

## Структурная и морфометрическая характеристика первичной почки у сирийского хомяка (*Mesocricetus Auratus*)

**Ю.В. Алексеева**, преподаватель,  
БУ Ханты-Мансийская ГМА

Эмбриональное развитие мочевой системы характеризуется сложностью, этапностью существования временных провизорных структур, которые, с одной стороны, являются необходимым временным субстратом эмбриогенеза, а с другой стороны, могут служить источником аномалий развития. Сложность эмбриогенеза обусловлена сложностью эволюционного формирования мочевой системы, переходом от водного к наземному образу жизни. Изучение особенностей эмбриогенеза первичной почки у разных видов млекопитающих позвоночных позволяет получать сведения, которые могут быть экстраполированы и использоваться при расшифровке эмбриогенеза у человека [1–3].

В связи с этим актуальным является изучение структурной и морфометрической характеристики первичной почки в эмбриогенезе у сирийского хомяка (*Mesocricetus auratus*).

**Материал и методы исследования.** Исследование выполнено на 277 эмбрионах сирийских хомяков (класс *Mammalia*, отряд *Rodentia*, семейство *Cricetidae*, род *Mesocricetus*, вид *Mesocricetus auratus*), полученных от самок с датированным сроком беременности 8 сут. – 14 сут. post coitus (pc) с интервалом 6 часов, что соответствует 11–20-й стадиям развития [4]. Эксперименты на животных были проведены в соответствии с правилами защиты позвоночных, используемых в научных целях [5].

Подсадка животных проводилась с 18.00 до 20.00 в летний период 2011–2014 гг. Самок подсаживали к самцам на 2 часа, после чего оплодотворение констатировалось обнаружением сперматозоидов в неокрашенных мазках при световой микроскопии. День обнаружения сперматозоидов в мазках учитывался как нулевой день post coitus (pc) [6].

У беременных самок в условиях эфирного наркоза проводилась лапаротомия. Иссекались эмбрионы из правого и левого рогов, расположенные проксимально к телу матки. В последующем самки подвергались эвтаназии посредством ингаляции паров эфира с последующей декапитацией. На каждом сроке развития изучены от 7 до 10 зародышей, полученные от 3–4 самок (табл.).

Зародыши для последующей светооптической микроскопии фиксировали в 10-процентном нейтральном формалине, подвергали обезвоживанию, уплотнению, заливали в парафин на фосфатном буфере («Биовитрум», Санкт-Петербург) [7, 8]. Парафиновые срезы толщиной 3 мкм изготавливали с помощью роторного микротомы Micron HM 340E (Thermo scientific), окрашивали гематоксилином Карацци и эозином. Гистологические препараты были подвергнуты световой микроскопии посредством микроскопа Axio Imager Z1 (Zeiss). Проведена морфометрия мезонефральных канальцев с применением программы AxioVision 4.6.3: измеряли диаметры канальцев, просветов канальцев с последующим определением площадей поперечного сечения, просвета, эпителия по формуле круга  $S = \pi A^2/4$ , где  $A$  – величина

малого диаметра канальца в мкм. Площадь эпителии стенки канальцев определялась как разница площади канальца и площади его просвета [9, 10]. В каждой возрастной группе эмбрионов изучено 80–170 канальцев.

Базу данных формировали при помощи программы Microsoft Office Excel 2013. Полученные результаты обрабатывались с помощью программы Statistica 8.0. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05. Величину вероятности, имеющую более шести нулей после запятой, обозначали как  $P < 0,001$ . Для сравнения двух независимых выборок применяли U-критерий Манна-Уитни.

**Результаты исследования.** В результате проведённого исследования установлено, что мезонефрос располагается продольно в виде валиков по обеим сторонам тела зародыша парасагитально нервной трубке, хорде, эмбриональным аортам, дорзальной брыжейке. Индуктором морфогенезов промежуточной мезодермы выступает мезонефральный проток, образованный клетками цилиндрической формы, располагающимися на базальной мембране, имеет выраженный просвет. Рядом с протоком располагаются относительно короткие эпителиальные тяжи и канальцы, окружённые кровеносными сосудами, которые идентифицируются нами как мезонефральные канальцы.

Морфогенез мезонефроса начинается в краниальных отделах нефрогонотома и продолжается в кранио-каудальном направлении. Последовательно образуются скопления клеток мезенхимы, мезенхимо-эпителиальная дифференцировка клеток, эпителиальные канальцы с последующей дифференцировкой в мезонефроны.

Канальцы образованы одним слоем эпителиальных клеток от кубических до цилиндрических, имеют разный диаметр по протяжённости, слепо начинаются в мезенхиме, продолжают дорсолатерально с разной степенью извитости в направлении мезонефрального протока. Начальные участки канальцев характеризуется большим в сравнении с последующим сегментом диаметром,

взаимодействуют с кровеносным капилляром, формируя васкуло-тубулярные контакты. Проксимальный каналец продолжается в меньший по диаметру дистальный мезонефральный каналец.

На основании структурных и топических признаков комплекс проток + эпителиальные канальцы, тяжи, кровеносные сосуды идентифицируется как первичная почка.

В течение 14–15-й стадий наблюдалась органо-типическая дифференцировка структур первичной почки: рост вольфова протока в каудальном направлении, новообразование и дифференцировка новообразованных канальцев на проксимальный и дистальный отделы, оформлении сосудистого русла за счёт ветвей дорзальной эмбриональной аорты. В структуре мезонефронов отсутствуют мезонефральные (почечные) тельца, но формируются их гомологи в виде васкуло-прокситубулярных и мезенхо-прокситубулярных контактов (рис. 1).

16-я стадия развития характеризуется усложнением структуры первичной почки и инициацией двух важных морфогенезов – формирование половых желёз и постоянной почки и, как следствие, формирование провизорных структурно-функциональных органных комплексов, в основе которых лежит вольфово тело, таких, как мезометанефрально-гонадный комплекс, аорто-гонадо-мезонефральный комплекс (рис. 2).

В течение 20-й стадии и позднее определяются признаки инволюции первичной почки.

Оценка структурных и морфометрических параметров мезонефральных канальцев позволяет прийти к заключению о наличии существенных различий между канальцами на сроках 9 сут. 6 час. – 10 сут. 6 час. и позднее 10 сут. 12 час. рс. Канальцы в период 9 сут. 6 час. – 10 сут. 6 час. характеризуются размерами, значительно превышающими таковые у канальцев на сроках 10 сут. 12 час. и позднее.

На основании изложенного нами выделены две генерации канальцев: краниальная, существующая в период 9 сут. 6 час. – 10 сут. 6 час., и каудальная, существующих в период 10 сут. 12 час. рс, и позднее (рис. 3, 4).

Распределение эмбрионов сирийского хомяка по стадиям развития и возрасту

Стадия развития (А.П. Дыбан, 1975)	Стадия																								
	11-я		12-я		13-я		14-я		15-я		16-я		17-я		18-я		19-я		20-я						
Срок развития эмбрионов сутки/часы рс	8/0	8,6	8/12	8,18	9/0	9,6	9/12	9,18	10/0	10,6	10/12	10,18	11/0	11,6	11,12	11,18	12/0	12,6	12/12	12,18	13/0	13,6	13,12	13,18	
Количество самок, гол.	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	Всего 76
Количество эмбрионов	13	16	16	14	7	10	7	14	10	8	11	6	18	16	15	10	14	16	14	16	12	7	6	6	Всего 277
Всего исследовано 277 эмбрионов																									

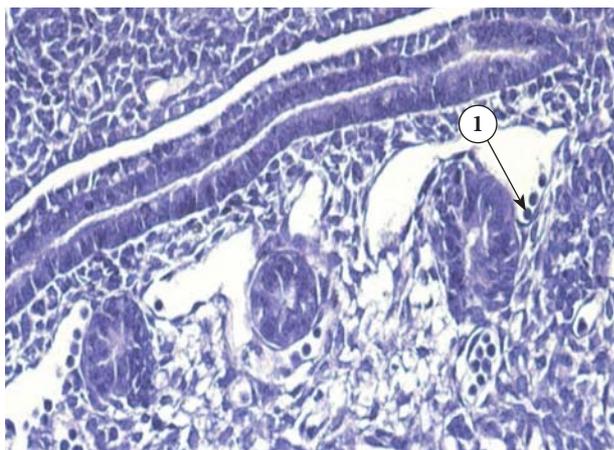


Рис. 1 – Первичная почка зародыша сирийского хомяка, 15-я стадия, 10 сут. 6 час. рс: 1 – гомологи почечных телец в виде васкуло-проксимотубулярных контактов. Окраска: гематоксилин и эозин. Ув.: об. 20, ок 5

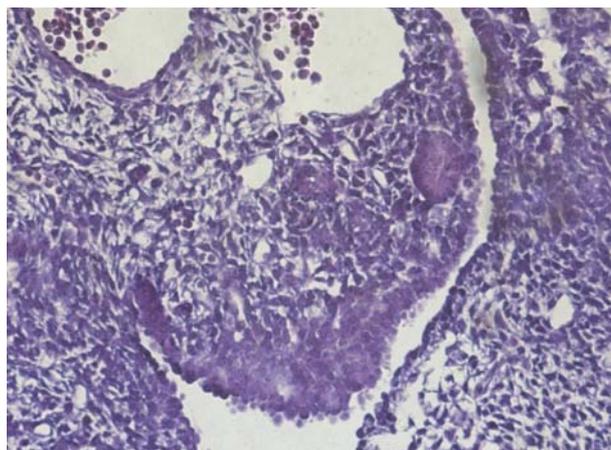


Рис. 2 – Зародыш сирийского хомяка, 16-я стадия, 10 сут. 18.00 рс. Первичная почка. Закладка половой железы. Мезонефрально-гонадный комплекс. Окраска: гематоксилин и эозин. Ув.: об. 20, ок 5

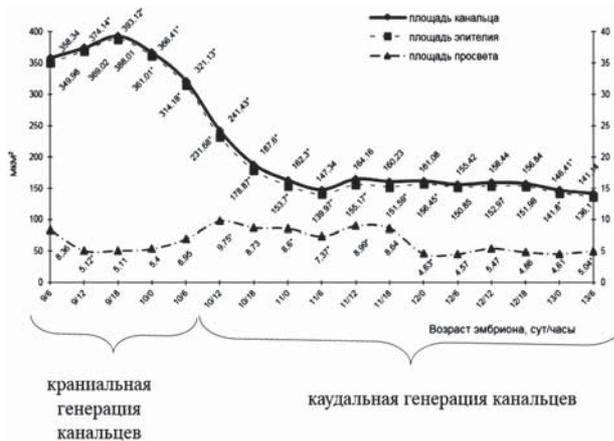


Рис. 3 – Динамика показателей площади проксимальных канальцев, просвета канальцев и эпителия в мезонефросе у сирийских хомяков в эмбриогенезе

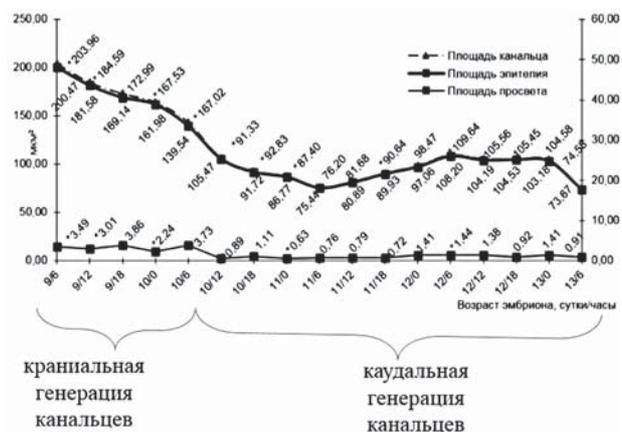


Рис. 4 – Динамика показателей площади дистальных канальцев, просвета канальцев и эпителия в мезонефросе у сирийских хомяков в эмбриогенезе

Краниальная и каудальная генерации мезонефронов различаются уровнем взаимодействия с мезонефральным протоком. Генерация краниальных мезонефронов взаимодействует с мезонефральным протоком, генерация каудальных мезонефронов не соединяется.

Морфогенез гомологов почечных телец в форме васкуло-проксимотубулярных и мезенхо-проксимотубулярных контактов во многом соответствует формированию нефростомы при развитии мочевых канальцев первичной почки у ананний.

Сосудистый гломерулярный компонент не формируется, мезонефроны проходят цикл морфогенеза целомодуктов, повторяя один из вариантов эволюционирования механизмов органотипической дифференцировки промежуточной мезодермы.

**Вывод.** В результате проведенного исследования установлено, что весь жизненный цикл первичной почки в эмбриогенезе у сирийского хомяка

соответствует этапам: I – закладка и начальная дифференцировка (13–16-я стадии); II – дифференцировка и структурно-функциональная активность канальцев (17–19-я стадии); III – инволютивные изменения (20-я стадия) (табл. 1). Мезонефральные канальцы являются структурно-функциональными единицами первичной почки – мезонефронами. В первичной почке сирийского хомяка (*Mesocricetus auratus*) формируются гомологи мезонефральных телец, представляющие собой, вероятно, один из филогенетических вариантов почечных телец. По нашему мнению, гомологом мезонефрального тельца являются васкуло-проксимотубулярные и мезенхо-проксимотубулярные контакты мезонефральных канальцев. Сосудистый компонент мезонефронов представлен капиллярами, участвующими в формировании гомологов мезонефральных телец, а также формирующими перитубулярную капиллярную сеть, взаимодействующую по всей длине мезонефральных канальцев.

В целом мезонефроны первичной почки эмбрионов сирийского хомяка (*Mesocricetus auratus*) характеризуются своеобразным строением, которое можно обозначить как мезонефроны метанефридиального типа.

### Литература

1. Соловьёв Г.С. Дивергентная теория эволюционирования тканей академика Н.Г. Хлопина и дивергенция органогенеза при формировании провизорных структур / Г.С. Соловьёв, В.Л. Янин, С.М. Пантелеев [и др.] // Вопросы морфологии XXI века. Выпуск 5. Сборник трудов: «Гистогенез, реактивность и регенерация тканей» / под ред. И.А. Одинцовой, С.В. Костюкевича. СПб.: Издательство ДЕАН, 2018. С. 53–64.
2. Янин В.Л. Сравнительная структурная характеристика первичной почки у млекопитающих / В.Л. Янин, Г.С. Соловьёв, С.А. Гольцман [и др.] // Актуальные вопросы современной фундаментальной и клинической медицины: матер. науч.-практич. конф., посвящ. 80-летию медицинского профессионального образования в ХМАО-Югре и 20-летию со дня основания Ханты-Мансийской государственной медицинской академии // Научный медицинский вестник Югры. 2014. № 1–2 (5–6). С. 246–250.
3. Янин В.Л. Структурные особенности нефронов первичной почки грызунов / В.Л. Янин, С.А. Гольцман, Ю.В. Алексеева [и др.] // Морфология. 2014. Т. 145. № 3. С. 233.
4. Дыбан Л.П. Лабораторные млекопитающие: мышь *Mus musculus*, крыса *Rattus norvegicus*, кролик *Oryctolagus cuniculus*, хомячок *Cricetus griseus* / Л.П. Дыбан, В.Ф. Пучков, В.С. Баранов [и др.] // Объекты биологии развития. М.: Наука, 1975. С. 505–567.
5. Рекомендации комитетам по этике, проводящим экспертизу биомедицинских исследований. Женева, 2000.
6. Детлаф Т.А. Объекты биологии развития. М.: Наука, 1975. 571 с.
7. Саркисов Д.С., Перов Ю.Л. Руководство по гистологической технике. М.: Медицина, 1996. 242 с.
8. Семченко В.В. Гистологическая техника: учеб. пособие. 3-е изд., доп. и перераб. / В.В. Семченко, С.А. Барашкова, В.Н. Ноздрин [и др.]. Омск–Орел: Омская областная типография, 2006. 290 с.
9. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. Руководство. М.: Медицина, 1990. 384 с.
10. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999. 459 с.