

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ЗОРОВОГО НЕРВА У ПЛОДОВОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ

Процак Тетяна Василівна

к. мед. наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-9620-3667>

Кафедра анатомії людини ім. М. Г. Туркевича

Забродський Ігор Сергійович

здобувач вищої освіти

Медичний факультет

<https://orcid.org/0009-0005-3576-6828>

Буковинський державний медичний університет

Чернівці, Україна

Анотація. Зоровий нерв (*nervus opticus*) є центральним компонентом зорової системи, розвиток якого у плодовому періоді онтогенезу характеризується складними морфогенетичними процесами. У статті представлено огляд сучасних літературних даних щодо поетапного формування зорового нерва від 9-го тижня внутрішньоутробного розвитку до народження. Проаналізовано особливості формування аксонів та їх редукції, становлення судинної мережі, утворення нервових оболонок та початку мієлінізації. Особливу увагу приділено динаміці кількості аксонів, часовим характеристикам апоптозу, а також критичним періодам морфологічних перетворень. Отримані результати мають важливе значення для морфології, перинатальної медицини та офтальмології, а також для вдосконалення пренатальної діагностики порушень розвитку зорової системи.

Ключові слова: зоровий нерв, плодовий період, онтогенез, морфогенез, мієлінізація, васкуляризація, анатомія.

Abstract. The optic nerve (*nervus opticus*) is a central component of the visual system, whose development during the fetal period of ontogenesis is characterized by complex morphogenetic processes. This article provides a review of current literature data on the sequential formation of the optic nerve from the 9th week of intrauterine development to birth. Special attention is given to axonal formation and reduction, establishment of the vascular network, development of the nerve sheaths, and the onset of myelination. The dynamics of axonal number, timing of apoptosis, and critical stages of morphological transformation are analyzed. These findings are significant for fundamental morphology, perinatal medicine, and ophthalmology, as well as for improving prenatal diagnostics of optic nerve pathologies.

Keywords: optic nerve, fetal period, ontogenesis, morphogenesis, myelination, vascularization, anatomy.

Вступ. Зоровий нерв (*nervus opticus*) є другим черепним нервом і головним провідником зорової інформації від сітківки ока до головного мозку. Він належить до центральної нервової системи та розвивається як виріст проміжного мозку, що

обумовлює його особливу морфологію, мікроструктуру та функціональні властивості. Формування зорового нерва є складним, поетапним процесом, який розпочинається на ранніх стадіях ембріогенезу та продовжується впродовж усього пренатального періоду.

Плодовий період онтогенезу, який охоплює час від дев'ятого тижня внутрішньоутробного розвитку до народження, є ключовим етапом інтенсивного росту та дозрівання нервових структур. У цей час у зоровому нерві відбуваються важливі морфогенетичні зміни: мієлінізація волокон, формування гліальних елементів, диференціація аксонів та встановлення синаптичних зв'язків з підкірковими та кірковими центрами зору. Порушення цих процесів можуть призводити до вроджених аномалій зорового аналізатора та зниження зорових функцій після народження [1-3].

Незважаючи на значний обсяг досліджень у галузі перинатальної морфології, детальна систематизація даних про розвиток зорового нерва саме у плодовому періоді за місячними інтервалами залишається недостатньо повною. Це обмежує можливість створення узагальненої картини нормального онтогенезу та виявлення критичних періодів його формування.

Тож вивчення особливостей розвитку зорового нерва у плодовому періоді з урахуванням помісячної динаміки є важливим для фундаментальної морфології, перинатальної медицини та офтальмології, а також для удосконалення методів пренатальної діагностики патологій зорової системи.

Метою виділено узагальнення сучасних даних літератури щодо морфологічних та функціональних особливостей розвитку зорового нерва у плодового періоді онтогенезу людини, систематизувавши їх за місяцями внутрішньоутробного розвитку.

Матеріали та методи. Дослідження виконано у форматі огляду літератури з метою узагальнення сучасних даних щодо морфологічних та функціональних особливостей розвитку зорового нерва у плодовому періоді онтогенезу людини. Пошук джерел проводився у міжнародних наукових базах даних PubMed, Scopus, Web of Science, а також у вітчизняних електронних ресурсах та бібліотечних каталогах.

До аналізу включалися публікації за період 2000–2025 рр., що висвітлюють ембріогенез і морфологію зорового нерва, його структурно-функціональні зміни протягом плодового періоду, а також дослідження, в яких наведена інформація про помісячну динаміку розвитку. Додатково враховувалися класичні морфологічні роботи попередніх років, що мають фундаментальне значення для розуміння процесів розвитку зорового аналізатора.

Аналіз і відбір даних здійснювали методом тематичного контент-аналізу, із подальшою систематизацією результатів за місячними інтервалами плодового періоду. Для узагальнення та порівняння інформації використовувались описовий та порівняльний методи, а також елементи хронологічного аналізу.

Результати та обговорення. Проаналізувавши літературу встановлено, що розвиток зорового нерва у плодовому періоді онтогенезу людини має чітку послідовність етапів, які включають формування аксонів, їх подальшу редукцію, становлення судинної системи та завершення мієлінізації [1-3].

Зачаток зорового нерва формується на 2 місяці, а точніше на 7-му тижні внутрішньоутробного розвитку (ВУР) внаслідок трансформації очного стебла,

просвіт якого поступово заповнюється аксонами та гангліонарними клітинами [4-5]. Починаючи з 3 місяця (12 тиждень) ВУР, відзначається інтенсивне покращення кровопостачання зорового нерва, яке триває до 14-го тижня, після чого рівень васкуляризації дещо знижується [4, 6]. Такий ранній розвиток судинної мережі створює оптимальні умови для забезпечення високих метаболічних потреб у період активного росту та диференціації нервових структур [4, 7-8].

На 4-му місяці ВУР кількість аксонів у складі зорового нерва сягає максимальних показників — близько 4 млн. Надалі відбувається поступове зниження цього числа у зв'язку з фізіологічною аксональною дегенерацією. До кінця 5-го місяця кількість аксонів становить близько 1,8 млн, паралельно завершується процес васкуляризації. У цей же період добре визначаються мозкові оболони, зокрема тверда оболонка, що формує навколо нерва захисну структуру [4].

На початку 6-го місяця діаметр зорового нерва досягає 1,5 мм. У 7-місячних плодів виявляється ретробульбарна жирова тканина та чітко виражена павутинна оболонка. Наприкінці цього періоду загальна кількість аксонів зменшується до приблизно 1,2 млн, що відповідає дефінітивній будові та є близьким до показників дорослої людини [4, 9]. Найбільш інтенсивна фаза апоптозу аксонів припадає на 14–18-й тиждень, після чого швидкість дегенерації знижується на 50–70% [10-11]. Цей механізм, характерний для розвитку нервової системи, забезпечує відбір функціонально найцінніших нейронних зв'язків [12-14].

У 8-місячних плодів діаметр зорового нерва збільшується до 2,1 мм. Важливою подією на даному етапі є початок мієлінізації нервових волокон. Попри те, що літературні дані щодо термінів цього процесу залишаються суперечливими [4, 15], наші спостереження свідчать про його активацію саме на 8-му місяці ВУР. До кінця плодового періоду завершується мієлінізація на рівні дірчастої пластинки, що є критичним моментом у функціональному дозріванні зорового нерва [4, 16-17].

Таким чином, розвиток зорового нерва у плодовому періоді онтогенезу характеризується поєднанням процесів активного росту, фізіологічної редукції та структурного дозрівання. Висока кількість аксонів на ранніх етапах із наступним зменшенням до рівня дорослого організму свідчить про універсальний механізм надлишкового утворення нервових волокон із наступною селекцією. Своєчасна васкуляризація та формування оболонок забезпечують необхідні умови для підтримки життєздатності аксонів, а завершення мієлінізації наприкінці плодового періоду означає перехід до функціонально зрілої організації зорової системи. Отримані результати узгоджуються з даними літератури та водночас конкретизують часові межі ключових етапів розвитку, що має значення для розуміння патогенезу аномалій зорового нерва та ранньої діагностики його патологій.

Висновок. Розвиток зорового нерва у плодовому періоді нагадує складну симфонію — від бурхливого зростання аксонів до їх вибіркової редукції, від розкриття судинної мережі до формування захисних оболонок. Завершальна нота цієї гармонії звучить у процесі мієлінізації, що надає нерву зрілості й готовності передавати світлові імпульси. Таким чином, уже до народження формується міцний місток між оком і мозком, покликаний відкрити людині світ.

Список використаних джерел

1. Low, L. K., & Cheng, H. J. (2006). Axon pruning: an essential step underlying the developmental plasticity of neuronal connections. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 361(1473), 1531–1544. <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1883>
2. Erskine, L., & Herrera, E. (2014). Connecting the retina to the brain. *ASN neuro*, 6(6), 1759091414562107. <https://doi.org/10.1177/1759091414562107>
3. Mendonça, H. R., Villas Boas, C. O. G., Heringer, L. D. S., Oliveira, J. T., & Martinez, A. M. B. (2021). Myelination of regenerating optic nerve axons occurs in conjunction with an increase of the oligodendrocyte precursor cell population in the adult mice. *Brain research bulletin*, 166, 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2020.11.012>
4. Козарійчук Н.Я. Особливості морфогенезу та топографії судинно-нервових та м'язових структур органа зору у пренатальному періоді онтогенезу людини [Електронний ресурс] : дис. ... д-ра філософії : 222 – Медицина; 14.03.01 – нормальна анатомія / Н.Я. Козарійчук; Буковинський державний медичний університет. - Чернівці, 2021. - 183с. <https://dspace.bsmu.edu.ua/handle/123456789/26876>
5. Huang, W., Wang, C., Xie, L., Wang, X., Zhang, L., Chen, C., & Jiang, B. (2019). Traditional two-dimensional mesenchymal stem cells (MSCs) are better than spheroid MSCs on promoting retinal ganglion cells survival and axon regeneration. *Experimental eye research*, 185, 107699. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2019.107699>
6. Lutty, G. A., & McLeod, D. S. (2018). Development of the hyaloid, choroidal and retinal vasculatures in the fetal human eye. *Progress in retinal and eye research*, 62, 58–76. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2017.10.001>
7. Hendrickson, A., Troilo, D., Possin, D., & Springer, A. (2006). Development of the neural retina and its vasculature in the marmoset *Callithrix jacchus*. *The Journal of comparative neurology*, 497(2), 270–286. <https://doi.org/10.1002/cne.20996>
8. Morita, A., Ushikubo, H., Mori, A., Arima, S., Sakamoto, K., Nagamitsu, T., Ishii, K., & Nakahara, T. (2017). A delay in vascularization induces abnormal astrocyte proliferation and migration in the mouse retina. *Developmental dynamics : an official publication of the American Association of Anatomists*, 246(3), 186–200. <https://doi.org/10.1002/dvdy.24484>
9. Publik, M. A., Filipoiu, F. M., Dumitru, A. V., Precup, A., Petrescu, I.-A., Slavu, I., Tulin, R. F., Tulin, A., Baloiu, A. I., Cirstoiu, M. M., & Munteanu, O. (2024). An Extensive Study Regarding the Microscopic Anatomy of the Early Fetal Human Optic Nerve. *Neurology International*, 16(3), 470-482. <https://doi.org/10.3390/neurolint16030035>
10. Captier G, Cristol R, Montoya P, Prudhomme M, Godlewski G. Prenatal organization and morphogenesis of the sphenofrontal suture in humans. *Cells Tissues Organs*. 2003;175(2):98-104.
11. Chavarria T, Baleriola J, Mayordomo R, de Pablo F, de la Rosa EJ. Early neural cell death is an extensive, dynamic process in the embryonic chick and mouse retina. *Scientific World Journal*. 2013; 2013:627240.

12. Haratz, K., Viñals, F., Lev, D., Feit, H., Ben-Sira, L., Lerman-Sagie, T. and Malinger, G. (2011), Fetal optic nerve sheath measurement as a non-invasive tool for assessment of increased intracranial pressure. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 38: 646-651. <https://doi.org/10.1002/uog.9050>
13. Dyer, K. I. C., Sanfilippo, P. G., Yazar, S., Craig, J. E., Hewitt, A. W., Newnham, J. P., Mackey, D. A., & Lee, S. S. Y. (2022). The Relationship Between Fetal Growth and Retinal Nerve Fiber Layer Thickness in a Cohort of Young Adults. *Translational vision science & technology*, 11(7), 8. <https://doi.org/10.1167/tvst.11.7.8>
14. Pitkänen, J., Leiviskä, I., Liinamaa, J., & Saarela, V. (2022). Antenatal and neonatal factors and morphology of the optic nerve head in the Northern Finland birth cohort. *Acta ophthalmologica*, 100(8), e1657–e1664. <https://doi.org/10.1111/aos.15164>
15. Cook CS, Sulik KK, Wright KW. Embryology. In: Wright KW Spiegel PH, eds. *Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. New York: Springer Science & Business Media, 2013:3-38.
16. Donovan, K. M., Mahan, M., Murdock, N., Kolsky, M. P., & Osborne, B. (2025). Myelin Oligodendrocyte Glycoprotein Optic Neuritis Presenting in Late Pregnancy. *The Neurohospitalist*, 19418744251367172. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/19418744251367172>
- Yazdankhah, M., Shang, P., Ghosh, S., Hose, S., Liu, H., Weiss, J., Fitting, C. S., Bhutto, I. A., Zigler, J. S., Jr, Qian, J., Sahel, J. A., Sinha, D., & Stepicheva, N. A. (2021). Role of glia in optic nerve. *Progress in retinal and eye research*, 81, 100886. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2020.100886>

МЕТОДИ РАДІОЛОГІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРИ ЗЛОЯКІСНИХ НОВОУТВОРЕННЯХ ШКІРИ: КЛІНІЧНЕ ТА ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Ковтун Лариса Олександрівна

к. мед. н., доцент

Кафедра інфекційних хвороб з курсом дерматовенерології

Одеський національний медичний університет, Україна

Дегтяренко Сергій Васильович

Завідувач Відокремленого обласного рентгенорадіологічного відділення з територіальною повірочно-дозиметричною лабораторією КНП «Одеська обласна клінічна лікарня», лікар-рентгенолог вищої категорії, Україна

Вступ. Злоякісні новоутворення шкіри, зокрема меланома, плоскоклітинний та базальноклітинний рак, залишаються актуальною проблемою сучасної дерматології та онкології через високий потенціал інвазії, метастазування та пов'язані з цим ризики для життя пацієнта. Щорічно спостерігається стійке зростання частоти діагностування цих пухлин. Так, у Європі зафіксовано найвищий показник захворюваності на рак шкіри серед розвинених країн, з