

Особливості морфогенезу структур очної ямки в ранньому періоді онтогенезу людини

Козарійчук Н.Я., Цигикало О.В.* , Горбачова О.О.

ВДНЗ України “Буковинський державний медичний університет”

*E-mail: tsyhykalo@icloud.com

Ключові слова:

- очна ямка
- зародок
- передплід
- пренатальний онтогенез
- людина

Анотація

З метою уточнити джерела та визначити хронологічну послідовність закладки структур очної ямки в ранньому періоді онтогенезу людини вивчено 26 серій гістологічних зрізів зародків і передплідів людини віком від 3 до 8 тижнів внутрішньоутробного розвитку (ВУР) (3,0-30,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД)) з використанням комплексу методів морфологічного дослідження (морфометрії, мікроскопії, тривимірного комп'ютерного реконструювання і статистичного аналізу). Встановлено, що зачатки органа зору (кришталікові плакоти) з'являються на 3-му тижні ВУР (зародки 3,0-3,5 мм ТКД). У зародків 7,0-7,5 мм ТКД (5-й тиждень ВУР) у результаті поступової інвагінації кришталікових плакот у прилеглу мезенхіму утворюються кришталікові ямки, а потім – кришталікові пухирці. Закладка м'язів очного яблука (крім нижнього косоного м'яза ока) виявлена наприкінці п'ятого тижня ВУР (зародки 7,0-7,5 мм ТКД) у прилеглій мезенхімі позаду очних келихів і навколо очних стебел. Зачаток нижнього косоного м'яза ока розвивається з окремого мезодермального острівця, розташованого в мезенхімі медіально і знизу від очного яблука. Одночасно із закладкою м'язів очного яблука відбувається закладка і вростання в очну ямку блокових і відвідних нервів. Розвиток кровоносних судин очних ямок відбувається з двох джерел – з острівців місцевого ангиогенезу, який починається з 5-го тижня ВУР, та з позаорганих судин наприкінці 6-го тижня ВУР. Сполучення обох джерел спостерігається наприкінці 7-го тижня ВУР. Отже, зародковий період онтогенезу є першим критичним періодом у розвитку очної ямки людини, зумовлений формуванням м'язів очного яблука, нервових і судинних структур.

Вступ

З'ясування джерел, хронологічної послідовності закладки та становлення будови структур очної ямки людини залишається актуальним завданням учених-морфологів. Хвороби очей у 85,3% випадків є вродженими або набутими в дитячому віці [1, 2]. Однією з головних причин косоокості, амбліопії, порушення біокулярного зору, короткозорості та астигматизму є патологія м'язів очного яблука [3]. Клініцистами неодноразово підкреслювалося, що наукових досліджень вікових морфологічних особливостей органу зору явно недостатньо [4]. Крім цього, розробка і застосування нових мікрохірургічних операцій вимагають більш глибокого знання хірургічної анатомії очної ямки [5]. Анатомічні дані про розвиток і становлення топографії судинно-нервових і м'язових структур очного яблука людини уривчасті та не дають чіткого уявлення про послідовність структурних перетворень впродовж внутрішньо-

утробного розвитку (ВУР) людини [1, 3]. Комплексне вивчення особливостей розвитку, формоутворення, топографо-анатомічних змін структур очної ямки (зокрема, м'язів очного яблука, судин і нервів), динаміки їх синтопічних змін протягом пренатального періоду онтогенезу має велике значення для визначення варіантів будови, передумов і часу можливого виникнення їх вроджених вад [6, 7].

Мета: уточнити джерела та визначити хронологічну послідовність закладки структур очної ямки в ранньому періоді онтогенезу людини.

Матеріал і методи дослідження

За допомогою комплексу методів морфологічного дослідження (морфометрії, мікроскопії, тривимірного комп'ютерного реконструювання і статистичного аналізу) вивчено 30 серій послідовних гістологічних зрізів зародків і передплідів людини віком від 3 до 8 тижнів ВУР (3,0-30,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД)).

Результати та обговорення

Встановлено, що на 3-му тижні ВУР (зародки 3,0-3,5 мм ТКД) у головному відділі зародка знаходиться ротова ямка, а по обидва боки від лобового горба розташовані зачатки кришталикових плакод. У зародків 4,0-5,3 мм ТКД (4-й тиждень ВУР) нервова тканина очних ямок продовжує випинатися в прилеглу мезенхіму в напрямку ектодерми. Наприкінці 4-го тижня ВУР очні ямки перетворюються в еліпсоподібні пухирці. У зародків 7,0-7,5 мм ТКД (5-й тиждень ВУР) відбувається поступова інвагінація кришталикових плакод у прилеглу мезенхіму, що призводить до перетворення їх в кришталикові ямки, а потім – у кришталикові пухирці. Останні починають відшнуровуватися від покривного епітелію голови, замикаються та перетворюються в епітеліальні тіла округлої форми, прилеглі до очних пухирців. Стінка їх інвагінується, внаслідок чого вони поступово перетворюються в двостінні келихи. Очні келихи за допомогою очних стебел з'єднані з порожниною переднього мозкового міхура. Як очні келихи, так і очні стебла знаходяться в клітинній масі мезенхіми.

Закладка м'язів очного яблука (крім нижнього косоного м'яза ока) виявлена наприкінці 5-го тижня ВУР, коли у зародків 7,0-7,5 мм ТКД у прилеглій мезенхімі позаду очних келихів і навколо очних стебел з'являються ущільнення клітинних елементів мезодерми неправильної видовженої форми. Зачаток нижнього косою м'яза ока розвивається з окремого мезодермального острівця, розташованого в мезенхімі медіально і знизу від очного яблука.

Завдяки комп'ютерному тривимірному реконструюванню виявлено загальний мезодермальний зачаток м'язів очного яблука, його форму і початок диференціювання кожної окремої м'язи від зачатка мезодерми, який охоплює очні стебла і має воронкоподібну форму. Його потовщений кінець спрямований до очного яблука і закінчується попереду п'ятьма невеликими виступами. Ці виступи, як показали дослідження мікропрепаратів старших вікових груп, є морфологічним субстратом для розвитку окремих м'язів очного яблука (рис. 1). Крім цього, мезодермальні зачаток є основою для утворення спільного сухожильного кільця проксимальних кінців м'язів очі. Нижній косий м'яз ока розвивається з окремого мезодермального зачатка і тому має інше розташування і точки фіксації.

Одночасно із закладкою м'язів очного яблука відбувається закладка і вrostання в очну ямку блокових і відвідних нервів. У зародковому періоді нами відзначено досить великий діаметр зазначених нервів відносно незначної товщини зачатків м'язів. Пізніше, в процесі подальшого розвитку, відбувається поступове переважання росту м'язів очного яблука щодо нервів, що забезпечують їх іннервацію.

У зародків 7,0-7,5 мм ТКД у клітинній масі мезенхіми, яка оточує очні келихи і мезодермальні закладки м'язів очного яблука, утворюються ланцюжки острівців внутрішньоорганного кровотворення та осередки клітин типу еритробластів. Частина острівців внутрішньоорганного кровотворення відокремлена від прилеглої мезенхіми одним рядом клітин витягнутої форми типу ендотеліальних. У зародків 13,0-16,0 мм ТКД спостерігається судинна сітка. Саме в цей період починається диференціація окремих м'язів очного яблука. Поряд із цим, відбувається вrostання м'язових сполучних гілок позаорганних судин у м'язи ока. Сполучення обох частин судинних утворень відбувається у передплідів 18,0-22,0 мм ТКД. Отже, судинне постачання м'язів очного яблука формується двома шляхами – у вигляді острівців внутрішньоорганного кровотворення та вrostання м'язових гілок позаорганних судин.

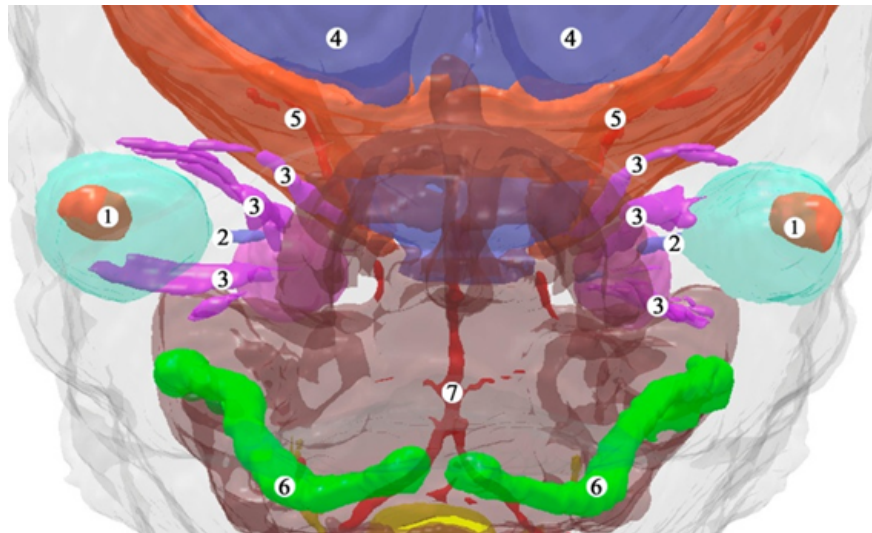


Fig. 1.: Тривимірна комп'ютерна реконструкція голови передплода людини 13,5 мм ТКД. Передня проєкція. Зб.: 25^x. Позначення: 1 – зачатки очних яблук; 2 – зоровий нерв; 3 – зачатки зовнішніх м'язів очного яблука; 4 – півкулі головного мозку; 5 – зачаток кісток черепа; 6 – мекелевий хрящ; 7 – основна артерія.

Висновки

1. Зачатки органа зору (кришталікові плакоти) з'являються на 3-му тижні ВУР (зародки 3,0-3,5 мм ТКД). У зародків 7,0-7,5 мм ТКД (5-й тиждень ВУР) у результаті поступової інвагінації кришталікового плакоти у прилеглу мезенхіму утворюються кришталікові ямки, а потім – кришталікові пухирці.
2. Закладка м'язів очного яблука (крім нижнього косого м'яза ока) виявлена наприкінці п'ятого тижня ВУР (зародки 7,0-7,5 мм ТКД) у прилеглий мезенхімі позаду очних келихів і навколо очних стебел. Зачаток нижнього косого м'яза ока розвивається з окремого мезодермального острівця, розташованого в мезенхімі медіально і знизу від очного яблука. Одночасно із закладкою м'язів очного яблука відбувається закладка і вrostання в очну ямку блокових і відвідних нервів.
3. Розвиток кровоносних судин очних ямок відбувається з двох джерел – з острівців місцевого ангиогенезу, який починається з 5-го тижня ВУР, та з позаорганих судин, які простежуються у вигляді судинної сітки вже наприкінці 6-го тижня ВУР. Сполучення обох джерел спостерігається наприкінці 7-го тижня ВУР.
4. Зародковий період онтогенезу є першим критичним періодом у розвитку очної ямки людини, зумовлений формуванням м'язів очного яблука, нервових і судинних структур.

Література

- [1] Tawfik HA, Dutton JJ. Embryologic and Fetal Development of the Human Orbit. *Ophthalmic Plastic & Reconstructive Surgery*. 2018; 34 (5): 405-421. DOI: <https://doi.org/10.1097/IOP.0000000000001172> [PMid:30134385]
- [2] Yamaguchi K. Development of the human oculomotor nuclear complex: Somatic nuclei. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*. 2014; 196 (6): 394-401. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2014.07.006> [PMid:25220351]
- [3] Кононова HE, Сомов EE. К оценке результатов лечения детей, страдающих амблиопией, связанной с содружественным косоглазием. *Педиатр*. 2017; 8 (5): 25-29
- [4] Manton ND. Skeletal Muscle and Peripheral Nerves. In Keeling's *Fetal and Neonatal Pathology*. Springer, Cham. 2015: 767-787. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-19207-9_30

- [5] Rao HL, Pradhan ZS, Weinreb RN, Dasari S, Riyazuddin M, Raveendran S, Mansouri K. Relationship of optic nerve structure and function to peripapillary vessel density measurements of optical coherence tomography angiography in glaucoma. *Journal of Glaucoma*. 2017; 26 (6): 548-554. DOI: <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000670> [PMid:28333896]
- [6] Salman MS, Klassen SF, Clark IH. Congenital oculomotor nerve paresis with isolated cyclic pupillary spasms. *Journal of Neuro-Ophthalmology*. 2015; 35 (4): 371-373. DOI: <https://doi.org/10.1097/WNO.0000000000000285> [PMid:26115077]
- [7] Burns NS, Iyer RS, Robinson AJ, Chapman T. Diagnostic imaging of fetal and pediatric orbital abnormalities. *American Journal of Roentgenology*. 2013; 201 (6): W797-W808. DOI: <https://doi.org/10.2214/AJR.13.10949> [PMid:24261386]