oncotic Pressure. [Updated 2020 Oct 13]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544365/>
19. Sosa JM, Nielsen ND, Vignes SM, et al. The relationship between red blood cell deformability metrics and perfusion of an artificial microvascular network. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2014; 57(3),291–305. Doi:10.3233/CH-131719
20. Kim J, Lee HY, Shin S. Advances in the measurement of red blood cell deformability: A brief review. *J Cell Biotechnol* 1. 2015;63–79. Doi: 10.3233/JCB-15007
21. van Werkum JW, Hackeng CM, de Korte FI, et al. Point-of-care platelet function testing in patients undergoing PCI: between a rock and a hard place. *Neth Heart J*. 2007;15(9),299-305. Doi: 10.1007/BF03086004
22. Paniccia R, Priora R, Liotta AA, et al. Platelet function tests: a comparative review. *Vasc Health Risk Manag*. 2015;11:133-48. Doi: 10.2147/VHRM.S44469
23. Grove EL. Antiplatelet effect of aspirin in patients with coronary artery disease. *Dan Med J*. 2012;59(9),1-31, B4506.
24. Görlinger K, Dirkmann D, Hanke AA. (2016). Rotational thromboelastometry (ROTEM). Gonzalez E, Moore H, Moore E. (Ed.), *Trauma induced coagulopathy* içinde (267-298). Switzerland: Springer
25. Cheung KC, Di Berardino M, Schade-Kampmann G, et al. Microfluidic impedance-based flow cytometry. *Cytometry A*. 2010;77(7),648-66. Doi: 10.1002/cyto.a.20910. PMID: 20583276
26. Chen J, Xue C, Zhao Y, et al. Microfluidic impedance flow cytometry enabling high-throughput single-cell electrical property characterization. *Int J Mol Sci*. 2015;16,9804-9830. Doi:10.3390/ijms16059804
27. Pinho D, Carvalho V, Gonçalves IM, et al. Visualization and measurements of blood cells flowing in microfluidic systems and blood rheology: a personalized medicine perspective. *J Pers Med*. 2020;10(4),249; Doi.org/10.3390/jpm10040249