

Anlage and development of the nasal region in the embryonic period of human ontogenesis

*N. B. Kuznyak, T. V. Protsak

M. G. Turkevich Department of Anatomy, Bukovinian State Medical University
1, Rizhska Street, Chernivtsi, Ukraine

*Corresponding author: anatomy@bsmu.edu.ua Manuscript received March 15, 2013; accepted April 03, 2013

Abstract

A morphological investigation of 32 histological sections of human embryos by means of their fixation in 10-12% solution of neutral formalin has been performed. The preparations have been dehydrated by carrying them through a battery of alcohols with the subsequent pouring into paraffin. The serial histological sections have been made by a sliding microtome, then coloured by keeping them in hematoxylin and eosin or boric carmine within 1-3 days, and studied by a microscope or a binocular magnifying glass MBS-10. To study the peculiarities of the form, position and relief of the structures of the nasal area the classical methods of the graphic and plastic reconstruction have been used. The morphometry has been made by a micro ruler. It has been established that at the beginning of the embryonic period nasal placodes are anlagen, while in the middle of the embryonic period the nasal fossae are formed on their free surface. The nasal fossae are restricted by horseshoe-shaped eminences that are thickened in the form of toruli – the initial stage of the formation of the middle and lateral nasal processes. Later on an intensive growth of the nasal fossae and the adjacent structures occurs and as a result they are transformed into nasal cameras. At the end of the embryonic period a break of the nasal cameras into the primary oral cavity with the formation of the primary choanae takes place. The nasal septum is formed via a fusion of the middle nasal processes. The primary nasal cavity is separated from the primary oral cavity by the primary palate.

Key words: nasal region, embryo, anatomy, ontogenesis, human.

Закладка и развитие носовой области в зародышевом периоде онтогенеза человека

*Н. Б. Кузьяк, Т. В. Процак

Реферат

Исследование проведено методом изготовления последовательных гистологических срезов 32-х свежих зародышей человека путем их фиксации в 10-12% растворе нейтрального формалина. Препараты обезживали проведением их через батарею спиртов с последующей заливкой в парафин. Санным микротомом изготавливали последовательные гистологические срезы, которые окрашивали гематоксилином и эозином или борным кармином в течение 1-3 суток и изучали под обычным микроскопом или бинокулярной лупой МБС-10. Для изучения особенностей формы, положения, рельефа структур носовой области использовали классические методы графического и пластического реконструирования. Морфометрия производилась микролинейкой. Установлено, что в начале зародышевого периода закладываются носовые плакоды, а в середине зародышевого периода на их свободной поверхности формируются носовые ямки. Носовые ямки ограничены подковообразными возвышениями, которые утолщены в виде валиков – начальная стадия формирования среднего и бокового носовых отростков. В дальнейшем происходит интенсивный рост носовых ямок и смежных структур, вследствие чего они превращаются в носовые камеры. По окончании зародышевого периода происходит прорыв носовых камер в первичную ротовую полость с образованием первичных хоан. Носовая перегородка формируется путем слияния средних носовых отростков. Первичную носовую полость от первичной ротовой полости отделяет первичное небо.

Ключевые слова: носовая область, зародыш, анатомия, онтогенез, человек.

Введение

В настоящее время уже ни у кого не возникает сомнений относительно необходимости в разработке медицинских аспектов современной эмбриологии, без чего невозможно решать такие важные вопросы практического здравоохранения, как проблемы бесплодия [1, 2], лечения врожденных и наследственных заболеваний, трансплантации органов и тканей и т.д. [3, 4, 5]. По данным Всемирной Организации Здравоохранения ежегодно из 140 млн. рожденных в мире детей большой процент рождается с серьезными аномалиями. Без основательного исследования различных факторов, определяющих нормальный и патологический процессы внутриутробного развития [6], невозможна антенатальная охрана

здоровья детей [7]. Проблема, связанная с выявлением критических периодов в структурных преобразованиях органов и систем, недостаточно разработана и требует проведения дальнейших исследований [8]. Многочисленные аномалии, встречающиеся в клинической практике в большинстве случаев можно объяснить, лишь изучив их необычную топографию и глубоко осознав соответствующие эмбриональные явления, т. е. на основе изучения происхождения и взаимодействия органов и структур, которые со временем приобретают свойственные им формы.

Развитию носовой полости человека посвящено немало исследований [9], однако практически ни в одной публикации не освещены конкретные сроки закладки и

дальнейшей дифференциации эмбриональных зачатков, которые участвуют в ее формировании.

Таким образом, в отечественной и зарубежной литературе данные о нормальном анатомическом развитии носовой полости, а именно, о становлении её стенок, недостаточны. Многие работы имеют узконаправленный характер, что не позволяет говорить о наличии единой морфологической теоретической базы в этой области.

Материал и методы

Исследование проведено методом изготовления последовательных гистологических срезов 32-х свежих зародышей человека путем их фиксации в 10-12% растворе нейтрального формалина не менее 15-и суток. После фиксации биологические объекты в течение 1-2 суток промывали в проточной воде, затем их погружали на 24 часа в 35% раствор спирта. Затем окрашивали гематоксилином и эозином или борным кармином в течение 1-3 суток. Препараты обезживали проведением их через багарею спиртов с последующей их заливкой в парафин. С помощью санного микротомы изготавливали последовательные гистологические срезы, которые изучали под обычным микроскопом или бинокулярной лупой МБС-10. Для изучения особенностей формы, положения, рельефа структур носовой области использовали классические методы графического и пластического реконструирования. Морфометрия производилась микролинейкой.

Обсуждение результатов исследования

На основе изучения серий гистологических препаратов 4-й недели внутриутробного развития теменно-копчиковой длины (ТКД) 4,0-5,0 мм обнаружено, что имеется ротовая ямка, ограниченная сверху лобным бугром, внизу – сердечным выступом и по бокам – верхнечелюстными отростками, ее заднюю границу образует челюстная дуга.

Носовой полости, как таковой, еще не существует. Однако внизу и по бокам от лобного бугра плотно расположенные клетки эктодермы образуют две утолщенные пластинки, представленные 4-5-рядным цилиндрическим эпителием. По периферии пластинок эпителиальные клетки незначительно выступают над уровнем эктодермы, образуя подковообразное возвышение, которое открыто в ротовую ямку.

В области средней части упомянутых утолщений эпителия у зародышей ТКД 6,0 мм возникает незначительное углубление эпителия в подлежащую мезенхиму – это начальная стадия закладки носовых плакод (рис. 1). Они размещены в кранио-каудальном направлении и их размер не превышает 120 мкм, а ширина – 66 мкм. Толщина эпителия носовых плакод равна 18 мкм, а местами – 22 мкм, максимальное расстояние между их медиальными концами – 1080 мкм.

При изучении серий гистологических срезов эмбрионов ТКД 7,0-7,5 мм установлено, что здесь впячивание эпителия носовых плакод становится несколько более выраженным, и на свободной поверхности плакод об-

разуется углубление – начальная стадия формирования носовых ямок, стенки которых покрыты 4-6-рядным цилиндрическим эпителием толщиной 34-38 мкм, и глубина ямок не превышает 62 мкм. Кранио-каудальный размер закладки ямок не превышает 176 мкм, а ширина – 86 мкм. Их продольная ось расположена почти вертикально. Каудальные концы ямок расположены несколько ближе друг к другу – на расстоянии 1340 мкм. Расстояние между краниальными концами достигает 1394 мкм.

Подковообразные возвышения, которые ограничивают края носовых ямок, утолщаются в виде валиков. Открытые концы носовых ямок направлены к углам первичной ротовой полости. Указанные валики представляют собой начальную стадию формирования среднего и бокового носовых отростков, которые ограничивают носовые ямки. Поперечный размер среднего носового отростка не превышает 216 мкм, а вертикальный – 110 мкм. Поперечный размер бокового носового отростка не превышает – 190 мкм. Расстояние между медиальными концами средних носовых отростков равно 1130 мкм.

При изучении серий гистологических срезов и пластических реконструкций носовой области зародышей ТКД 8,0-8,8 мм, установлено, что эпителий, который покрывает носовые ямки продолжает впячиваться в подлежащую мезенхиму в дорсальном направлении. Также увеличивается размер носовых отростков, которые растут в каудальном направлении и как бы нависают над первичной ротовой полостью.

Носовые ямки выстланы цилиндрическим эпителием толщиной 34-42 мкм, ядра его клеток располагаются в 4-6 рядов. Глубина носовых ямок достигает 98 мкм, высота – 186 мкм, а ширина – 98 мкм, расстояние между ними достигает 1300 мкм.

Поперечный размер средних носовых отростков у зародышей ТКД 8,8 мм составляет 260 мкм, а вертикальный – 280 мкм, боковых носовых отростков – соответственно 226 и 244 мкм. Происходит постепенное сближение средних носовых отростков. Расстояние между ними уменьшается до 1090 мкм.

Книзу и латерально от боковых носовых отростков размещаются верхнечелюстные отростки, которые растут медиально и несколько вперед. Они приближаются к боковым носовым отросткам, однако на данной стадии развития сообщения между ними еще нет. Их разделяет небольшая щель, которая связана с зачатком глаза.

У зародышей ТКД 9,5-10,0 мм происходит интенсивный рост носовых ямок и смежных структур. При изучении пластических реконструкций носовой области зародышей ТКД 10,0 мм выявлено, что носовые ямки вследствие интенсивного роста и впячивания эпителия в подлежащую мезенхиму, превращаются в слепо заканчивающиеся мешочки (носовые камеры), которые растут в дорсальном направлении и несколько каудально, но соединения между ними еще нет (рис. 2). Носовые камеры выстланы высоким многорядным цилиндрическим эпителием. На гистологических срезах носовые камеры имеют форму полулунной щели, открытой в противопо-

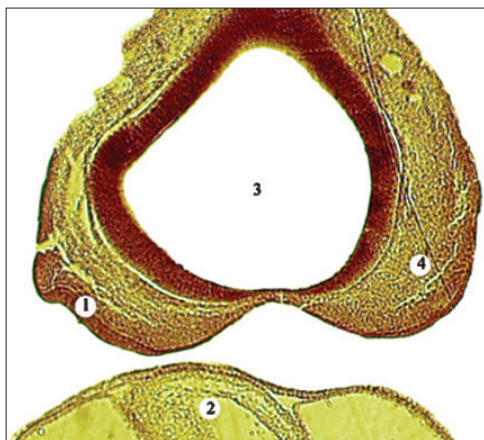


Рис. 1. Фронтальный срез зародыша человека ТКД 6,0 мм. Микрофото. Гематоксилин-эозин. Об. 8, ок. 7.
1 – Носовая плакода; 2 – Зачаток сердца;
3 – Полость конечного мозга; 4 – Мезенхима.

ложную сторону второй камеры, их каудальные концы размещаются ближе чем краниальные. Глубина носовых камер достигает 546 мкм, они расположены на расстоянии 158 мкм от первичной ротовой полости, однако отделены от нее мезенхимой толщиной 112 мкм, которая находится между эпителием, покрывающим носовые камеры, и эпителием, покрывающим первичную ротовую полость. Высота и ширина носовых камер почти не меняются: высота – 212 мкм, ширина – 108 мкм. Внутренняя поверхность носовых камер гладкая.

Переднезадняя ось носовых камер размещается косо. Их начальные отделы расположены на расстоянии 1284 мкм друг от друга, а задние концы – на 1126 мкм.



Рис. 2. Сагиттальный срез головы зародыша человека ТКД 10,0 мм. Микрофото. Гематоксилин-эозин. Об. 8, ок. 7.
1 – Носовая камера; 2 – Первичная ротовая полость; 3 – Зачаток языка.

На описанной стадии развития значительно увеличиваются носовые отростки, особенно средние, поперечный размер которых достигает 664 мкм, вертикальный – 754 мкм, размер поперечного и вертикального боковых носовых отростков соответственно – 446 и 420 мкм. Носовые отростки представлены мезенхимой, покрытой слоем эпителиальных клеток, ядра которых расположены в 1-2 ряда.

На медиальных поверхностях каждого из средних носовых отростков имеется хорошо выраженный выступ, благодаря которому происходит постепенное сближение средних носовых отростков. Расстояние между ними еще достаточно велико – 856-884 мкм. Поверхностями, обращенными друг к другу, средние и боковые носовые отростки ограничивают первичные ноздри, которые еще остаются внизу незамкнутыми, так как верхнечелюстные отростки, хотя и растут к срединной линии и вперед, но с боковыми носовыми отростками еще не срастаются. Медиальные концы верхнечелюстных отростков расположены на уровне свободных нижних концов средних носовых отростков.

У зародышей ТКД 11,0-12,0 мм происходит дальнейший рост носовых камер назад и несколько каудально, по направлению к первичной ротовой полости, но сообщения между ними еще нет. Расстояние между носовыми камерами и первичной ротовой полостью – 86 мкм, глубина носовых камер – 548 мкм, а высота – 224 мкм.

Верхняя, нижняя и боковая стенки носовых камер гладкие, а на медиальной стенке, в средней ее части, появляется углубление – зачаток органа Якобсона.

Средние носовые отростки направлены книзу и латерально. Продольный их размер у зародышей 12,0 мм, ТКД равен 926 мкм, а ширина – 788 мкм. Боковые носовые отростки имеют длину 854 мкм и ширину 608 мкм, они направлены книзу и медиально. Расстояние обращенных друг к другу краев средних носовых отростков достигает 858 мкм.

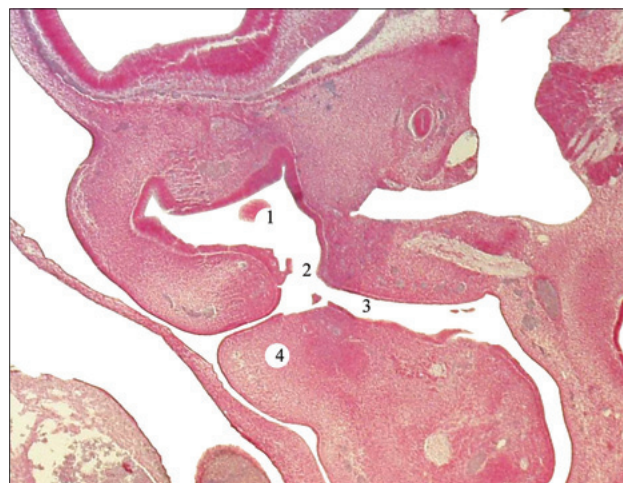


Рис. 3. Сагиттальный срез головы зародыша человека с ТКД 13,5 мм. Микрофото. Гематоксилин-эозин. Об. 8, ок. 7.
1 – Первичная носовая полость; 2 – Первичные хоаны;
3 – Первичная ротовая полость; 4 – Зачаток языка.

Продолжается рост верхнечелюстных отростков, их переднезадний размер увеличивается до 1524 мкм, а высота – до 758 мкм. На этой стадии развития происходит их соединение с боковыми носовыми отростками. Их свободный край находится у нижнего конца среднего носового отростка.

В конце зародышевого периода (зародыши ТКД 13,0-14,0 мм) происходит прорыв носовых камер в первичную ротовую полость, в результате чего устанавливается связь между первичной носовой полостью, первичной ротовой полостью и глоткой (рис. 3).

Обе половины первичной носовой полости имеют изогнутую форму – направлены сначала дорсально, а затем несколько каудально, к первичной ротовой полости. Переднезадний размер первичной носовой полости равен 692 мкм. Расстояние между верхними краями равно 1328 мкм, а нижними – 996 мкм. Высота первичной носовой полости не превышает 664 мкм, ширина – 184 мкм. Каждая половина первичной носовой полости начинается отверстием – первичной ноздрей. Она ограничена латерально – боковым носовым отростком длиной 772 мкм и шириной 558 мкм, и медиально – передним краем носовой перегородки, которая образуется в результате соединения средних носовых отростков. Вертикальный размер носовой перегородки равен 668 мкм, поперечный – 882 мкм и переднезадний – 486 мкм.

Сзади вертикальный размер первичной носовой полости постепенно уменьшается, и в местах прорыва в первичную ротовую полость образуются округлой формы первичные хоаны. Расстояние между первичными хоанами не превышает 890 мкм.

Первичную носовую полость от первичной ротовой полости отделяет первичное небо, толщиной 288 мкм, шириной 1136 мкм и длиной 278 мкм.

На этой стадии развития на боковой стенке первичной ротовой полости появляется небольшой выступ – зачаток небного отростка. Данный выступ представлен мезенхимой верхнечелюстного отростка, покрытой 3-4-рядным эпителием. На фронтальных срезах он имеет форму конуса, направленного вершиной к языку, и расположенного на уровне нижнего края. Высота небного отростка равна 210 мкм, переднезадний размер не превышает 426 мкм, а свободный его конец выступает в первичную ротовую полость на 108 мкм. Все стенки первичной носовой полости гладкие. Верхнечелюстные отростки уже соединяются с боковыми носовыми отростками.

Таким образом, проведенные морфологические исследования начальных стадий развития носовой области человека в зародышевом периоде свидетельствуют о том, что закладка и формирование носовой полости является сложным процессом, который тесно связан со становлением смежных образований.

Большое значение имеют закладка и рост носовых и верхнечелюстных отростков, которые существенно влияют на формирование начальных отделов будущей

носвой полости. Считаем, что критическими периодами является время образования первичной носовой полости и ее соединение с первичной ротовой полостью, а также время формирования первичного неба, ноздрей и хоан. Нарушение этих процессов может привести к появлению аномалий развития ноздрей и верхней губы.

Поэтому, используя новые методы морфологических исследований, необходимо провести дальнейшее изучение развития носовой области в последующих возрастных периодах, особенно в предплодном, когда формируется окончательная (вторичная) носовая полость и ее стенки.

Выводы

1. К концу зародышевого периода образуется первичная носовая полость, которая отделена от первичной ротовой полости первичным небом и открывается в нее через первичные хоаны.

2. Носовая перегородка образуется путем слияния средних носовых отростков.

3. Вследствие выпячивания эпителия боковых стенок первичной ротовой полости начинает формироваться постоянное небо.

References

1. Magomedov M.M. Khirurgicheskoe lechenie zabolevaniy nosa i okolonosovykh pazukh v usloviyakh dnevnogo stacionara [Surgical treatment of the diseases of nose and paranasal sinuses in a day hospital] / M.M. Magomedov, Kh.M. Butaeva, Sh.I. Ibragimov // Vestnik otorinolaringologii [Bulletin of Otorhinolaryngology]. – 2010. – № 4. – S. 56-57.
2. Keith L. M. Before We Are Born, 7th Edition. Essentials of Embryology and Birth Defects / L.M. Keith, T. V. N. Persaud // Path. – London, 2008. – 368 p.
3. Vares Y.E. Travmatichni kisti schelep. Suchasniy poglyad na problemu [Traumatic cysts of jaws. Modern view on the problem] / Y.E. Vares, S.V. Melnik // Ukr.med.almanakh [Ukr. med. almanakh] – 2006. – Т. 9, № 6. – S. 165-167.
4. Surikov E.V. Kliniko-anatomicheskaya kharakteristika travm nosa [Clinical and anatomical characteristic of nasal traumas] / E.V. Surikov, I.V. Ivanets // Vestnik otorinolaringologii [Bulletin of Otorhinolaryngology] – 2009. – № 5. – S. 78-80.
5. Keith L.M. The Developing Human, 8th Edition / L.M. Keith, T.V.N. Persaud // Clinically Oriented Embryology: Path. – London, 2008. – 536 p.
6. Kalinovska I.V. Klinichna otsinka fetoplatsentarnoi nedostatnosti pri vagitnosti, uskladnenoi gestozom [Clinical evaluation of fetoplacental insufficiency in pregnancy complicated by preeclampsia] / E.V. Surikov, I.V. Ivanets // Vestnik otorinolaringologii [Bulletin of Otorhinolaryngology] – 2009. – № 5. – S. 78-80.
7. Hirurgicheskaya pomoshch novorodzhennym – printsipi organizatsii [Surgical help to the newborns – the principles of organization] / Y.N. Aleynikov, D.V. Voronin, A.V. Karagan i dr. // Detskaya hirurgiya [Pediatric surgery] – 2005. – № 2. – S. 46-47.
8. William J.L. Anatomy: Development, Function, Clinical Correlations Saunders / J.L. William // – 2002. – 752 p.
9. Maslovskiy S.Y., Vnesok M.F. Kaschenka u rozvitok embriologii v Ukraini [Contribution of M.F. Kaschenka in the development of embryology in Ukraine] / S.Y. Maslovskiy, L.O. Zaychenko, I.I. Shestitko // III Natsion. kongr. anatomiv, histologiv, embriologiv i topografoanatomiv Ukraini: "Aktualni pitannya morfologii" [Actual questions of morphology] (Kiev, 21-23 zhovtnya. 2002 r.) mater.konf. – Ternopil: Ukrmedkniga, 2002. – S. 200-201.