

УДК 611.21.013.019:591.421

Н.Б. Кузняк, К.І. Яковець

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВІКОВОЇ ДИНАМІКИ МОРФОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НОСОВОЇ ДІЛЯНКИ ПЛОДІВ ЛЮДИНИ

Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці

Резюме. Досліджено 117 плодів людини віком від 5 до 10 місяців внутрішньоутробного розвитку (85,0-500,0 мм ТПД) обох статей із використанням комплексу методів морфологічного дослідження (антропометрія, морфометрія, комп'ютерна томографія, тривимірне комп'ютерне реконструювання, статистичний аналіз). Статистичний аналіз морфометричних параметрів структур носової ділянки плодів обох статей упродовж плодового періоду пренатального онтогенезу людини дозволив з'ясувати та визначити особливості статево-вікової анатомії, встановити математичні закономірності змін морфометричних показників досліджених структур, що може бути морфологічним підґрунтям для розробки діагностичних алгоритмів та вирішення питань про ступінь зрілості плода.

Періодами нерівномірного росту морфометричних показників носової ділянки є 5-й та 8-й місяці внутрішньоутробного розвитку, під час яких спостерігається прискорене зростання її розмірів у обох статей, а також 7-й місяць, під час якого уповільнюються темпи її росту.

Математичний аналіз особливостей морфометричних змін носової апертури та носової порожнини дозво-

лив вивести логарифмічні функції, які відображають закономірності динаміки змін цих структур:

- ширина носової порожнини (чоловіча стать): $y=6,6219 \cdot \exp(0,1178 \cdot x)$;

- ширина носової порожнини (жіноча стать): $y=6,323 \cdot \exp(0,128 \cdot x)$;

- довжина носової порожнини (чоловіча стать): $y=11,9296 \cdot \exp(0,1076 \cdot x)$;

- довжина носової порожнини (жіноча стать): $y=11,6504 \cdot \exp(0,0992 \cdot x)$;

- ширина носової апертури (чоловіча стать): $y=5,8844 \cdot \exp(0,1116 \cdot x)$;

- ширина носової апертури (жіноча стать): $y=5,8259 \cdot \exp(0,0914 \cdot x)$;

- висота носової апертури (чоловіча стать): $y=6,9016 \cdot \exp(0,1418 \cdot x)$;

- висота носової апертури (жіноча стать): $y=7,0358 \cdot \exp(0,1004 \cdot x)$.

Ключові слова: носова ділянка, математичне моделювання, пренатальний розвиток, плід, людина.

Вступ. Статистичний аналіз закономірностей просторово-часових змін морфометричних параметрів органів та структур людини у взаємозв'язку з типом конституційної будови, віком та статтю є актуальним напрямком анатомічних досліджень [1, 3, 6]. Розвиток сучасних методів пренатальної діагностичної медичної візуалізації потребує вичерпних морфометричних даних щодо визначення меж норми, які динамічно змінюються впродовж внутрішньоутробного розвитку (ВУР) людини. Варіантна анатомія структур носової ділянки досить мінлива, залежить від конституційного типу, віку та статі. Незначні зміни морфометричних параметрів кісткових структур середньої зони лица може призвести до значних косметологічних змін. Вивчення особливостей структурних перетворень носової ділянки людини допоможе з'ясувати закономірності перебігу змін форми її структур та розробити діагностичні алгоритми для вчасного виявлення від меж анатомічної мінливості [2, 4, 10, 11]. Аналіз літератури свідчить про суперечливість сучасних уявлень про розвиток та будову носової ділянки людини, відсутність комплексних анатомічних досліджень, які охоплюють плодовий період онтогенезу з використанням новітніх морфологічних методів дослідження [12-14]. Систематизовані дані про особливості просторово-часової динаміки морфологічних показників та з'ясування кореляції морфометричних показників структур носової ділянки з віком, статтю та типом конституційної будови в плодів людини сприятимуть індиві-

дуалізації норми, удосконаленню методів ранньої діагностики та розробці нових способів хірургічної корекції природжених вад дихальної системи [5, 8, 9].

Мета дослідження. З'ясувати математичні закономірності просторово-часових змін морфометричних показників структур носової ділянки в динаміці плодового періоду онтогенезу людини залежно від статі та конституційного типу.

Матеріал і методи. Досліджено 117 плодів людини віком від 5 до 10 місяців ВУР (85,0-500,0 мм ТПД) обох статей із використанням комплексу методів морфологічного дослідження, який складався з антропометрії, морфометрії, комп'ютерної томографії, тривимірного комп'ютерного реконструювання та статистичного аналізу. Матеріал для дослідження одержували з Чернівецьких акушерсько-гінекологічних клінік. Препарати плодів масою понад 500 г, а також новонароджених вивчали безпосередньо в Чернівецькій обласній комунальній медичній установі «Патолого-анатомічне бюро». Дослідження виконані з дотриманням основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964-2008 рр.) та наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р. Комісією з питань біомедичної етики Буковинського державного медичного університету (протокол № 4 від 19.01.2014

р.) не виявлено порушень етичних норм при проведенні науково-дослідної роботи.

Результати дослідження та їх обговорення.

Аналіз морфометричних показників носової ділянки у плодів чоловічої та жіночої статей у віковий період 5-10 місяців ВУР показав особливості їх розподілу і представлений у графіках розсіювання (рис. 1, 2).

Встановлено, що діапазон анатомічної мінливості розмірів носової порожнини ширший у плодів жіночої статі, хоча середні значення ширини та довжини носової порожнини суттєво не відрізняються від таких у плодів чоловічої статі. Слід зазначити, що у плодів чоловічої статі спостерігаються «викиди» – їм притаманні крайні форми індивідуальної анатомічної мінливості носової порожнини (рис. 2).

Аналіз розподілу висоти та ширини носової апертури серед досліджених об'єктів показав, що в переважній більшості випадків у плодів чоловічої статі ці показники вищі, ніж у жіночої статі. Також спостерігаються «викиди» в обох групах, але за їх характером можна констатувати, що саме чоловікам притаманні крайні форми анатомічної мінливості розмірів носової апертури. Також слід зазначити, що у плодів жіночої статі діапазон анатомічної мінливості ширини носової апертури ширший майже вдвічі від такого в чоловіків.

Дослідження особливостей динаміки морфометричних показників носової ділянки людини дозволило встановити періоди прискореного та уповільненого їх росту, що допомагає з'ясувати час можливої появи варіантів та природжених вад її структур. Встановлено, що періодами нерівномірного росту носової апертури є 5-й та 8-й місяці ВУР, під час яких спостерігається прискорене зростання її висоти та ширини в обох статей, а також 7-й місяць, коли відбувається уповільнення темпів росту досліджених структур. Критичні періоди розвитку досліджених структур є часом можливого виникнення варіантів будови та природжених вад у випадку, якщо останні призводять до функціональних порушень.

Під час аналізу темпів росту носової порожнини встановлено уповільнення зростання її дов-

жини на 7-му місяці ВУР, що відповідає особливостям росту носової апертури. Між тим, в обох статей ріст ширини носової порожнини відбувається пропорційно. Прискорене зростання розмірів носової апертури та довжини носової порожнини на 5-му місяці розвитку ми пояснюємо перебігом інтенсивних структурних перетворень структур носової ділянки на початку плодового періоду ВУР, а уповільнення на 7-му місяці ВУР – структурно-функціональними перетвореннями досліджених структур та наближення їх до дефіцитного стану.

Прямолінійний характер росту ширини носової порожнини впродовж плодового періоду ВУР можна пояснити компенсацією просторово-часових нерівномірностей формування структур голови (розвиток верхньої щелепи компенсує нерівномірність росту морфометричних показників носової порожнини та суміжних хрящових і кісткових структур мозкового та лицевого відділів черепа).

За допомогою математичного аналізу морфометричних показників змін носової апертури та носової порожнини дозволив вивести логарифмічні функції, які відображають закономірності формування цих структур (1-8), де x – вік (міс.), y – морфометричний показник (мм).

Динаміка змін ширини носової порожнини (чоловіча стать):

$$y=6,6219 \cdot \exp(0,1178 \cdot x). \quad (1)$$

Динаміка змін ширини носової порожнини (жіноча стать):

$$y=6,323 \cdot \exp(0,128 \cdot x). \quad (2)$$

Динаміка змін довжини носової порожнини (чоловіча стать):

$$y=11,9296 \cdot \exp(0,1076 \cdot x). \quad (3)$$

Динаміка змін довжини носової порожнини (жіноча стать):

$$y=11,6504 \cdot \exp(0,0992 \cdot x). \quad (4)$$

Динаміка змін ширини носової апертури (чоловіча стать):

$$y=5,8844 \cdot \exp(0,1116 \cdot x). \quad (5)$$

Динаміка змін ширини носової апертури (жіноча стать):

$$y=5,8259 \cdot \exp(0,0914 \cdot x). \quad (6)$$

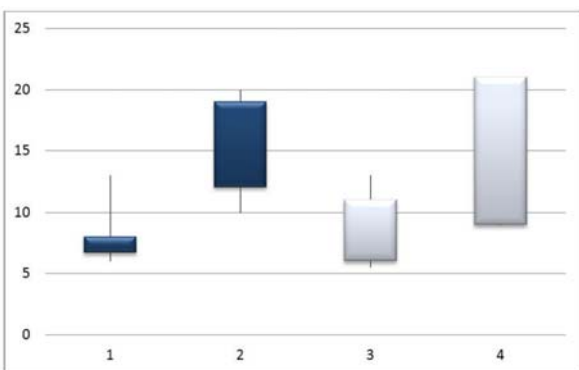


Рис. 1. Розподіл ширини та довжини носової порожнини у плодів чоловічої та жіночої статей: 1 – ширина (чоловіча стать); 2 – довжина (чоловіча стать); 3 – ширина (жіноча стать); 4 – довжина (жіноча стать)

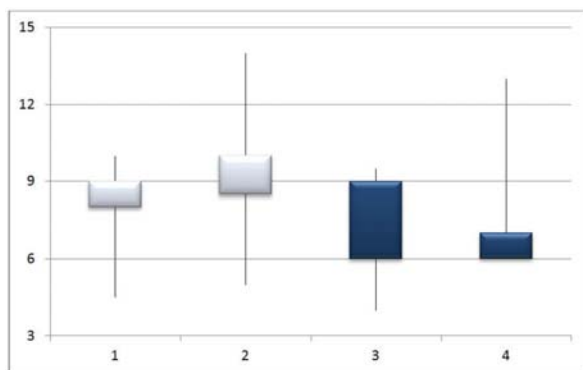


Рис. 2. Розподіл ширини та висоти носової апертури у плодів чоловічої та жіночої статей: 1 – ширина (чоловіча стать); 2 – висота (чоловіча стать); 3 – ширина (жіноча стать); 4 – висота (жіноча стать)

Динаміка змін висоти носової апертури (чоловіча стаття):

$$y=6,9016*\exp(0,1418*x). \quad (7)$$

Динаміка змін висоти носової апертури (жіноча стаття):

$$y=7,0358*\exp(0,1004*x). \quad (8)$$

Формули 1-8 дозволяють прогностично розрахувати з високою вірогідністю ($p<0,05$) відповідні морфометричні показники носової ділянки в різні вікові періоди плодового періоду ВУР людини.

Висновки

1. Періодами нерівномірного росту морфометричних показників носової ділянки (критичними періодами розвитку досліджених структур) є 5-й та 8-й місяці внутрішньоутробного розвитку, під час яких спостерігається прискорене зростання її розмірів у обох статей, а також 7-й місяць, під час якого уповільнюються темпи її росту.

2. Математичний аналіз особливостей морфометричних змін носової апертури та носової порожнини дозволив вивести логарифмічні функції, які відображають закономірності динаміки змін цих структур упродовж плодового періоду розвитку.

Перспективи подальших досліджень. Вважаємо за доцільне з'ясувати особливості просторово-часових змін структур носової ділянки у взаємозв'язку з конституційним типом у різні вікові періоди постнатального періоду розвитку людини.

Література

1. Ахтемійчук Ю.Т. Актуальність наукових досліджень у галузі перинатальної анатомії / Ю.Т. Ахтемійчук // Неонатол., хірургія та перинат. мед. – 2012. – Т. II, № 1 (3). – С. 15-21.
2. Багідова Е.А. Пренатальная диагностика редких врожденных пороков и синдромов. LIV. Фронтоназальная дисплазия FND1 / Е.А. Багідова, Ж.А. Сулейменова // Пренат. диагност.– 2011. – Т. 10, № 4. – С. 317-319.

3. Бамбуляк А.В. Природжені вади носової ділянки – актуальне питання сьогодення / А.В. Бамбуляк // Клін. та експерим. патол. – 2014. – Вип. 13, № 2. – С. 190-192.
4. Дудіна О.О. Ситуаційний аналіз стану здоров'я дитячого населення / О.О. Дудіна, А.В. Терещенко // Вісн. соц. гігієни та орган. охорони здоров'я України. – 2014. – № 2. – С. 49-55.
5. Дудіна О.О. Сучасні перинатальні технології – важлива складова поліпшення здоров'я дітей / О.О. Дудіна, А.В. Терещенко, Р.О. Моїсеєнко // Современ. педиатрия. – 2015. – № 4. – С. 24-29.
6. Корнетова Н.А. Учение о конституции человека: от исторической ретроспективы до наших дней / Н.А. Корнетова: матер. IV Междунар. конгресса по интегративной антропологии. – СПб., 2002. – С. 190-193.
7. Нурметова І.К. Особливості сучасних антропологічних досліджень по встановленню взаємозв'язків у живому організмі / І.К. Нурметова, І.Д. Кухар // Вісн. морфол. – 2007. – Т. 13, № 2. – С. 470-473.
8. Стан регіоналізації перинатальної допомоги в Україні / Г.О. Слабкий, О.М. Дзюба, О.О. Дудіна [та ін.] // Вісн. соц. гігієни та орган. охорони здоров'я України. – 2016. – № 2 (68). – С. 12-19.
9. Шунько Є.С. Впровадження концепції подальшого розвитку перинатальної допомоги в Україні / Є.С. Шунько // Неонатол. хірургія та перинат. мед.– 2011. – № 1. – С. 10-16.
10. Frontonasal dysplasia syndrome / A.A. Al Ibrahim, S. Al - Obaidly, K. Kalache [et al.] // Ultrasound in Obstetrics & Gynecology. – 2016. – № 48 (S1). – P. 309-309.
11. Frontonasal Dysplasia: Towards an Understanding of Molecular and Developmental Aetiology / P.G. Farlie, N.L. Baker, P. Yap [et al.] // Molecular Syndromology. – 2016. – Vol. 7, № 6. – P. 312-321.
12. Obwegeser H.L. Mandibular Growth Anomalies: Terminology-Aetiology Diagnosis-Treatment / H.L. Obwegeser. – Springer Science & Business Media, 2013. – 442 p.
13. Paper 4: EUROCAT statistical monitoring: identification and investigation of ten year trends of congenital anomalies in Europe / M. Loane, H. Dolk, A. Kelly [et al.] // Birth Defects Research Part A: Clinical and Molecular Teratology. – 2011. – Vol. 91 (S1). – P. 31-43.
14. Pearson G.D. Congenital Malformations of the Head and Neck / G.D. Pearson, R. E. Kirschner. – Springer New York, 2014. – P. 107-135.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ДИНАМИКИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НОСОВОЙ ОБЛАСТИ ПЛОДОВ ЧЕЛОВЕКА

Н.Б. Кузьяк, К.И. Яковец

Резюме. Исследовано 117 плодов человека в возрасте от 5 до 10 месяцев внутриутробного развития (85,0-500,0 мм ТПД) обоего пола с использованием комплекса методов морфологического исследования (антропометрия, морфометрия, компьютерная томография, трехмерное компьютерное реконструирование, статистический анализ). Статистический анализ морфометрических параметров структуры носовой области плодов обоего пола на протяжении плодового периода пренатального онтогенеза человека позволил выявить и определить особенности половой и возрастной анатомии, установить математические закономерности изменений морфометрических показателей исследованных структур, что может быть морфологическим базисом для разработки диагностических алгоритмов и решения вопросов о степени зрелости плода.

Периодами неравномерного роста морфометрических показателей носовой области являются 5-ый и 8-ой месяцы внутриутробного развития, во время которых наблюдается ускоренный рост ее размеров у плодов обоего пола, а также 7-ой месяц, во время которого замедляются темпы ее роста.

Математический анализ особенностей морфометрических изменений носовой апертуры и носовой полости позволил вывести логарифмические функции, которые отображают закономерности динамики изменений этих структур:

- ширина носовой полости (мужской пол): $y=6,6219*\exp(0,1178*x)$;

- ширина носовой полости (женский пол): $y=6,323*\exp(0,128*x)$;

- длина носовой полости (мужской пол): $y=11,9296*\exp(0,1076*x)$;
- длина носовой полости (женский пол): $y=11,6504*\exp(0,0992*x)$;
- ширина носовой апертуры (мужской пол): $y=5,8844*\exp(0,1116*x)$;
- ширина носовой апертуры (женский пол): $y=5,8259*\exp(0,0914*x)$;
- высота носовой апертуры (мужской пол): $y=6,9016*\exp(0,1418*x)$;
- высота носовой апертуры (женский пол): $y=7,0358*\exp(0,1004*x)$.

Ключевые слова: носовая область, математическое моделирование, пренатальное развитие, плод, человек.

MATHEMATICAL MODELING OF REGULARITIES OF MORPHOLOGICAL PARAMETERS AGE DYNAMICS OF THE NASAL REGION IN HUMAN FETUSES

N.B. Kushiak, R.I. Yakovets

Abstract. The study involved 117 human fetuses aged 5 to 10 months of prenatal development (85,0-500,0 mm parieto-calcaneal length) of both sexes by means of complex of morphological methods (anthropometry, morphometrics, computed tomography, three-dimensional computer constructing, statistical analysis). Statistical analysis of morphometric parameters of nasal region structures of both sexes fetuses during fetal period of human prenatal ontogenesis allowed to clarify and determine the features of sex and age anatomy, elucidate mathematical regularities of morphometric parameters changes in investigated structures, which can be a morphologic basis for developing diagnostic algorithms and solving issues of human fetus maturity degree.

Periods of uneven growth of nasal region morphometric parameters are 5 and 8 months of fetal development during which is its size accelerated growth in both fetus sexes; also 7th month, when its growth is decelerated.

Mathematical analysis of morphometric changes features of the nasal aperture and nasal cavity allowed to withdraw logarithmic functions, which reflect patterns of this structures dynamic changes:

- width of nasal cavity (male) $y=6,6219*\exp(0,1178*x)$;
- width of nasal cavity (female) $y=6,323*\exp(0,128*x)$;
- length of nasal cavity (male) $y=11,9296*\exp(0,1076*x)$;
- length of nasal cavity (female) $y=11,6504*\exp(0,0992*x)$;
- width of nasal aperture (male) $y=5,8844*\exp(0,1116*x)$;
- width of nasal aperture (female) $y=5,8259*\exp(0,0914*x)$;
- height of nasal aperture (male) $y=6,9016*\exp(0,1418*x)$;
- height of nasal aperture (female) $y=7,0358*\exp(0,1004*x)$.

Key words: nasal region, mathematical modeling, prenatal development, fetus, human.

Higher State Educational Institution of Ukraine «Bukovinian State Medical University» (Chernivtsi)

Рецензент – д.мед.н. О.В. Цигикало

Buk. Med. Herald. – 2017. – Vol. 21, № 1 (81). – P. 67-70

Надійшла до редакції 10.02.2017 року