

Ахмедова С.М., Миршаратов У.М.

Гистологическое строение сердце крысят в ранних этапах онтогенеза

Самаркандский государственный медицинский институт, г. Самарканд

Akhmedova S.M., Mirsharapov U.M.

Histological structure of rat heart in early stages of ontogeny

Резюме

Целью нашей работы являлось, выявления особенностей морфогенеза в постнатальном онтогенезе, изучение гистологическое строение разные отделов и оболочек сердце крысят на 1-22 сутки после рождения. Объектом исследования послужило сердце 50 крысят на 1, 6, 11, 16, 22 сутки после рождения. Отмечается чередование периодов ускоренного и замедленного увеличения темпа роста толщины предсердие и желудочков. Толщина эндокарда и эпикарда возрастает менее значительно. Темп роста толщины миокарда желудочков наблюдается у крысят 6 и 16 дневногo возраста. Структурные преобразования происходят благодаря росту самого организма. Особенностью строения и топографии микрососудов сердца является их распределение по ходу кардиомиоцитов и взаимосвязь с волокнистыми структурами соединительной ткани кардиомиоцитов.

Ключевые слова: сердце крысят, постнатальный онтогенез, кардиомиоциты, волокнистая структура предсердие и желудочков

Summary

The aim of our work is to identify features of morphogenesis in postnatal development, the study of the histological structure of different departments and membranes of rat heart at 1-22 days after birth. The object of the study was the heart of the 50 rats at 1, 6, 11, 16, 22 days after birth. Notes alternating periods of acceleration and deceleration of the growth rate increasing thickness of the atria and ventricles. Endocardial and epicardial thickness increases significantly less. The growth rate of the thickness of the ventricular myocardium were observed in rats 6 and 16 days of age. Structural changes occur due to the growth of the organism. Feature of the structure and topography of microvessels heart is their distribution in the course of cardiomyocytes and the relationship with fibrous connective tissue structures of cardiomyocytes.

Key words: rat heart, postnatal ontogenesis, cardiomyocytes, fibrous structure atria and ventricles

Введение

Анализ последних данных показывает, что сердечно-сосудистая патология остаётся основной причиной смертности во всех развитых мира [1,2,3,5]. Сердце наиболее часто подвергается патологическому воздействию эндогенных и экзогенных раздражителей, в результате чего происходит не только нарушение ее функции, но и развиваются различные патологические процессы во всем организме.

Сердце животных и человека может приспособляться и изменяться в зависимости от образа жизни и общей нагрузки на организм [7]. Возрастное строение сердца имеет определенное значение в раскрытии некоторых патологических процессов, развивающихся в нем.

Также в патогенезе многих заболеваний сердечно-сосудистой системы ведущую роль играет соединительно-тканый компонент миокарда, он является наиболее динамичным компонентом в сердце в процессе

морфогенеза и патогенеза [4,6,8]. Поэтому глубокое и всестороннее изучение строения стенок сердца и его соединительно-тканый компонент, является актуальным и обоснованно определило выбор направления наших исследований. Сердце крысы является удобной моделью для экспериментального исследования, а также получить достаточное количество материала для изучения.

Цель исследования - выявления особенностей морфогенеза и изучение гистологического строение разные отделов и оболочек сердце крысят в раннем постнатальном онтогенезе.

Материалы и методы

Изучены сердце 50 крысят на 1, 6, 11, 16, 22 сутки после рождения. В каждой возрастной группе исследованы сердце 10 крысят. Животные содержались в стандартных условиях вивария при t 21-22°C и естественном световом дне на обычном рационе. Экспериментальные

Таблица 1. Показатели толщины слоев боковой стенки предсердий сердца контрольных животных, в мкм

Сроки опытов	Левое предсердие				Правое предсердие			
	Общее	Эндокард	Миокард	Эпикард	Общее	Эндокард	Миокард	Эпикард
Новорожденные	67,03±1,9	9,7±0,4	48,43±1,6	8,6±0,4	33,5±1,45	8,5±0,6	17,5±1,12	7,5±0,5
6 дней	69,9±2,87	11,4±0,23	49,7±2,54	8,8±0,23	37,5±0,68	9,6±0,21	19,6±0,76	8,3±0,22
11 дней	84,7±2,67*	13,5±0,32	60,8±2,64*	10,4±0,43	42,8±1,76	11,4±0,43*	21,6±0,18	9,8±0,12
16 дней	96,4±2,44	14,7±0,16	70,1±1,76*	11,6±0,13	50,7±1,54	12,8±0,14	27,2±0,14*	10,7±0,14
22 дня	116,5±3,24*	17,5±0,43	85,6±2,43	13,5±0,13	60,4±2,34	14,9±0,12*	32,9±0,27	12,6±0,06

* - P<0,01 достоверность по сравнению с предыдущим сроком

(M±m), мм, n=10

исследования проводились в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных». Забой крысят выполняли под эфирным наркозом. После вскрытия грудной и брюшной полостей материал фиксировали в 12% растворе нейтрального формалина, затем выделяли сердце. После фиксации сердце изымалось, и промывалось в течение 1-х суток в проточной воде. После проводили орган по спиртам возрастающей концентрации. Затем орган делили на предсердие и желудочки, и заливали в парафин. Из парафиновых блоков были приготовлены гистологические срезы толщиной 8-10 мкм. Применена окраска срезов гематоксилином и эозином, методами Ван-Гизона, Вейгерта и импрегнация по методу Фути в модификации Н.А. Юриной. Морфометрические измерения толщины стенки предсердия и желудочков выполнены с помощью окулярной линейки при увеличении микроскопа об.90,ок.7. Обработка математических данных проводилась с использованием прикладных программ Microsoft Excel 2010 в разделе описательной статистики, определения стандартных отклонений, средней арифметической M, средней ошибки относительных величин m. Достоверными принимались данные при P< 0,05.

Результаты и обсуждение

Стенка предсердий сердце крысят характеризуется неравномерной толщины. Анализ таблицы показывает, что толщина левого и правого предсердия за весь период исследования возрастает постепенно. В 6-дневном возрасте у крысят прирост толщины стенки левого и право-

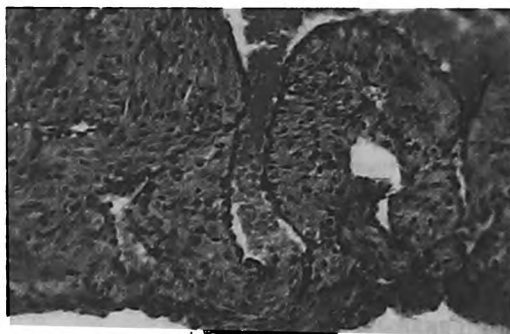


Рис.1. Эндотелиальные клетки стенки левого предсердия сердца крысы 6-дневного возраста контрольной группы. Ув: ок.10, об.20.

го предсердия по сравнению с новорожденными равен 14% и 11%. В 11-дневном возрасте по сравнению с 6-дневными крысятами прирост толщины левого предсердия 21% и правого предсердия 14%. У 16-дневных крысят 18% и 13%. Темп прироста толщины левого и правого предсердия у крысят 22-дневного возраста увеличивается почти одинаково и составляет 20% и 19%. Толщина эндокарда левого и правого предсердия неодинакова во всех сроках онтогенеза, больше в левом предсердии, меньше в правом (таблица 1).

Эндокард предсердий сердца крысят представлен одним слоем эндотелиальных клеток. Ядра эндотелиальных клеток имеют округлую форму (рис 1). В эндокарде предсердий пучки коллагеновых волокон имеют различную плотность расположения. Пучки волокон соединительной ткани, залегающие ближе к просвету предсердий расположены рыхло, пучки, залегающие рядом с миокардом предсердий более плотно прилегают друг к другу. И они переплетаются с пучками волокон соединительной ткани из внутреннего слоя кардиомиоцитов миокарда предсердий. Толщина пучков коллагеновых волокон в эндокарде колеблется от 5,7 мкм до 7,6 мкм. В эндокарде толщина пучков эластических волокон варьирует от 3,8 до 7,6 мкм. Ретикулярные волокна на протяжении эндокарда предсердий имеют различную плотность расположения. Они переплетаются с ретикулярными волокнами из соединительнотканых прослоек, находящихся между пучками кардиомиоцитов внутреннего слоя миокарда предсердий.

Миокард предсердия крысы представлен двумя слоями кардиомиоцитов. Он состоит из поверхностно продольно расположенных, и глубокого циркулярно направленных мышечных слоев. Пучки кардиомиоцитов, залегающие рядом с эндокардом изменяют направление и располагаются косо. В наружном слое пучки кардиомиоцитов располагаются продольно. В миокарде предсердий граница между слоями кардиомиоцитов слабо выражена. Они прилегают друг к другу. На всем протяжении миокарда пучки кардиомиоцитов в слоях изменяя направление проникают друг в друга.

Кардиомиоциты предсердия окружены пучками волокнистых структур соединительной ткани. В миокарде предсердий в зависимости от участка выявляется их различное направление. Во внутреннем слое миокарда пучки коллагеновых волокон залегают в циркулярном направлении между пучками кардиомиоцитов. В глубине внутреннего слоя миокарда волокнистая структура соединительной ткани изменяют направление и распо-

Таблица 2. Показатели толщины слоев боковой стенки желудочков сердца контрольных животных, в мкм

Сроки опытов	Серия опытов	Левый желудочек							
		Верхняя часть				Нижняя часть			
		Общее	Эндокард	Миокард	Эпикард	Общее	Эндокард	Миокард	Эпикард
Новорожденные	Левый желудок	675,9±12,23	14,8±0,74	645,5±12,4	15,6±0,14	918,7±14,8	43,6±1,8	885,1±12,9	15
	Правый желудок	320,5±7,54	15,4±0,53	290,3±7,44	14,8±0,62	385,65±6,78	16,15±0,61	355,25±7,23	14
6 дней	Левый желудок	862,6±5,84	17,1±1,10	828,2±6,63	17,3±0,72	1046,53±1,13	20,9±1,13	1008,91±1,14	16
	Правый желудок	383,2±7,08	17,9±1,03	349,2±7,29	16,2±0,42	431,89±1,12	18,24±1,2	397,88±1,12	15
11 дней	Левый желудок	990,6±5,6*	19,6±1,06	952,1±5,3	19,0±0,75	1278,7±1,22	24,7±1,18	1234,2±1,22	19
	Правый желудок	425,7±3,7*	20,3±0,5*	387,7±3,3	17,7±0,85	519,36±1,23	21,66±1,15	479,08±1,20*	18
16 дней	Левый желудок	1209,8±10,75	22,0±0,71	1167,3±11,42*	20,5±0,84	1473±1,15*	27,93±1,13	1423,03±1,15*	22
	Правый желудок	493,2±12,38	23,4±0,85	450,7±12,4	19,2±1,04	596,81±1,14*	24,32±1,12	552,16±1,15*	20
22 дня	Левый желудок	1468,3±9,23	24,9±0,57	1421,0±8,56	22,4±0,89	1796,58±	33,24±1,19	1737,68±1,22	25
	Правый желудок	574,3±20,38	26,8±0,82	523,7±20,25	23,8±1,37	718,98±1,20	28,31±1,16	667,87±1,21*	21

* - P<0,01 достоверность по сравнению с предыдущим сроком

(M±m), мм, n=10

лагаются перпендикулярно по отношению к эндокарду предсердия. На периферии наружного мышечного слоя соединительнотканые пучки изменяют направление из продольного на косое и переплетаются с пучками из эпикарда. На границе наружного и внутреннего слоев миокарда предсердий наблюдается участки, где переплетаются волокнистые структуры соединительной ткани. Толщина пучков коллагеновых волокон между пучками кардиомиоцитов колеблется от 5,7 до 11,4 мкм. Толщина пучков эластических волокон от 3,8 мкм до 11,4 мкм. Ретикулярные волокна в миокарде предсердий залегают в соединительнотканых прослойках между пучками кардиомиоцитов. Ретикулярные волокна располагаются по ходу кардиомиоцитов, образуя петли различной формы и величины. Большая плотность ретикулярных волокон выявляется между пучками кардиомиоцитов внутреннего слоя предсердия.

Изучение строения стенки межпредсердной перегородки показало, что перегородка образована стенками обоих предсердий.

В эпикарде предсердий пучки эластических волокон залегают рыхло по сравнению с пучками коллагеновых волокон. В эпикарде предсердий толщина пучков коллагеновых волокон колеблется от 5,7 до 7,6 мкм, толщина пучков эластических волокон варьирует от 3,8 до 7,6 мкм. Ретикулярные волокна в эпикарде предсердий расположены более плотно.

Эндокард желудочков состоит из продольно направленных пучков коллагеновых волокон. Выявляется места, где продольно залегающие пучки коллагеновых волокон переплетаются друг с другом. Пучки волокон соединительной ткани расположенные ближе к миокарду желудочков переплетаются с пучками волокон соединительной ткани, находящихся между пучками кардиомиоцитов внутреннего слоя миокарда.

Толщина пучков коллагеновых волокон эндокарда желудочков колеблется от 5,7 мкм до 11,4 мкм. Пучки эластических волокон эндокарда желудочков залегают рыхло по сравнению с пучками коллагеновых волокон. У пучков волокон, прилегающих к миокарду желудочков возрастает плотность расположения. Толщина пучков эластических волокон желудочков колеблется от 5,7 до 9,5 мкм. Ретикулярные волокна в эндокарде желудочков расположены близко друг к другу (рис 2).

Миокард желудочков сердца представлен 3 слоями кардиомиоцитов. Наружный, субэпикардиальный слой содержит кардиомиоциты, формирующие продольные пучки, в среднем слое обнаруживаются циркулярно направленные пучки, внутренний субэндокардиальный слой, содержащий слабо косо ориентированные пучки кардиомиоцитов. Наружный и внутренний продольно направленные слои принадлежит обоим желудочкам. Поверхностно расположенные волокна охватывают оба желудочка равномерно. Внутренние пучки волокон по мере приближения к эндокарду приобретают более косое направление и переходят в сосочковые мышцы. Средний циркулярный слой принадлежит только одному из желудочков. Изучение направление пучков волокон миокарда желудочков показало, что циркулярно направленный слой имеет не всегда четкую ориентацию. Пучки волокон среднего слоя на передней стенке желудочков направлены косо отклоняется в сторону эндокарда. Между слоями кардиомиоцитов миокарда желудочков граница слабо выражена. Они плотно прилегают друг к другу. В среднем слое пучки кардиомиоцитов располагаются циркулярно. Пучки кардиомиоцитов залегающие у внутреннего слоя миокарда меняют направление из продольного на косое.

В приграничных участках со средним слоем миокарда в наружном слое часть пучков кардиомиоцитов на-

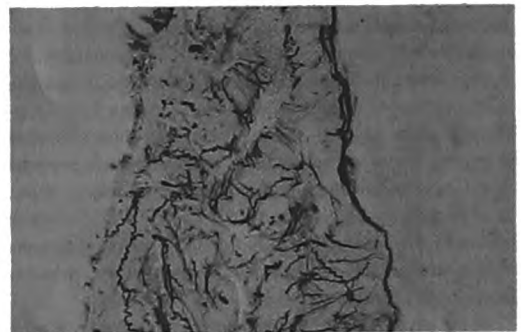


Рис. 2. Ретикулярные волокна эндокарда боковой стенки левого желудочка 6 дневного возраста контрольной группы. Импрегнация азотнокислым серебром по Футу в модификации Юриной. Ув: ок.10,об.20.

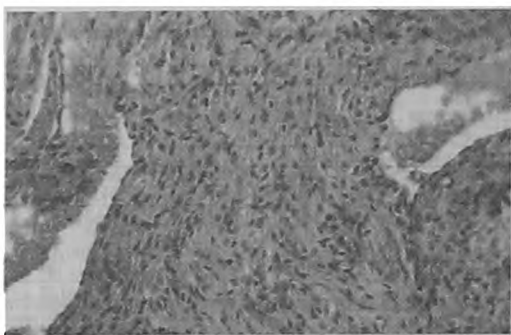


Рис. 3. Межжелудочковая перегородка сердце крысы 6 дневной крысы контрольной группы. Окраска: гематоксилином и эозином. Ув: ок.10, об.20.

чинают менять направление из продольного на косое. В левом желудочке не выявляется значительная разница в толщине слоев кардиомиоцитов.

Внутренний слой миокарда состоит из параллельно расположенных пучков кардиомиоцитов, идущих параллельно с эндокардом. Наружный слой миокарда имеет рыхлое и пучкообразное строение, в нем кардиомиоциты расположены в разных направлениях. В среднем слое миокарда левого желудочка сердца пучки кардиомиоцитов расположены перпендикулярно по отношению к внутреннему слою. В центре кардиомиоцитов имеется овальной формы ядро, в количестве 1-2. Ядро кардиомиоцитов находится в центре клетки, а миофибриллы по периферии. В правом желудочке пучки кардиомиоцитов в слоях миокарда похожие миокарду левого желудочка. Но в отличие от левого желудочка в миокарде правого желудочка толщина циркулярного слоя кардиомиоцитов в 2-3 раза тоньше, чем толщина продольных слоев кардиомиоцитов. Ядро кардиомиоцитов отличались удлиненной формой. Местами в среднем слое миокарда обнаруживаются артериолы. В наружном слое миокарда имеется большое количество венул с разнообразной формой.

В миокарде желудочков сердца в зависимости от участка пучки коллагеновых волокон имеющие разные направления. На верхушке сердца пучки коллагеновых волокон направлены косо, часть пучков коллагеновых волокон меняет направление из косого на продольное. Во внутреннем слое миокарда пучки коллагеновых волокон залегают в продольном направлении отделяя пучки кардиомиоцитов друг от друга. В среднем слое миокарда между пучками кардиомиоцитов коллагеновые волокна формирует пучки, имеющие циркулярное направление. В наружном слое миокарда пучки коллагеновых волокон залегают косо между пучками кардиомиоцитов. Толщина пучков коллагеновых волокон в миокарде желудочков варьирует от 7,6 мкм до 13,3 мкм.

Ретикулярные волокна в миокарде желудочков имеют разное направление в зависимости от его слоя. Во внутреннем слое ретикулярные волокна залегают продольно, в области верхушки сердца они переплетаются с ретикулярными волокнами из наружного слоя миокарда сердца. В среднем слое миокарда ретикулярные волокна между

пучками кардиомиоцитов располагаются в циркулярном направлении. В наружном слое миокарда желудочков ретикулярные волокна залегают косо, в области верхушки сердца возрастает плотность их расположения. Ретикулярные и эластические волокна вокруг пучков кардиомиоцитов образуют сеть различных размеров и формой. Направление пучков соединительных волокон зависит от направления кардиомиоцитов. Они окутывают отдельные мышечные пучки, образуя петель различной формы и величины. В миокарде пучки ретикулярных и эластических волокон направлены по ходу пучков кардиомиоцитов.

Межжелудочковая перегородка состоит из двух продольных и одного циркулярного слоя. Продольные слои слева и справа формируются из соответствующих продольных слоев обоих желудочков, а средний циркулярный слой образуется за счет циркулярного слоя левого желудочка сердца (рис 3).

В миокарде желудочков встречаются артериолы, капилляры, венулы и синусоиды. Артериолы в этом возрасте характеризуются тонкой внутренней оболочкой, отчетливо выраженной средней оболочкой и слабо выраженной наружной оболочкой. Внутренняя оболочка артериолы представлена ядрами эндотелиальных клеток округлой формой, они находятся на незначительном расстоянии друг от друга. Четко выраженная средняя оболочка состоит из циркулярно направленных пучков мышечных волокон. Они образуют два слоя. Наружная оболочка образована рыхлой волокнистой тканью, в ней различаются адвентициальные клетки. Толщина внутреннего диаметра колеблется от 9,5 до 15,2 мкм, а в среднем $11,7 \pm 0,6$ мкм.

Венулы миокарда в большинстве случаев представлены синусоидами различного диаметра и разной формой. Стенка венул представлена эндотелиальными клетками, которые находятся на большом расстоянии друг от друг. Мышечный слой венул слабо развит. Толщина венул колеблется от 15,7 до 20,5 мкм. Синусоиды миокарда имеют удлиненную, овальную или неправильную формы. Синусоиды встречаются в подэпикардальном слое. Стенка синусоидов состоит из одного слоя эндотелиальных клеток. В большинстве случаев эндотелиальных клетки удлиненной формы.

Стенка капилляров представлена эндотелиальными клетками. Ядра эндотелиальных клеток округлые и овальной формой. Они находятся на незначительном расстоянии друг от друга. Толщина внутреннего диаметра капилляров имеет толщину от 5,7 до 11,4 мкм, в среднем $9,3 \pm 0,6$.

В эпикарде желудочков сердца пучки коллагеновых и эластических волокон залегают продольно, и имеют большую плотность расположения, чем пучки коллагеновых и эластических волокон эндокарда. В эпикарде желудочков толщина пучков коллагеновых волокон варьирует от 5,7 мкм до 11,4 мкм, пучки эластических волокон имеют толщину от 5,7 мкм до 9,5 мкм. В эпикарде желудочков ретикулярные волокна расположены продольно.

Анализ таблицы показывает, что толщина нижней части желудочка всегда преобладает над верхней части. Толщина правой стенки желудочков всегда меньше чем

правая сторона. Возрастание толщины стенки более всего происходит на 6 и 16 сутки после рождения, их прирост составляет в левом желудочке 27% и 22%, а в правом желудочке 19% и 15%. На 11 сутки прирост толщины снижается до 14% левого желудочка, а правого 11%. На 22 сутки после рождения прирост толщины левого и правого желудочка составляет 21 и 16 % соответственно.

Выводы

1. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что к моменту рождения у белых крыс сердце полностью не дифференцированы, их развитие продолжается после рождения.

2. В миокарде кровеносные сосуды направлены по ходу пучков кардиомиоцитов. Сосуды окружены паравазальными пучками соединительной ткани. Различие диаметра внутриорганных сосудов в стенках левого и правого желудочков почти нет.

3. Поверхностно расположенные волокна охватывают левый и правый желудочек равномерно. Внутренние пучки волокон миокарда по мере приближения к эндокарду приобретают более косое направление и переходят в трабекулы и сосочковые мышцы. Средний слой состоит из циркулярно направленных пучков кардиомиоцитов, которые принадлежит только одному из желудочков. ■

Ахмедова Сайёра Мухамедовна - старший научный сотрудник-соискатель (докторант) кафедры анатомии, гистологии, цитологии, эмбриологии и ОХТА Самаркандского государственного медицинского института, Миришарпов Уткир Миришарпович - д.м.н., профессор кафедры анатомия человека Ташкентской медицинской Академии, г. Самарканд; Автор, ответственный за переписку - Ахмедова Сайёра Мухамедовна, Республика Узбекистан, город Самарканд, массив Сат тепо дам 45, кв 39. sayyora-76@mail.ru.

Литература:

1. Ахмедова С.М. Морфологическая характеристика развития стенок сердца крысят. Наука и мир. 2015; 1(7): 85-87.
2. Бокерия О.Л., Ахобеков А.А. Внезапная сердечная смерть: механизмы возникновения и стратификация риска. Анналы аритмологии. 2012; 3: 5-13.
3. Болдуева С.А., Шабров А.В., Лебедев Д.С. и др. Прогнозирование и профилактика внезапной кардиальной смерти у больных, перенесших инфаркт миокарда. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2008; 7(3): 56-62.
4. Горбунов А.А. Соединительнотканый компонент миокарда: новый этап изучения давней проблемы. Морфология. 2007; 4:6-12.
5. Курбанов Р.Д., Муллабаева Г.У., Киличев А.А., Кеворкова Ю.Г., Сайфитдинова Н.Б. Эффективность ивабрадина в лечении больных Q-волновым инфарктом миокарда. Кардиология Узбекистана. 2014; 3: 11-16.
6. Лебединец А.Н., Волошин Н.А., Чутин С.В. Динамика структурных компонентов сердца крыс в постнатальном периоде после внутриутробного воздействия антигенов различной природы. Патология. 2011; 2: 43-45.
7. Чиркова Е. Н. Морфология сердца и его внутренних структур млекопитающих разных экологических групп (диссертация). Оренбург 2009.
8. Michela N.F. Inform the Heart: Control of Cardiomyocyte Cycling and Size by Age-Dependent Paracrine Signals. Developmental Cell. 2009; 16: 161.