

мощью своих отростков, формируя тем самым узкие каналы для прохождения капилляров. При этом между эпителиальной мембраной и капиллярами находится периваскулярное пространство, заполненное тканевой жидкостью и содержащее лимфоциты, макрофаги, плазматические и жировые клетки, фибробласты, форменные элементы крови. В результате формируется гематотимусный барьер, между тканевыми структурами тимуса и кровеносным руслом органа.

Согласно литературным данным, именно он препятствует проникновению антигенов, но, в то же время, является проницаемым для клеток лимфоидного ряда. Считается, что такая избирательная проницаемость гематотимусного барьера связана с отсутствием окружающей кровеносные сосуды базальной мембраны.

### Выводы

Таким образом, тимусу принадлежит ведущая роль в регуляции популяции Т-лимфоцитов.

Тимус является открытой системой в связи с миграцией клеток в субкапсулярной зоне и мозговом веществе. Поэтому максимальные возрастные изменения происходят именно в этих компонентах долек. Степень изменения параметров тимуса, а также изменение его клеточного состава коррелируют с возрастом животных.

### Литература

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. /Москва: Медицина. – 1990. – 384 с.
2. Забродин В. А., Толстенкова Е. С., Юрчинский. В. Я. Анатомия лимфоидной, лимфатической системы и эндокринных желёз. [Текст] /Учебное пособие: Смоленск: изд-во СГМА. – 2011. – 64с.
3. Кветной И. М. Нейроиммуноэндокринология тимуса / И. М. Кветной, А. А. Ярилин, В. О. Полякова, И. В. Князьки. СПб.: ДЕАН, 2005. - 160 с.
4. Наумова, Е. М. Влияние АКТГ на местный нейромедиаторный гомеостаз тимуса / Е. М. Наумова, В. Е. Сергеева, С. А. Ястребова // Здоровоохранение Чувашии. 2005. - № 2. - С. 44-50.
5. Юрчинский В. Я. Возрастные изменения корково-мозгового индекса тимуса позвоночных животных и человека / В. Я. Юрчинский, В. А. Забродин // Журнал теоретической и практической медицины. Воронеж: ВГМА. - 2011. - С. 131-132.
6. Юрчинский В. Я. Сравнительный анализ тимуса позвоночных животных / В. Я. Юрчинский, В. А. Забродин // Морфология. - т. 133. - № 2. - 2008. - С. 161
7. Ярилин А.А. Морфофункциональная характеристика структур тимуса при экспериментальной тестэктомии. //Автореф. к.м.н. – Саранск. – 2009. – 139 с.

## Формирование внутрижелудочковых образований сердца человека в эмбриогенезе

\*А. Р. Ромбальская<sup>1</sup>, Е. Г. Адамович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный медицинский университет, Минск

<sup>2</sup>Институт физиологии Национальной академии наук Республики Беларусь, Минск

\*Corresponding author: E-mail: rombalskaya@rambler.ru

### The form of the element's of the internal surface of the human cardiac in embryogenesis

A. Rambalskaya, Y. Adamovich

The aim this study was to establish the origins of the form and structure of the elements from the internal surface of the human cardiac in embryogenesis. We studied the section of 60 human's embriones, 6-70 parietococcygeal in length, and didn't discover the divide of myocardium ventricles on the external, middle or inner layers. From this we concluded that bundles of cardiomyocytes form not only carneal trabecules, but papillary muscles as well. This article describes the circle of the trabekular network of cardiac ventricles in the early stages of embryogenesis, and puts forward a theory regarding the bond of direction carneal trabecules in structure of trabekular network with stages of development and structure of cardiac pipe, from in the heart is formed.

**Key words:** embryogenesis, heart, human, carneal trabecules, papillary muscles.

Целью настоящего исследования является установление источников формирования структурных элементов внутренней поверхности сердца человека в эмбриогенезе. Нами были изучены срезы 60 эмбрионов человека от 6-70 мм теменно-копчиковой длины. Не было выявлено факта деления миокарда желудочков на наружный, средний

и внутренний слой. Это означает, что пучки кардиомиоцитов формируют не только карнеальные трабекулы, но и папиллярные мышцы. Циркулярная трабекулярная сеть желудочков сердца на ранних стадиях была нами описана и мы склонны предполагать, что направление карнеальных трабекул при формировании трабекулярной сети связано со стадиями закладки, развития и структуризации сердечной трубки.

**Ключевые слова:** эмбриогенез, сердце, человеческий, карнеальные трабекулы, папиллярные мышцы.

### **Актуальность темы**

Строение и развитие сердца в эмбриогенезе человека интересовало и интересует до сих пор не только эмбриологов и анатомов, но и клиницистов, так как в настоящее время распространены и доступны методы точной топической диагностики [6, 8]. В медицинскую практику широко внедрены ультразвуковые методы исследования и методы эхокардиографии, с помощью которых можно достаточно полно и детально изучить рельеф внутренней поверхности желудочков сердца и внутрижелудочковых образований еще в утробе матери [3]. Установление наличия и строения внутрижелудочковых образований сердца человека на определенных этапах эмбриогенеза позволит вовремя заподозрить и избежать многих, участвовавших в последнее время, сердечно-сосудистых заболеваний, даст возможность спрогнозировать их течение, создать методы лечения и профилактики, снизить инвалидизацию.

Цель работы – установить источники формирования, исследовать строение мясистых трабекул, сосочковых мышц и сухожильных нитей, их взаимосвязь со створками атриовентрикулярных клапанов и между собой в раннем эмбриогенезе человека [1, 4, 5, 7].

### **Материал и методы**

Для установления источников формирования сосочковых мышц и мясистых трабекул изучены серии сагиттальных, фронтальных и поперечных срезов толщиной 20 мкм 60 зародышей человека от 6 до 70 мм ТКД (теменно-копчиковой длины) из эмбриологической коллекции кафедры нормальной анатомии Белорусского государственного медицинского университета. Серийные срезы исследовались с помощью микроскопа МБС-2, МБИ-3 и на аппаратно-программном комплексе «Bioskan».

### **Результаты исследования и их обсуждение**

**В литературе нет единого мнения по поводу деления миокардиальных пучков на слои [6]. По данным L. G. Oliveros и соавт. (1969), стенка левого желудочка состоит из спиралеобразных расходящихся и восходящих пучков [14]. Другими авторами описывается 3 слоя миокарда: наружный, средний и внутренний [2]. Однако этими же авторами выделяется единый массив миокарда, пучки которого идут в указанных направлениях, при этом миокард не разделяется выраженными соединительнотканными прослойками на отдельные слои.**

Рядом исследователей показано, что в строении миокарда сердца нет слоистости, а обнаруживается единый мышечный массив [9, 10, 13]. На гистологических срезах определяется единый массив пучков миокарда, меняющих свое направление. Миокард желудочков состоит из пучков кардиомиоцитов, ориентированных в 3-х направлениях: субэпикардальные в продольном, средние в циркулярном, субэндокардиальные – в продольном. Субэндокардиальные продольные пучки миокарда желудочков образуют мясистые трабекулы и сосочковые мышцы. По мнению Куртусунова Б. Т [4], образование мясистых трабекул происходит из глубокого слоя миокарда. По данным ряда авторов трабекулы формируются из среднего слоя миокарда и проникают в полость желудочков в виде тяжей, язычков и валиков [1, 5, 7].

Изучив строение сердца на серийных срезах эмбрионов человека, мы не нашли в миокарде расположения пучков кардиомиоцитов с формированием отдельных слоев. Мы считаем, что кардиомиоциты и пучки, ими образованные, по своему ходу переплетаются, имея в определенных участках миокарда соответствующую ориентацию, формируя массив миокарда и мясистые трабекулы, которые в свою очередь, участвуют в образовании сосочковых мышц. Это значит, что не только мясистые трабекулы образованы пучками кардиомиоцитов из всех участков миокарда, но и сосочковые мышцы. Таким образом, по-нашему мнению, выделять наружный (поверхностный), средний и внутренний (глубокий) слои миокарда, вряд ли обоснованно, тем более что нет выраженных границ между составляющими миокард частями.

Уже в эмбриогенезе (эмбрионы 11-13 мм ТКД) мы можем наблюдать расположение миокардиальных пучков в составе различных образований сердца (сосочковых мышцах, мясистых трабекулах) таким образом (продольно, поперечно, спиралеобразно), чтобы в дальнейшем при работе сердца и выполнении им огромной нагрузки обеспечить достаточную мышечную силу и надежность для адекватного функ-

ционирования этого органа. Важен и тот факт, что пучки имеют различную длину, что обеспечивает преимущество в их функционировании.

При исследовании сердец плодов человека 3-5 и 7-9 месяцев внутриутробной жизни, новорожденных и взрослых отмечается постепенное возрастание количества сухожильных нитей, прикрепляющихся к желудочковой поверхности створок митрального клапана [11]. У плодов первой половины внутриутробной жизни этими же авторами описаны непосредственные (без помощи сухожильных нитей) прикрепления верхушек сосочковых мышц к краю створок митрального клапана, чего у новорожденных уже не наблюдалось.

Как и вышеупомянутые авторы, мы наблюдали связь сосочковой мышцы непосредственно со створкой атриовентрикулярного клапана (эмбрионы 16-17 мм ТКД). Вместе с тем выявили и другие особенности этой связи. Существует следующая закономерность: со свободным краем створки сосочковая мышца связывается непосредственно (плотно примыкает к створке), а с желудочковой поверхностью створки – с помощью мышечных перемычек (будущих сухожильных нитей), отходящих преимущественно от средней и верхней трети сосочковой мышцы.

В литературе нет детального описания ярусов трабекулярной сети сердца в эмбриогенезе, и мы подчеркиваем, что уже на ранних этапах эмбриогенеза (эмбрионы 14-15 мм ТКД) формируются признаки, характерные для дефинитивного состояния. Большее количество ярусов трабекулярной сети в левом желудочке (преимущественно 5) по сравнению с правым (преимущественно 3), что особенно выражено у эмбрионов 16-17 мм ТКД.

По данным литературы [7, 12] на ранних стадиях развития зародыша на вентрикулярной поверхности предсердно-желудочковых клапанов в течение определенного времени присутствует довольно значительное количество сердечной мускулатуры, которая соединяется с трабекулами стенок желудочков. В процессе развития клапаны истончаются. С их вентрикулярных поверхностей исчезает сердечная мускулатура, а мышечные трабекулы, которые были прежде прикреплены к развивающимся створкам клапанов, замещаются фиброзными образованиями. Те части трабекул, которые соединены со стенкой желудочка, остаются и образуют сосочковые мышцы. С нашей точки зрения трабекулы, образующие трабекулярную сеть, имеют определенную ориентацию и формируют ярусы. Далее мясистые трабекулы, выпячиваясь в полость желудочка и сливаясь друг с другом, преимущественно на уровне средней трети желудочка, формируют сосочковые мышцы, непосредственно связанные со створками атриовентрикулярных клапанов, имеющих в своем составе мышечный компонент (эмбрионы 11-13 мм ТКД). По мере увеличения размеров сердца створки и мышцы отдаляются друг от друга и между ними формируются тяжи – будущие сухожильные нити (эмбрионы 18-19 мм ТКД). Помимо этого, сухожильные нити возникают непосредственно из мясистых трабекул. Они отделяются от трабекулярной сети и прикрепляются к створкам предсердно-желудочкового клапана. В процессе демускуляризации мышечная ткань в трабекулах, сухожильных нитях и створках атриовентрикулярных клапанов замещается соединительной тканью и внутрижелудочковые образования по своему строению приближаются к дефинитивному строению (эмбрионы 24-28 мм ТКД).

По нашим наблюдениям на сагиттальных срезах сосочковых мышц мышечные пучки, расположенные по периферии, имеют продольное направление, идут навстречу друг другу к верхушке мышцы (эмбрионы 65-70 мм ТКД). Сосочковые мышцы возникли из дугообразно выпячивающихся мясистых трабекул и в своей толще на всем протяжении имеют дугообразное или поперечное расположение пучков кардиомиоцитов. Этот факт указывает на то, что разная длина пучков кардиомиоцитов обеспечивает преимущество и большую силу в работе сосочковой мышцы, необходимые для регулирования работы створок атриовентрикулярного клапана.

## Выводы

1) В формировании мясистых трабекул участвуют кардиомиоциты всего массива миокарда, а не только его внутренней части. Кардиомиоциты и пучки, ими образованные, по своему ходу переплетаются, имея в определенных участках миокарда соответствующую ориентацию, формируя массив миокарда и мясистые трабекулы.

2) Установлено и описано ярусное строение трабекулярной сети у эмбрионов, начиная с 14 мм ТКД. В левом желудочке количество ярусов трабекулярной сети больше, чем в правом (в левом желудочке чаще всего их 5, в правом – 3). В обоих желудочках наиболее выражен ярус, находящийся ближе всего к полости желудочка. Ярусы расположены друг над другом, мясистые трабекулы в них ориентированы в различных направлениях, но преимущественно спиралеобразно.

3) Описаны способы формирования СМ: путем слияния расположенных рядом МТ за счет дугоо-

бразного направления их навстречу друг другу и путем дугообразного выпячивания МТ краниально в полость желудочка.

4) Установлено 6 стадий в формировании внутрижелудочковых образований сердца человека в эмбриогенезе:

- 1) Сетевидного расположения пучков кардиомиобластов – 6–8 мм ТКД;
- 2) Формирования мясистых трабекул и сосочковых мышц – 9–13 мм ТКД;
- 3) Ярусного строения трабекулярной сети – 14–17 мм ТКД;
- 4) Мышечных тяжей – будущих сухожильных хорд – 18–23 мм ТКД;
- 5) Демускуляризации – 24–64 мм ТКД;

6) Окончательного формирования и близкого по строению к дефинитивному состоянию внутрижелудочковых образований (мясистых трабекул, сосочковых мышц, сухожильных хорд) сердца человека – 65–70 мм ТКД.

### Литература

1. Большая медицинская энциклопедия в 35 томах, гл. ред. Бакулев А.Н., М: Советская энциклопедия, 1963, Т. 29, С. 842.
2. Большая медицинская энциклопедия в 30 томах АМН СССР, гл. ред Петровский Б.В., М: Советская энциклопедия, 1984, Т. 23, С. 447.
3. Галанкин В.Н. Об особенностях папиллярно-трабекулярного аппарата желудочков в норме и при гипертрофии, Архив патологии, 1972, Т. 34, № 9, С. 30–35.
4. Куртусунов Б.Т. Характеристика сосочковых мышц сердца на этапах пренатального онтогенеза человека. Микро- и макроморфология, Межвузовский сборник научных работ, Саратов: Саратовский медицинский институт, 1995, С. 115–117.
5. Михайлов С.С. Клиническая анатомия сердца, М.: Медицина, 1987, С. 13–18, 136.
6. Новиков И.И. Сердце и сосуды, Минск: «Наука и техника», 1990, С. 11.
7. Пэттен Б.М. Эмбриология человека, М.: Медгиз, 1959, С. 650.
8. Фомин А.М., Габаин Л.И. Топография и параметры межтрабекулярных пространств желудочков сердца человека и некоторых лабораторных животных, Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1987, № 12, С. 23–29.
9. Becker A.E., Caruso G. Myocardial disarray. A critical review. - Brit. Heart J., 1982, vol. 47, № 6, p. 527–538.
10. Greenbaum R.A., Ho S.V., Gibson D.S. Left ventricular fibre architecture in man. - Brit. Med. J., 1981, vol. 45, № 3, p. 248–263.
11. Grzybiak M., Szostakiewicz H. Kształtowanie się połączeń mięśni brodawkowatych z zastawką dwudzielną serca w rozwoju osobniczym i rodowym, Monogr., podr., skr. AWF Poznaniu. Ser. monogr., 1981, № 199, p. 63–68.
12. Hamilton W.J., Boud J.D., Mossman H.W. Embriologia humana, La Habana, Ed. Revolucionaria, 1967, p. 165–206.
13. Lev M., Simkins C.S. Architecture of the human ventricular myocardium, technique for study using a modification of the Mall-MacCallum method. - Lab. Invest., 1956, vol. 5, p. 396–409.
14. Oliveros L.G., Guasp. F., Ortiz G.R. Architecture fonctionnelle myocardique du ventricule gauche. - C. R. Ass. Anat., 1969, vol. 142, p. 948–960.

## Особенности морфофункциональной организации мышц головы, имеющих различную иннервацию

Л. А. Смирнова, И. О. Благонравова, А. А. Медведева, Н. В. Блинова, В. М. Калиниченко

ГБОУ ВПО Тверская ГМА Минздравсоцразвития России, Тверь, Россия  
Corresponding author: E-mail: pal37@mail.ru

### Features of morphofunctional organization of the muscles of the head having different innervations

L. A. Smirnova, I. O. Blagonravova, A. A. Medvedeva, N. V. Blinova, V. M. Kalinichenko

Considered dependence of these muscles of the head their functions and nerve supply. It was discovered that muscles of the head having different histochemical composition, perform different functions. At the same time, the same nerve and performing the same functions may have identical, histochemical composition.

**Key words:** lateral pterygoid muscle, levator veli palatini muscle, tensor veli palatini muscle, palatopharyngeal muscle.

Исследована зависимость гистохимического профиля мышц головы от их функции и иннервации. Выявлено, что мышцы, имеющие различный гистохимический профиль, выполняют различные функции. В то же время,