



35. BÖLÜM

KONJENİTAL DİYAFRAGMA HERNİSİNDE AKCİĞER YAPISININ MATEMATİKSEL MODELLEME İLE ANALİZİ

Emrah AYDIN¹
Biol ASLANYÜREK²

GİRİŞ

Konjenital Diyafragma Hernisi (KDH) ortalama 3000 canlı doğumda görülen doğumsal bir hastalıktır (1). Gelişim sürecinde diyafram kasını oluşturan katlantıların birleşememesi nedeni ile oluştuğu düşünülmektedir. Alttan yatan patoloji tam olarak oluşturulamamakla birlikte hem sebebinin hem de sonuçlarını öngörmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. KDH mortalitesi ve morbiditesi günümüzde çocuk cerrahları ve yeni doğan uzmanları açısından sorun olmaya devam etmektedir. Her ne kadar teknolojiye meydana gelen gelişmeler hastaların yönetimine pozitif yönde yansın da elde edilen başarılar hedeflenen noktadan uzaktadırlar.

KDH olgularında mortalite ve morbiditeyi etkileyen en önemli faktör pulmoner arteriyel hipertansiyonun varlığı ve derecesidir (2). Fetal dolaşım sisteminin erişkinden farklı olması nedeni ile intrauterin dönemde akciğerlerden geçen kan miktarı limitlidir. Bu da damar duvar kalınlığının artmasına bağlı olarak azalmış olan arteriyel iç çapa rağmen basınçların göreceli olarak düşük seyretmesine neden olmaktadır. Ancak doğumu takiben akciğer solunumunun başlaması ile basınçlarda artış görülmekte ve akciğer damar içi basıncın sistemik basıncın 2/3'ünü geçmesi ile klinikte pulmoner hipertansiyon olarak adlandırılan patoloji meydana gelmektedir. Pulmoner hipertansiyonun derecelendirmesi de bu nedenle ancak doğum sonrası ekokardiyografik incelemeler ile veya kateterizasyon ile gerçekleştirilebilirken prenatal dönemde ancak otopsi ile gösterilebilmektedir. Radyolojik yöntemler ile akciğer damarlarının orta-

¹ Doç. Dr., Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Cerrahisi AD, emrahaydin@nku.edu.tr.

² Doç. Dr. Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi Matematik Mühendisliği Bölümü, baslan@yildiz.edu.tr.

İstatistiksel sonuçlar düşük mertebeden damar sayısının KDH'li atardamar ağacında azaldığını ortaya koymuştur. Dördüncü mertebeye damarlarda en yüksek dallanma asimetrisi görünmüştür. Akciğerin her iki lobunda birinci mertebeden damarlarda, sağ lobunda ise üçüncü mertebeye damarlarda S/E oranı istatistiksel anlamda farklı çıkmıştır. Bağlantı matrisleri KDH'li pulmoner atardamar ağaçlarında düşük mertebeden damarların bağlantı sayısında azalma olduğunu göstermiştir.

KDH'li akciğer atardamar ağacında damar sayılarının düşmesi yanında, damar sayıları açısından fraktal yapının ciddi şekilde bozulduğu gösterilmiştir.

SONUÇ

KDH olgularında mortalite ve morbiditeyi etkileyen en önemli faktör pulmoner arteriyel hipertansiyonun varlığı ve derecesidir. Radyolojik yöntemler ile akciğer damarlarının başarı ile ortaya konulmasının ardından matematik modelleri ile hastalık derecelendirilebilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Aydin E, Lim F-Y, Kingma P, Haberman B, Rymeski B, Burns P, et al. Congenital diaphragmatic hernia: the good, the bad, and the tough. *Pediatr Surg Int.* 2019;
2. Ameis D, Khoshgoo N, Keijzer R. Abnormal lung development in congenital diaphragmatic hernia. *Semin Pediatr Surg.* 2017;
3. Degenhardt K, Wright AC, Horng D, Padmanabhan A, Epstein JA. Rapid 3D phenotyping of cardiovascular development in mouse embryos by micro-CT with iodine staining. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2010 May;3(3):314–22.
4. Aydin E, Levy B, Oria M, Nachabe H, Lim F-Y, Peiro JL. Optimization of Pulmonary Vasculature Tridimensional Phenotyping in The Rat Fetus. *Sci Rep.* 2019;
5. Zhang C, Sun M, Wei Y, Zhang H, Xie S, Liu T. Automatic segmentation of arterial tree from 3D computed tomographic pulmonary angiography (CTPA) scans. *Comput Assist Surg.* 2019;
6. Fung YC, Sobin SS. Elasticity of the pulmonary alveolar sheet. *Circ Res.* 1972 Apr;30(4):451–69.
7. Horton RF. Erosional development of streams and their drainage basins, hydrophysical approach to quantitative morphology. *Nihon Ringakkai Shi/Journal Japanese For Soc.* 1955 Mar;37(2):79–82.
8. Strahler AN. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Bull Geol Soc Am.* 1952 Nov;63(11):1117–42.
9. Fenton BM, Zweifach BW. Microcirculatory model relating geometrical variation to changes in pressure and flow rate. *Ann Biomed Eng.* 1981;9(4):303–21.
10. Ley K, Pries AR, Gaetgens P. Topological structure of rat mesenteric microvessel networks. *Microvasc Res.* 1986;32(3):315–32.
11. Hudetz A, Conger K, Halsey J, Pal M, Dohán O, Kovach A. Pressure Distribution in the Pial Arterial System of Rats Based on Morphometric Data and Mathematical Models. *J Cereb Blood Flow Metab.* 1987 Jul;7:342–55.
12. VanBavel E, Spaan JA. Branching patterns in the porcine coronary arterial tree. Estimation of flow heterogeneity. *Circ Res.* 1992;71(5):1200–1212.

13. Bertuglia S, Colantuoni A, Coppini G, Intaglietta M. Hypoxia- or hyperoxia-induced changes in arteriolar vasomotion in skeletal muscle microcirculation. *Am J Physiol*. 1991 Feb;260(2 Pt 2):H362-72.
14. Engelson ET, Skalak TC, Schmid-Schönbein GW. The microvasculature in skeletal muscle: I. Arteriolar network in rat spinotrapezius muscle. *Microvasc Res*. 1985;30(1):29-44.
15. Engelson ET, Schmid-Schönbein GW, Zweifach BW. The microvasculature in skeletal muscle. III. Venous network anatomy in normotensive and spontaneously hypertensive rats. *Int J Microcirc Clin Exp*. 1985;4(3):229-48.
16. Ganesan P, He S, Xu H. Development of an image-based network model of retinal vasculature. *Ann Biomed Eng*. 2010 Apr;38(4):1566-85.
17. Vormberg A, Effenberger F, Muellerleile J, Cuntz H. Universal features of dendrites through centripetal branch ordering. *PLOS Comput Biol*. 2017 Jul;13(7):e1005615.
18. Yen RT, Zhuang FY, Fung YC, Ho HH, Tremer H, Sobin SS. Morphometry of cat's pulmonary arterial tree. *J Biomech Eng*. 1984 May;106(2):131-6.
19. Horsfield K. Morphometry of the small pulmonary arteries in man. *Circ Res*. 1978 May;42(5):593-7.
20. Singhal S, Henderson R, Horsfield K, Harding K, Cumming G. Morphometry of the human pulmonary arterial tree. *Circ Res*. 1973;
21. Yen RT, Zhuang FY, Fung YC, Ho HH, Tremer H, Sobin SS. Morphometry of cat pulmonary venous tree. *J Appl Physiol*. 1983 Jul;55(1 Pt 1):236-42.
22. Horsfield K, Gordon WI. Morphometry of pulmonary veins in man. *Lung*. 1981;159(1):211-8.
23. Kassab GS, Rider CA, Tang NJ, Fung YCB. Morphometry of pig coronary arterial trees. *Am J Physiol - Hear Circ Physiol*. 1993;
24. Jiang ZL, Kassab GS, Fung YC. Diameter-defined Strahler system and connectivity matrix of the pulmonary arterial tree. *J Appl Physiol*. 1994;
25. Kassab GS, Imoto K, White FC, Rider CA, Fung YC, Bloor CM. Coronary arterial tree remodeling in right ventricular hypertrophy. *Am J Physiol*. 1993 Jul;265(1 Pt 2):H366-75.
26. Li S, Kitade H, Ishida S, Imai Y, Watanabe Y, Wada S. Multiscale modeling of human cerebrovasculature: A hybrid approach using image-based geometry and a mathematical algorithm. *PLOS Comput Biol*. 2020;16(6):1-28.
27. Kassab GS, Lin DH, Fung YC. Morphometry of pig coronary venous system. *Am J Physiol - Hear Circ Physiol*. 1994;267(6 36-6):H2100-H2113.
28. Peeters G, Debbaut C, Laleman W, Monbalieu D, Vander Elst I, Detrez JR, et al. A multilevel framework to reconstruct anatomical 3D models of the hepatic vasculature in rat livers. *J Anat*. 2017 Mar;230(3):471-83.
29. Wood S. A Morphological and Hemodynamic Analysis of Skeletal Muscle Vasculature. Master's Theses and Project Reports. 2008.
30. Lapi D, Di Maro M, Mastantuono T, Starita N, Ursino M, Colantuoni A. Arterial Network Geometric Characteristics and Regulation of Capillary Blood Flow in Hamster Skeletal Muscle Microcirculation. *Front Physiol*. 2019;9:1953.
31. Tarhuni M, Goldman D, Jackson D. Comprehensive In Situ Analysis of Arteriolar Network Geometry and Topology in Rat Gluteus Maximus Muscle. *Microcirculation*. 2016 Jun;23.
32. Hermán P, Kocsis L, Eke A. Fractal branching pattern in the pial vasculature in the cat. *J Cereb blood flow Metab Off J Int Soc Cereb Blood Flow Metab*. 2001 Jun;21(6):741-53.
33. Lapi D, Marchiafava PL, Colantuoni A. Geometric characteristics of arterial network of rat pial microcirculation. *J Vasc Res*. 2007;
34. El-Bouri WK, Payne SJ. A statistical model of the penetrating arterioles and venules in the human cerebral cortex. *Microcirculation*. 2016 Oct;23(7):580-90.
35. Lapi D, Marchiafava PL, Colantuoni A. Geometric Characteristics of Arterial Network of Rat Pial Microcirculation. *J Vasc Res*. 2008;45(1):69-77.

36. Weibel ER. Fractal geometry: a design principle for living organisms. *Am J Physiol.* 1991 Dec;261(6 Pt 1):L361-9.
37. West BJ, Goldberger AL. Physiology in Fractal Dimensions. *Am Sci.* 1987 Nov;75(4):354-65.
38. Durmuş Furkan; Aydın Emrah; Torlak Nilhan; Oria Marc, Aslanyürek Birol, Bayazıt Nilgün ÖEPJL. Determination of the difference of branching in fetal lung vessels in the rat with congenital diaphragmatic hernia. In: *Türk Toraks Derneği. İstanbul; 2020.*