

УДК 599.731.1:591.412-18

## ГИСТОГЕНЕЗ СОЕДИНИТЕЛЬНОТКАННЫХ СТРУКТУР СЕРДЦА СВИНЬИ ДОМАШНЕЙ В ПРОЦЕССЕ АНТЕНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Сообщение II

Г. Г. Павлов

(Институт ревматизма АМН СССР)

Развитие соединительнотканной стромы и системы кровоснабжения миокарда описано в работах Беннета (Bennet, 1936), К. П. Рябова (1954), Н. П. Садовской (1958), Б. Н. Клосовского и В. А. Ермаковой (1966), В. К. Коха и Л. М. Непомнящих (1967), В. К. Коха (1968), Г. Г. Павлова и Г. В. Орловской (1968), Г. Г. Павлова (1968, 1969, 1973)\* и др. Однако систематического описания гистогенеза соединительнотканых структур сердца и анализа процесса их развития в зависимости от происхождения нет. Вместе с тем изучение гистогенеза соединительнотканых структур сердца, в т. ч. и структур эпимиокардиального происхождения, позволяет понять некоторые филогенетические и онтогенетические закономерности органогенеза сердца, например закономерности трехэтапного становления системы кровоснабжения сердца, а также некоторые органоспецифические особенности соединительнотканых структур миокарда. Еще большее значение эти вопросы приобретают при изучении характера патологических изменений соединительнотканых структур сердца.

### Результаты исследований \*\*

Развитие сосудов и стромы миокарда. Типичных капилляров в миокарде трехнедельных эмбрионов свиньи нет. Кровяные элементы — ядерные эритроциты представлены в виде скоплений между миобластическими структурами и не отделены от них какой-либо отчетливой клеточной выстилкой (рис. 1, 1). По-видимому, эти структуры являются морфологическим выражением самого первого этапа кровоснабжения эмбрионального сердца, когда кровь, содержащая ядерные формы эритроцитов, циркулирует между миобластами, а сосудистое русло не дифференцировано. В то же время во многих участках миокарда имеются уплощенные вытянутые клетки с темными овальными ядрами, непосредственно прилегающие к миобластам и выстилающие узкие щелевидные полости, которые заполнены форменными элементами крови (рис. 1, 2). Такие структуры развивающегося сердца отражают второй этап развития кровоснабжения миокарда, когда миобласты обеспечиваются кровью через систему своеобразных сосудистых русел — синусоидов\*\*\*. Клетки, выстилающие синусоиды, можно считать эмбриональным эндотелием.

\* Список литературы приведен в сообщении I, опубликованном в «Вестнике зоологии» № 2 за 1973 г.

\*\* Материал и методика исследований описаны в сообщении I.

\*\*\* Синусоиды впервые описал Минот (Minot, 1900), а в сердце эмбрионов свиньи их детально изучил Беннет (1936).

Начиная с четвертой-пятой недели антенатального развития в миокарде начинают выделяться капилляры с узким просветом, стенки которых образованы плотно прилегающими друг к другу эндотелиальными

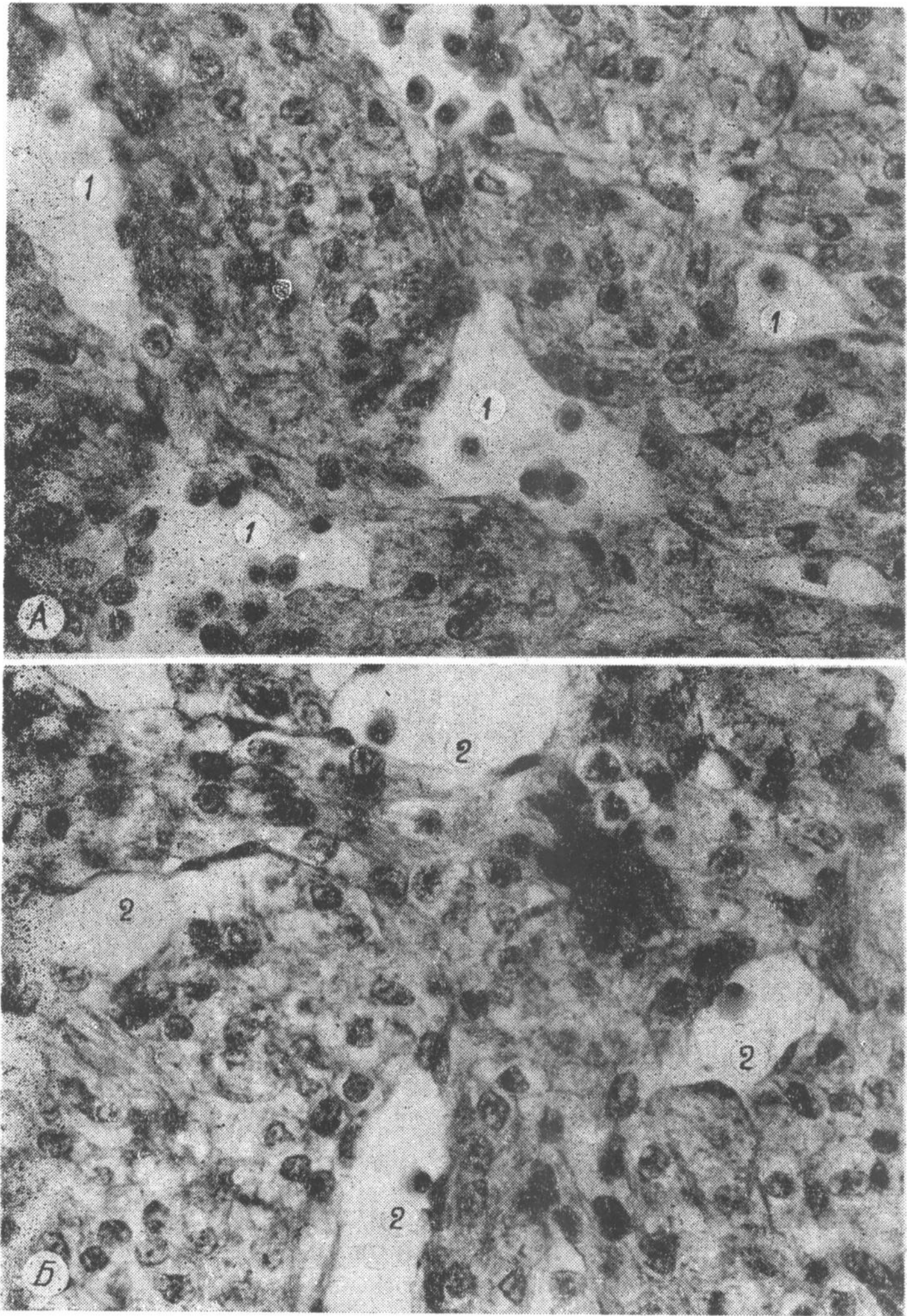


Рис. 1. Сердце  $2\frac{1}{2}$ -недельного (16 мм) эмбриона свиньи домашней:

1 — лакуны эмбрионального миокарда (тканевые щели); 2 — синусоиды эмбрионального миокарда (гематоксилин-эозин,  $\times 400$ ).

клетками. Кое-где в миокарде имеются тяжи клеток того же типа, формирующие капиллярные почки. В цитоплазме эндотелия капилляров обнаружены гликоген и пиронинофильный материал.

Более четко развиты капилляры коронарной системы у пятинедельных эмбрионов свиньи, где капилляры постепенно заменяют сосудистые русла типа синусоидов. Особенно интенсивно образу-



ются капилляры в подэпикардиальной зоне миокарда, из которой капиллярные почки вырастают в толщу миокарда. Клетки эндотелия растущих капилляров обладают слабо выраженной  $\gamma$ -метахромазией, что отличает их от соединительнотканых клеток эндокардиального происхождения.

К концу шестой недели развития мышечные клетки приобретают типичный для сердечной мышцы млекопитающих характер. Мышечные волокна имеют тонкую, но четкую поперечную исчерченность. В миокарде

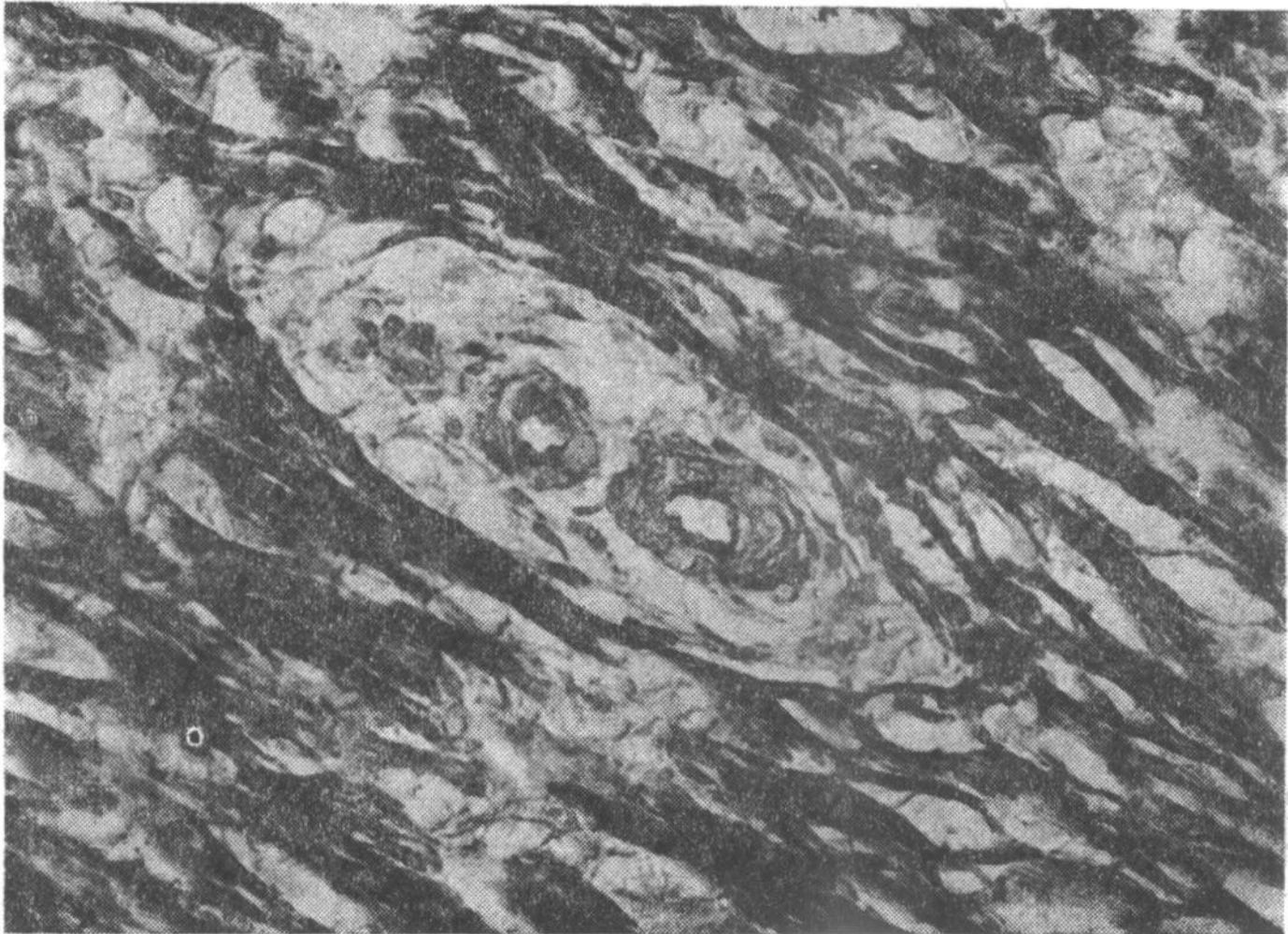


Рис. 2. Коронарные сосуды эмбрионального миокарда сердца 9-недельного (124 мм) эмбриона свиньи домашней (азокармин,  $\times 280$ ).

происходит определенное упорядочение мышечных пучков и соединительнотканых прослоек между ними, при этом развиваются внутрикардиальные коронарные сосуды всех калибров (рис. 2).

В миокарде восьминедельных эмбрионов обнаружены сети интенсивно растущих капилляров и сосуды более крупного калибра (артериолы и венулы, артерии и вены). Сосуды сопровождают соединительнотканые волокна коллагенового типа.

Миокард девятинедельных эмбрионов обильно васкуляризирован, и в нем по направлению мышечных волокон четко различаются три слоя: наружный, средний и внутренний. Формирование соединительнотканного ложа сосудов является характерной особенностью этого периода развития сердца эмбриона. У тринадцатинедельных эмбрионов продолжают формироваться стенки сосудов, сосудистое ложе. Кроме того, в это время происходит объединение артерий и вен в сосудистые пучки.

На конечных этапах периода антенатального развития (от 13-й до 16-й недели) в миокарде четко выделяются три слоя мышечных волокон, хорошо развитые сети мелких капилляров, пронизывающих всю толщу миокарда, а также множество более крупных сосудов типа артерий и вен разного калибра. Сосуды миокарда образуют пучки, вокруг которых уже сформированы сосудистые ложа.

По нашим наблюдениям, в подэпикардиальной зоне миокарда начинает формироваться аргирофильный каркас, волокна которого с самого начала развития сердца расположены среди растущих миобластов. На



ранних стадиях развития здесь выделяются тонкие аргирофильные волокна, которые, оплетая миобласты, в направлении к полостям желудочков становятся толще. Тинкториальные свойства этих волокон свидетельствуют об их ретикулиновой природе (аргирофильность волокон при импрегнации по Футу и Шик-позитивное окрашивание при проведении Шик-реакции).

Волокна коллагенового типа возникают в результате активного развития фибробластов по ходу растущих сосудов. Вначале образуются

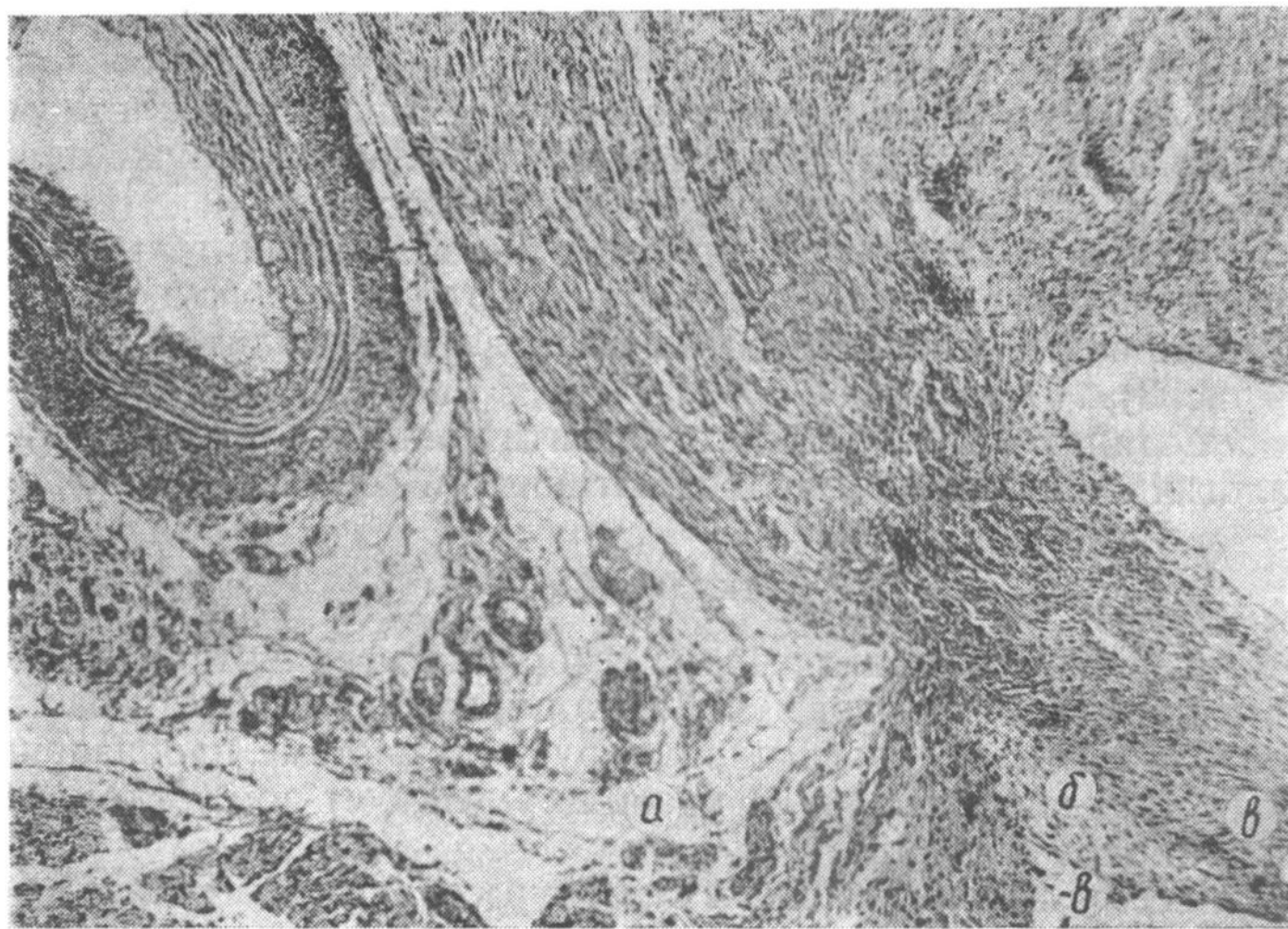


Рис. 3. Рыхлая соединительная ткань и сосуды эпикарда области сердечной талии, проникающие в основание створчатого клапана сердца 16-недельного (246 мм) эмбриона свиньи домашней:

*а* — эпикард области сердечной талии; *б* — основание клапана; *в* — кровеносные сосуды (окраска по Ван-Гизон,  $\times 70$ ).

преколлагеновые волокна (черные при импрегнации по Футу и метакроматические при окраске толуидиновым синим), которые постепенно превращаются в более толстые зрелые коллагеновые волокна (темно-коричневые с лиловым оттенком при импрегнации по Футу).

**Развитие эпикарда.** У трехнедельных эмбрионов эпикард представляет собой четко дифференцированную оболочку, одевающую сердце снаружи. Она состоит из одного непрерывного слоя клеток мезотелия, единичных фибробластов и волокон, окрашиваемых азаном в синий цвет и аргирофильных при импрегнации по Футу. У эмбрионов в возрасте  $3 \frac{1}{2}$  —  $4 \frac{1}{2}$  недель клетки эпикарда отчетливо Шик-положительны и пиронинофильны, коллагеновые волокна имеют вид пучков.

У пятинедельных эмбрионов хорошо развиты сосуды: крупные в области сердечной талии (коронарной борозды), многочисленные артериолы, вены и капилляры в эпикарде и непосредственно под ним в миокарде.

У эмбрионов в возрасте  $6$ — $6 \frac{1}{2}$  недель эпикард становится значительно толще за счет появления рыхлой соединительной ткани под по-

верхностным слоем клеток, которые приобретают характер типичного мезотелия.

В процессе дальнейшего развития эмбриона (8 недель) строение его эпикарда полностью совпадает с таковым развивающейся серозной оболочки. Под поверхностным слоем клеток мезотелия находится рыхлая волокнистая соединительная ткань, в ней имеются крупные фибробласты и пучки коллагеновых волокон. Эти волокна окрашиваются в ярко-синий цвет, по Ван-Гизон — в розовый и при импрегнации по Фугу — в темно-коричневый с лиловым оттенком. Эпикардальная оболочка особенно хорошо развита в области сердечной талии, где находятся коронарные артерии и вены. Эти сосуды окружены формирующейся рыхлой соединительной тканью, богатой активными в обменном отношении клетками. По направлению к верхушке сердца эпикард истончается: это уже один слой мезотелиальных клеток и тонких пучковых волокон.

У 16-недельных эмбрионов клетки рыхлой соединительной ткани, окружающие коронарные сосуды, проникают из области коронарной борозды в основание створчатого клапана, где происходит формирование сосудов (рис. 3).

На всех этапах антенатального развития эпикард сохраняет в принципе аналогичное строение и является типичной серозной оболочкой.

### Заключение

Система кровоснабжения сердца эмбрионов свиньи домашней формируется в три этапа: 1) кровь свободно циркулирует в тканевых щелях между миообластами; 2) кровь циркулирует по системе провизорных сосудистых русел — синусоидов; 3) кровь циркулирует по сосудам дефинитивной коронарной системы.

Клетки соединительнотканых структур сердца эпимиокардиального происхождения в отличие от таковых эндокардиальной закладки не способны к интенсивному мукоидному обмену. По степени интенсивности мукоидного обмена можно судить о происхождении соединительнотканых структур из той или иной закладки сердца.

Поступила 13.X 1970 г.

## HISTOGENESIS OF CONNECTIVE-TISSUE STRUCTURES IN HEART OF *SUS DOMESTICUS* IN THE PROCESS OF ANTENATAL DEVELOPMENT

### Communication II

G. G. Pavlov

(Institute of Rheumatism, Academy of Medical Sciences, USSR)

### Summary

The development of the heart connective-tissue structures of epimyocardiac origin is determined by development of the epicardiac coat systems of heart blood supply and connective-tissue stroma of the myocardium. In the process of antenatal development three methods are manifested for supplying blood to growing myoblasts: blood circulation by tissue slits, sinusoid system and vessels of the definitive coronary system. These systems gradually replace each other.