

BÖLÜM 13

SİNİR SİSTEMİ EMBRİYOLOJİSİ

Arzu YAY¹
Özge CENGİZ MAT²

NÖRULASYON

Sinir sistemi, gelişimin 3.haftasında embriyonik ektodermden farklı olan **nöral plak**'dan gelişmektedir. Altta uzanan notokord, üstte yer alan ektodermin nöral plağa farklılaşmasını indükler.¹ Bu olayda TGF-B (transforming growth factor-beta) ailesi üyeleri, BMP (bone morphogenetic protein) ve Shh (sonic hedgehog) gibi sinyal molekülleri görev almaktadırlar.² Nöral plağın lateral kenarları yukarı doğru kabararak **nöral katlantıları** oluştururlar. İlerleyen aşamalarda bu katlantılar **nöral tüpü** oluşturmak üzere kaynaşırlar.¹ Bu şekilde oluşan yapı **nöral tüp** adını alır. Nöral tüpün kapanması çok karmaşık bir süreçtir. Nükleer genler, sitoplazmik kasılma proteinleri (hücrelerin şeklini değiştiren ve göç etmelerine izin veren) ve hücreleri birbirine bağlayan hücre dışı proteinler arasındaki koordinasyonu içerir. Nöral tüpün düzgün bir şekilde oluşması için çok sayıda genin doğru zamanda aktif olması gerekir ve kolesterol veya folik asit (Vitamin B9) gibi birkaç diyet faktörü de mevcut olmalıdır. Nöral tüpün anterior kısmının kapatılmaması, beynin gelişemediği ölümcül bir durum olan *anensefaliye* neden olur. Nöral tü-

pün arka kısımlarının kapatılmaması ise, omuriliğin açıkta olmasına bağlı olarak *spina bifida* ile sonuçlanır.³

Nörulasyon olayı ilk olarak 22-23. günlerde (4. hafta erken döneminde), 4-6. somit çiftlerinin bulunduğu bölgede başlar. Bu aşamada nöral plağın kranial 2/3'si ve 4. somit çiftinin kaudaline kadar olan kısım gelecekteki beyni; nöral plağın ve nöral tüpün kaudal 1/3'i ise gelecekteki medulla spinalisi oluşturmaktadır.² Nöral tüp tamamen kapanana kadar kaudal ve kranial nöroporlar yoluyla bir süre daha amniyon boşluğuyla bağlantısını sürdürür. Kranial nöroporun kapanması servikal bölgede nöral tüpün kapanmaya başladığı ilk noktadan ve daha sonra oluşan önbeyindeki bir noktadan başlayarak kranial yönde devam eder. Önbeyin bölgesinden başlayan bu ikinci kapanma noktası bir yandan nöral tüpün en arka bölgesine doğru kranial yönde ilerlerken, bir yandan da servikal bölgeden başlayan kapanmayla birleşmek üzere kaudal yönde ilerler. **Kranial nöropor** 18-20 somit evresinde (25. gün) kapanırken, **kaudal nöropor** bu olaydan yaklaşık 3 gün sonra kapanır.⁴ Bununla birlikte, nöral tüpün arka kısmı oluşmadan önce, tüpün en ön kısmı ciddi değişikliklere uğrar. Ön bölge-

¹ Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji AD., arzu.yay38@gmail.com

² Arş. Gör., Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji AD., ozgecngz3@gmail.com

larında nörolema adı verilen bir kılıfla kaplıdır. Bu kılıf, nöral krest hücrelerinin türevleri olan Schwann hücreleri tarafından oluşturulur. Schwann hücreleri, periferik sinirlerdeki aksonların etrafındaki miyelin kılıfı oluşturur. Omuriliğe sırt kökü yoluyla ulaşan dorsal sinir kökü aksonları, ya alar plak nöronları ile sinaps yapar ya da marginal tabakadan sinaps olmaksızın yükselir. Alar plak nöronlarının aksonları da marginal katman boyunca yükselir. Bu aksonlar, ventral bazal plak nöronları ile sinaps yapar ve beyinden motor uyarıları taşır. Gri cevherde dorsal ve ventral boynuzların oluşumu nedeniyle, marginal katman (beyaz cevher), yükselen ve alçalan omurga yollarının liflerine sahip ön, yan ve arka kolonlar halinde organize olur.⁵

Sempatik Sinirler

Sempatik ganglionların hücreleri, nöral krest hücrelerinden kaynaklanır. Nöral krest hücreleri, aortun arkasına (sempatik ganglionları oluşturmak için) veya aortun önüne (preaortik ganglionları oluşturmak için) uzanmak üzere göç ederler. Omuriliğin orta boynuzundan gelen akson, spinal sinirin ventral kökünden geçerek sempatik ganglionlara beyaz cevher iletişimciler yoluyla ulaşarak sempatik ganglionlara doğru hareket eder. Bunlar preganglionik lifler olarak bilinir ve miyelinlidir. Bu aksonlar ya aynı sempatik ganglionlardaki nöronlarla bağlantı kurarlar ya da diğer empatik ganglionlar ve sinaps yapmadan sempatik zincir boyunca yukarı veya aşağı doğru hareket ederler. Sempatik gangliondaki nöronların aksonları gri cevher iletişimlerinden geçerek omurilik sinirlerine ulaşır. Bunlar miyelinsiz postganglionik sempatik lifler, spinal sinirler yoluyla kan damarlarını, kılları, derideki ter bezlerini besler. Birkaç preganglionik sempatik lif, bu pleksuslardaki otonom sinir pleksuslarına ve sinapsa ulaşmak için kardiyak, pulmoner veya splanknik sinirler gibi sempatik gövdenin visseral dalları yoluyla, sinaps olmaksızın

sempatik gövdeyi terk edebilir. Postganglionik lifler, kalp, akciğerler, bağırsak vb. çeşitli iç organları besler.⁵

Parasempatik Sinirler

Parasempatik sinirler, kranial ve sakral spinal sinirler (kraniosakral çıkış), beyin ve medulla spinalisin sakral bölümünden çıkar. Parasempatik nöronlar, kranial sinirler III, VII, IX ve X'in orijinli nukleuslarıyla ilişkili beyin sapında bulunur.^{13,14} Bu nöronların aksonları, periferik parasempatik ganglionlarda sinaps yapmak için ilgili kranial sinirlerden geçer. Bu aksonlar, preganglionik parasempatik lifleri oluşturur. Bu ganglionlardan gelen postganglionik lifler kısadır, miyelinsizdir ve çeşitli bezler, göz, göğüs ve karın iç organları ile ilişkilidir. Sakral bölgede, parasempatik nöronlar, omuriliğin 2., 3. ve 4. sakral segmentinin gri maddesinde bulunur. Preganglionik parasempatik lifler (miyelinli), spinal sinirlerin ventral kökü yoluyla ortaya çıkar ve burada pelvik splanknik sinirlerden ve sinapstan geçen pelvik otonomik pleksuslara ulaşır. Postganglionik (miyelinsiz) lifler pelvik iç organlara ve kalın bağırsağın bir kısmına innerve olur.¹⁵

KAYNAKLAR

1. Gürsoy E, Koptagel E. Embriyoloji Atlası. 1.baskı. Sivas: Esnaf Matbaacılık; 1997. p. 180-183.
2. Moore KL, Persaude TVN, Torchia MG. Klinik Yönleriyle İnsan Embriyolojisi. 2.baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2009. p. 381-416.
3. Darnell, D., & Gilbert, S. F. Neuroembryology. Wiley Interdisciplinary Reviews: Developmental Biology. 2016;6(1), e215.
4. Sadler TW. Medikal Embriyoloji. 13.baskı. Ankara: Palme Yayıncılık; 2017. p. 306-342.
5. Singh, G. P. Neuroembryology. Essentials of Neuroanesthesia. 2017; 41-50.
6. Jacobson, S., Marcus, E. M., & Pugsley, S. Neuroembryology and Congenital Malformations. Neuroanatomy for the Neuroscientist. 2017; 73-112.
7. Kumar R, editor. Human embryology. 1st ed. New Delhi: Top Publishing Company; 2011.
8. Dutta AK, editor. Essentials of human embryology. 3rd ed. Calcutta: Current Books International; 1995
9. Carlson BM, editor. Human embryology and developmental biology. Philadelphia (PA): Elsevier Saunders; 2013.

10. Schoenwolf GC, Bleyl SB, Brauer PR, Francis-West, editors PH. Larsen's human embryology. 5th ed. Philadelphia (PA): Elsevier Saunders; 2015.
11. Ndubaku U., de Bellard M. E. Glial cells: old cells with new twists. *Acta Histochem.* 2008; 110, 182–195.
12. Cuoco JA, Hoehmann CL, Edwards DM. Neuroembryology and congenital disorders of the nervous system: A primer for medical students. *Edorium J Neurol.* 2016; 3:17–25.
13. Snell RS, editor. *Clinical anatomy for medical students.* 5th ed. Boston: Little Brown and Company (inc.); 1995.
14. Young PA, Young PH, Tolbert DL, editors. *Basic clinical neurosciences.* 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2008.
15. Singh I, editor. *Textbook of anatomy.* 5th ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2011.