

BÖLÜM 1

SEREBRAL VASKÜLER EMBRİYOLOJİ

Fatih ATEŞ¹ Muhsin Nuh AYBAY²

GİRİŞ

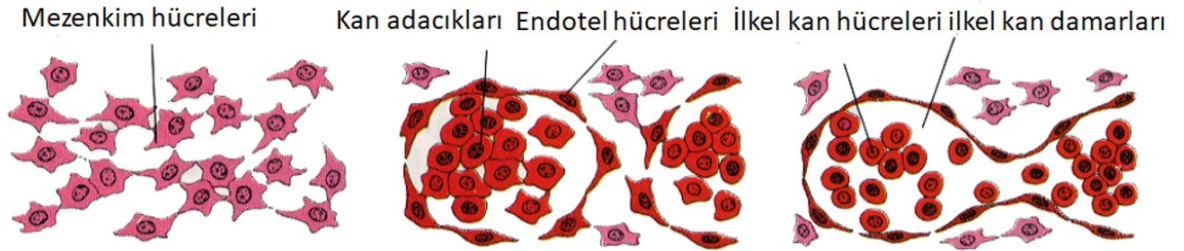
Serebrovasküler sistemin gelişimi, çok sayıda yer ve zamansal olarak koordine edilmiş olaylarla birlikte kompleks bir süreçtir. Streeter (1) ve Padget (2, 3) tarafından yapılan erken anatomik tanımlamalar, Lasjaunias (4, 5) ve Raybaud (6-8) tarafından geliştirilen radyolojik bağlantılardan daha fazla kavrayış ile birlikte bugün kullanılan temel bilgileri sağlar. Serebral nörovasküler gelişim vaskülogenez ve bunu takip eden anjiyogenez olmak üzere iki kısma ayrılabilir.

VASKÜLOGENEZ

Vaskülogenez sürecinde tek tabakalı endotel tarafından oluşturulan ilk endotelial tüpler şe-

killenir; bu olay multipotent mezodermal hücrelerin endotelial hücre (EH) prekürsörü olan anjioblastlara farklılaşması ile başlar (9). Bu anjioblastlardan bazıları, ekstra embriyonik yolk kesesine göç eder ve hemanjiyoplastik agregatlar oluşturmak için hematopoietik kök hücrelerle kümelenir. Bunlar, primitif bir vasküler ağ oluşturmak için birleşen EH'lerle çevrili hematopoietik kök hücre koleksiyonları olan kan adacıkları şeklinde organize olurlar (**Resim 1**) (10).

Diğer anjiyoblastlar intraembriyonik kalır ve dorsal aorta ve kardinal veni oluşturmak üzere arteriyel/venöz ayrışmaya uğrayan uzun aksiyel prekürsör damar halinde organize olur (11, 12). Primitif longitudinal damarlar ile primordial



Resim 1: Primitif vasküler yapıyı oluşturmak için birleşen endotel hücreleri ile çevrili kan adacıkları

¹ Uzm. Dr., Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji AD. fatih_ates81@hotmail.com

² Uzm. Dr., Aloka Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Priştina, Kosova. muhsinnuhaybay@gmail.com

serebral hemisferler tarafından küçük sfenoid kanadın kenarına doğru öne doğru çekilir. ICV'ler, telensefalik, diensefalik ve mezensefalik damarları birbirine bağlayan Rosenthal'ın bazal damarlarına dorsal olarak bağlanarak çok sayıda redundan drenaj yolu sağlayarak tam olarak oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

1. Streeter GL. The developmental alterations in the vascular system of the brain of the human embryo. *Contrib Embryol.* 1918;8(5).
2. Paget D. Development of cranial arteries in human embryo. *Contrib Embryol.* 1948;32:205-62.
3. Padgett DH. The cranial venous system in man in reference to development, adult configuration, and relation to the arteries. *Am J Anat.* 1956;98(3):307-55.
4. Lasjaunias P, Santoyo-Vazquez A. Segmental agenesis of the internal carotid artery: angiographic aspects with embryological discussion. *Anat Clin.* 1984;6(2):133-41.
5. Lasjaunias P. Surgical Neuroangiography 2. Endovascular treatment of craniofacial lesions. 1987.
6. Raybaud CA, Strother CM. Persisting abnormal embryonic vessels in intracranial arteriovenous malformations. *Acta Radiol Suppl.* 1986;369:136-8.
7. Raybaud CA, Strother CM, Hald JK. Aneurysms of the vein of Galen: embryonic considerations and anatomical features relating to the pathogenesis of the malformation. *Neuroradiology.* 1989;31(2):109-28.
8. Raybaud C. Normal and abnormal embryology and development of the intracranial vascular system. *Neurosurg Clin N Am.* 2010;21(3):399-426.
9. Potente M, Mäkinen T. Vascular heterogeneity and specialization in development and disease. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2017;18(8):477-94.
10. Eichmann A, Yuan L, Moyon D, Lenoble F, Pardanaud L, Breant C. Vascular development: from precursor cells to branched arterial and venous networks. *Int J Dev Biol.* 2005;49(2-3):259-67.
11. Herbert SP, Huisken J, Kim TN, Feldman ME, Houseman BT, Wang RA, et al. Arterial-venous segregation by selective cell sprouting: an alternative mode of blood vessel formation. *Science.* 2009;326(5950):294-8.
12. Swift MR, Weinstein BM. Arterial-venous specification during development. *Circ Res.* 2009;104(5):576-88.
13. Lehoux S, Jones EA. Shear stress, arterial identity and atherosclerosis. *Thromb Haemost.* 2016;115(3):467-73.
14. Klostranec JM, Krings T. Cerebral neurovascular embryology, anatomic variations, and congenital brain arteriovenous lesions. *J Neurointerv Surg.* 2022;14(9):910-9.
15. Liddel SA. Development of the choroid plexus and blood-CSF barrier. *Front Neurosci.* 2015;9:32.
16. Lun MP, Monuki ES, Lehtinen MK. Development and functions of the choroid plexus-cerebrospinal fluid system. *Nat Rev Neurosci.* 2015;16(8):445-57.
17. Beets K, Huylebroeck D, Moya IM, Umans L, Zwijsen A. Robustness in angiogenesis: notch and BMP shaping waves. *Trends Genet.* 2013;29(3):140-9.
18. Wittko-Schneider IM, Schneider FT, Plate KH. Cerebral angiogenesis during development: who is conducting the orchestra? *Methods Mol Biol.* 2014;1135:3-20.
19. Mentzer SJ, Konerding MA. Intussusceptive angiogenesis: expansion and remodeling of microvascular networks. *Angiogenesis.* 2014;17(3):499-509.
20. Herbert SP, Stainier DY. Molecular control of endothelial cell behaviour during blood vessel morphogenesis. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2011;12(9):551-64.
21. Eichmann A, Thomas JL. Molecular parallels between neural and vascular development. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2013;3(1):a006551.
22. Mullan S, Mojtahedi S, Johnson DL, Macdonald RL. Embryological basis of some aspects of cerebral vascular fistulas and malformations. *J Neurosurg.* 1996;85(1):1-8.
23. Kathuria S, Gregg L, Chen J, Gandhi D. Normal cerebral arterial development and variations. *Semin Ultrasound CT MR.* 2011;32(3):242-51.
24. Congdon E. Transformation of the brachial-arch system during the development of the human embryo. *Contrib Embryol* 1922. 1922(68):47-110.
25. Tam SJ, Watts RJ. Connecting vascular and nervous system development: angiogenesis and the blood-brain barrier. *Annu Rev Neurosci.* 2010;33:379-408.
26. Kings T, Geibprasert S, Cruz JP. Neurovascular anatomy in interventional neuroradiology. New York, NY: Thieme Medical Publishers, Inc, 2015: 231.
27. Gregg L, San Millán D, Orru' E, et al. Ventral and dorsal persistent primitive ophthalmic arteries. *Oper Neurosurg* 2016;12:141-52.
28. Pearl M, Gregg L, Gandhi D. Cerebral venous development in relation to developmental venous anomalies and vein of Galen aneurysmal malformations. *Semin Ultrasound CT MR* 2011;32:252-63.