

*Медицинские науки***ФИЛООНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАЛЛЕЛИ
В МОРФОГЕНЕЗЕ КЛАПАНОВ**

Петренко В.М.

*Санкт-Петербургская государственная
медицинская академия имени И.И. Мечникова
Санкт-Петербург, Россия*

Клапаны (Кл) в сердечно-сосудистой системе распределяются неравномерно и обычно находятся в местах высокой вероятности обратного кровотока. Сосудистое русло является важной, но только частью единой циркуляционной системы многоклеточного организма и переносит межклеточную жидкость в виде лимфы и крови между органами. Другая часть циркуляционной системы лишена собственных клеточных стенок и организует движение тканевой жидкости внутри органов, между клетками. В тканевых каналах давление гораздо ниже, чем в сердце и артериях, но ближе к давлению в капиллярах, где Кл отсутствуют. И в капиллярах, и в тканевых каналах движение жидкостей определяется внешними силами, первично – физиологической активностью клеток, «продуцирующих» тканевую жидкость. Именно ее давление является первичной лимфодвижущей силой. Переход тканевой жидкости в просвет лимфатических капилляров (ЛК) с превращением в лимфу регулируется тонким эндотелием ЛК без базальной мембраны. Подвижные межэндотелиальные контакты функционируют как интрамуральные Кл. Они регулируют отток тканевой жидкости из тканевых каналов в просвет ЛК и препятствуют обратному лимфотоку в тканевые каналы. Подобное происходит и в стенках кровеносных капилляров, но поступление в их просвет крупнодисперсных частиц ограничивает базальная мембрана. Переход от экстра-сосудистой циркуляции тканевой жидкости к кровотоку сопровождается целым рядом структурных изменений в организме. Усиливается клеточный контроль за составом крови (клетки крови) и ее движением (эндотелий и другие клетки сосудистых стенок). Кл всегда располагаются в плоскости, перпендикулярной току крови и лимфы, в т.ч. интрамуральные Кл эндотелия, разделяющего тканевые каналы и микрососуды. Переход интрамуральных Кл в интралюминарные Кл наблюдается по мере удаления от мест лимфообразования и, таким образом, ослабления прямого и ускорения обратного лимфотока в посткапиллярных сосудах.

Сердце пчелы, с моей точки зрения, устроено как лимфатический сосуд (ЛС). Кл его боковых отверстий регулируют ток гемолимфы из перикардиальной (целомической) полости в полость сердца и ограничивают ее обратный ток из сердца. Принципиальное различие в конструкции ЛК и сердца пчелы – разные толщина и сложность строения стенки, что соответствует, оче-

видно, различному давлению как в полости, так и в окружении сосудов. Грудной проток у эмбриона человека 8 нед имеет эндотелиальные стенки, на протяжении содержит два собственных, типичных по локализации, интралюминарных Кл с короткими створками в виде отростков эндотелиоцитов. Лимфатические посткапилляры (ЛПК) I порядка (сетевые – в составе сетей ЛК) имеют эндотелиальные стенки, короткие створки эндотелиальных Кл. В состав стенки надсетевых ЛПК входит соединительная ткань, которая проникает в заслонки Кл. В стенках и Кл ЛС появляются гладкие миоциты. Кл проходят такие же этапы развития в эволюции. Можно предположить: переход Кл из одной плоскости в другую (интрамурального Кл эндотелия ЛК в интралюминарный Кл ЛПК, ЛС) происходит путем выпячивания эндотелиоцитов (интимы) в просвет ЛПК. Это вызвано повторяющимися резкими скачками давления в полости ЛК (гидравлическими ударами), они приводят к чрезмерной и остаточной деформации стенки, образованию и удлинению запасных, окружных складок эндотелия (автофреттирование). Наиболее слабыми местами стенки ЛК и ЛПК представляются подвижные межэндотелиальные контакты и субэндотелиальный слой интимы. В венах, в которых клапаны встречаются реже, межэндотелиальные контакты более стабильны благодаря базальной мембране. У пчелы скачки давления в целомической полости вызываются сокращениями мышц ее стенок, гемолимфа «продавливает» межэндотелиальные контакты и стенку сердца в целом с образованием боковых отверстий и их Кл. Их створки удлиняются и сближаются в полости сердца, формируется составной аксиальный Кл. У позвоночных емкость тканевых каналов несопоставима с емкостью ЛК и ЛПК. Поэтому тканевая жидкость не может обусловить морфогенез боковых отверстий и их Кл в ЛПК и ЛС. Лимфа у позвоночных аккумулируется не в тканевых или межорганных, а в сосудистых полостях – в сетях ЛК. Колебания лимфы под давлением окружающих органов, в т.ч. и сокращающихся мышц, служит источником деформации сосудистых стенок и морфогенеза Кл. Но в этом случае происходит не локальный разрыв (прорыв) стенки, а ее втяжение в сосудистую полость с образованием складки и интралюминарного Кл.

Заключение

Сопоставление строения разных сосудов, анализ полученных результатов позволяют составить лишь самое общее представление о механике морфогенеза Кл в эволюции и онтогенезе сердечно-сосудистой системы как части единой системы циркуляции внеклеточной жидкости, включая тканевую жидкость, лимфу и кровь. Но эта схема отражает соответствие конструкции путей циркуляции межклеточной жидкости (и ее самой) уровню, сложности организации обслуживаемого

политканевого организма и его части. Одним из ее проявлений становится морфогенез Кл разного типа, начиная с подвижного межклеточного контакта барьерной ткани (интрамуральный Кл эндотелия ЛК) с переходом путем ее остаточной деформации к интралюминарным поликлеточным комплексам ЛПК и, в конечном счете, к политканевым конструкциям ЛС (собственно Кл).

Работа представлена на Международную научную конференцию «Фундаментальные исследования», Хорватия, 25 июля - 1 августа 2009 г. Поступила в редакцию 26.10.2009.

МИОАРХИТЕКТОНИКА КЛАПАННЫХ ЧАСТЕЙ ДРЕНАЖНЫХ СОСУДОВ

Петренко В.М.

*Санкт-Петербургская государственная медицинская академия имени И.И. Мечникова
Санкт-Петербург, Россия*

Клапаны ограничивают обратный кровоток и получили наибольшее распространение в лимфатических сосудах, определяя особенности их строения. Лимфатические сосуды образуются в эволюции и онтогенезе позвоночных животных как коллатеральные вены, выключенные из кровотока. Естественно предположить, что принципы строения стенок у вен и лимфатических сосудов совпадают или по крайней мере сходны. В этом случае, детали их структурной организации гораздо легче изучать на примере крупных вен мышечного типа. С целью проверить такую гипотезу мной проведено сравнение строения клапанных частей грудного протока и бедренной вены у человека, белой крысы и собаки.

В клапанной части вены и грудного протока толщина и фибромиоархитектоника стенки подвержены значительной локальной изменчивости. В основании клапана циркулярный мышечный слой утолщается, его пучки приобретают косопоперечную, промежуточную или радиальную (трансмуральную) ориентацию. Внутренняя эластическая мембрана (ВЭМ), особенно поверхностный слой, сильно разрыхляется, фрагментируется и в проксимальном, париетальном секторе клапана исчезает. В него внедряются циркулярный мышечный слой и складчатые пучки толстых коллагеновых волокон. Вместе они формируют пристеночное утолщение клапана – клапанный валик. (Суб)адвентициальный продольный мышечный слой может продолжаться без перерыва над клапаном в проксимальный отрезок сосуда или рассыпаться и сливаться с мышцей клапана. Продольный мышечный слой интимы и ВЭМ из предклапанного отрезка поворачивают в аксиальный сектор клапана (ориентация изменяется на косорадиальную). Поверхностный интимальный или надинтимальный продольный слой миоцитов обычно проходит сквозь утолщение циркулярного мышечного слоя в основании кла-

пана с переплетением разноориентированных пучков. В тонкой створке клапана находится рыхлая мышечная сеть, преобладают поперечные миоциты, продольные чаще встречаются в аксиальном секторе клапана. Около свободного края створки возможна концентрация поперечных миоцитов, параллельных ему. Наибольшее число и размеры миоцитов обнаруживаются в утолщенных боковых краях створок, которые представляют собой расходящиеся как у параболы ветви клапанных валиков. Они срастаются попарно между собой и со стенками сосуда. Комиссуральные мышечные пучки продолжают в его постклапанный отрезок. В тонких латеральных стенках клапанных синусов циркулярный мышечный слой истончается, сливается с (над)интимальным и субадвентициальным слоями продольных миоцитов. Ориентация косопоперечных миоцитов средней оболочки изменяется на промежуточную (45°) и косопродольную. В латеральных стенках клапанных синусов миоархитектоника – сетевидная, с продольно вытянутыми петлями и с «примесью» (косо)продольных пучков. При переходе в постклапанный отрезок вены такой мышечный слой разделяется на 2-3 ветви: 1) прямое продолжение – (над)интимальный продольный слой миоцитов; 2) наружная, трансмуральная ветвь – субадвентициальный мышечный слой средней оболочки и адвентициальный мышечный слой наружной оболочки; 3) внутренняя ветвь – интимальный мышечный слой. Между расходящимися (над)интимальным и (суб)адвентициальным мышечными слоями быстро утолщается циркулярный мышечный слой, с которым может сливаться субадвентициальный слой.

Заключение

Продольно-поперечная, складчатая деформация стенки в клапанной части бедренной вены и грудного протока при колебаниях кровотока сопровождается глубокой перестройкой цитоархитектоники стенки, которая направляет дифференциацию мышечных слоев, прежде всего внутренней и средней оболочек: 1) неравномерный рост смежных по периметру сегментов клапанной части сосуда, в результате латеральные стенки клапанных и аксиального синусов становятся тонкими, а пристеночная часть клапана, ее паритальный сектор утолщается и уплотняется, клапанный валик приобретает зигзагообразную форму; 2) субинтимальный «разрыв» в париетальном секторе клапанного валика (фрагментация ВЭМ), через который циркулярные миоциты средней оболочки и складчатые пучки толстых коллагеновых волокон из наружной оболочки внедряются в основание клапана. Круговая мышца клапанного валика как сфинктер ограничивает растяжение клапанной части при гидравлических ударах, а складки толстых пучков коллагеновых волокон расправляются при расширении клапанных синусов под давлением обратного кровотока.