

находится густая сеть более тонких соединительнотканых волокон и тканевых каналов. Последние объединяют кровеносные и лимфатические микрососуды как «функциональные анастомозы»: соединительнотканые волокна и гидрофильное аморфное вещество как наружная манжетка ограничивают расширение тканевых каналов и направляют потоки разных веществ в микрососуды с разной проницаемостью стенок.

#### **СКЕЛЕТ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ: СТРОЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ**

Петренко В.М.

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

Гемолимфомикроциркуляторное русло (ГЛМЦР) имеет сетевидную конструкцию, в которой можно выделить две постоянные сети: 1) наружная, контурная сеть, она образована пучками магистральных артериол и венул, их крупных ветвей (претерминальные артериолы) и притоков (премагистральные венулы), лимфатических сосудов I порядка и плотным слоем окружающей их соединительной ткани; 2) внутренняя, метаболическая или микрососудисто-волоконная сеть (МСВС), она образована кровеносными и лимфатическими капиллярами, к ним прилежат тонкие пучки соединительнотканых волокон. Метаболические сети лежат в петлях контурной (магистральной) сети ГЛМЦР, между ними проходят промежуточные микрососуды (терминальные артериолы и прекапилляры, посткапиллярные и собирательные венулы), которые имеют разную ориентацию и часто пересекают МСВС. Промежуточная часть ГЛМЦР имеет переменную, полиморфную конструкцию с элементами сетей и сплетений, отличается разветвленно-линейной и комбинированной ангиоархитектоникой. Промежуточные микрососуды окружены более плотными пучками соединительнотканых волокон, чем капилляры. Таким образом элементы промежуточной части ГЛМЦР имеют вид балок (как арматура в железобетоне), отходящих от жесткого контура микрорайонов ГЛМЦР и стабилизирующих (поддерживающих) пластичную метаболическую сеть. Ячейки МСВС заполнены густой, нежной сетью гораздо более тонких соединительнотканых волокон и гидрофильным аморфным веществом, которые формируют стенки тканевых каналов. Метаболические микрососуды с окружающей их рыхлой соединительной тканью, включая тканевые каналы, составляют домен гемоканального метаболизма (ГТМ). Промежуточные транспортные микрососуды соединяют домены ГТМ с магистральными микрососудами. Таким образом, скелет микроциркуляции представлен кольцами плотной соединительной ткани вокруг магистральных микрососудов («капсулы»

микрорайонов ГЛМЦР), от колец отходят «трабекулы» с промежуточными микрососудами, они разветвляются, истончаются и рассыпаются на рыхлую соединительную ткань в «паренхиме» микрорайонов ГЛМЦР – доменах ГТМ, ячейках МСВС. Скелет микрорайона ГЛМЦР и домена ГТМ, помимо опорной функции, может выполнять регуляторную функцию – играть роль наружной манжетки для метаболических микрососудов и тканевых каналов: ограничивать «растекание» тканевой жидкости (из ячеек МСВС) и выдавливать ее из тканевых каналов, направляя в метаболические микрососуды с разной проницаемостью стенок. Видимо, кровеносные капилляры с более толстыми и плотными стенками находятся ближе к тканевым каналам ячеек МСВС, лимфатические капилляры и посткапилляры располагаются кнаружи от них, хотя положение тех и других микрососудов весьма изменчиво. Сеть кровеносных капилляров нередко оплетает лимфатический капилляр или посткапилляр, как это бывает в кишечной ворсинке. Особенно тесная взаимосвязь обнаруживается между тканевыми каналами и лимфатическими капиллярами. Последние лишены базальной мембраны, а в их эндотелий вплетаются стропные филаменты, идущие от окружающих коллагеновых волокон, т.е. из стенок тканевых каналов. В результате тканевые каналы через межэндотелиальные промежутки могут сообщаться с полостью лимфатических капилляров. Подвижные межэндотелиальные контакты как внутристеночные микроклапаны регулируют движение тканевой жидкости, ограничивая ее обратный ток в интерстиций. Стропные филаменты связаны с наружной створкой микроклапана, удерживая ее от пролабирования в полость капилляра, при скоплении избыточной тканевой жидкости (увеличении тканевого давления) внутренняя створка микроклапана отодвигается внутрь полости, таким образом открывается межэндотелиальный контакт. Кроме того, стропные филаменты, оттягивая (удерживая) стенку лимфатического капилляра, препятствуют его коллапсу при наводнении аморфного вещества соединительной ткани, что также является необходимым условием оттока (фильтрации) избыточной тканевой жидкости в полость лимфатического капилляра (лимфообразования). Клетки соединительной ткани, в т.ч. тучные, могут регулировать движения компонентов домена ГТМ. Микроциркуляция, а кровоток в наибольшей мере (по градиенту давлений), оказывает моделирующее влияние на фиброархитектонику стромы микрорайона ГЛМЦР, вплоть до включения организуемой соединительной ткани в состав сосудистой стенки. В ячейках МСВС бессосудистая рыхлая соединительная ткань содержит разноориентированные тонкие волокна, которые утолщаются и складываются в тонкие пучки около метаболических микрососудов. Уплотнение и укрупнение пучков волокон в околососудистой соединитель-

ной ткани продолжается вокруг и в стенках промежуточных и контурных (магистральных) транспортных микрососудов. Сосудистая соединительная ткань характеризуется упорядочиванием в размещении, ориентации волокон в сочетании с плотной их упаковкой, особенно в наружной и внутренней эластических мембранах, в утолщающихся пучках коллагеновых волокон наружной оболочки. Гисто- и морфогенез мягкого скелета микроциркуляции на разных уровнях организации ГЛМЦР напоминает переход костной ткани от грубоволокнистой к пластинчатой, губчатой и компактной.

### **ЗАКОЛЬЦОВЫВАНИЕ МИКРОСОСУДОВ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ**

Петренко В.М.

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

Ангиоархитектоника сосудистого русла очень вариабельна – линейная, разветвленно-линейная, сетевидная (сплетениевидная) и комбинированная. При описании сосудистых сетей и их формирования обычно говорят о (коллатеральных) сосудах и их анастомозах, о соединении смежных сосудов разным способом и т.п. О закольцовывании сосудов как пути формировании сосудистых сетей и кольцевых сосудах обычно не пишут. Но отмечают прямолинейный ход артерий и извилистый у вен. Между тем сосуды, как любой орган и его части, не имеют постоянную (только прямую, цилиндрическую или четковидную) форму. Она может быть также древовидной, петлевидной, кольцевидной или иной.

Закольцовывание микрососудов приобретает массовый характер в случае формирования сетей. В гемомикроциркуляторном русле (ГМЦР) брыжейки они постоянно определяются на I (блоковом) и III (микрорайонном) уровнях структурной организации – метаболические сети капилляров и контурные, распределительные сети магистральных артериол и венул. На II (модульном) уровне закольцовывание часто охватывает собирательные венулы с образованием венулярных сетей (сплетений), что, очевидно, способствует выполнению ими депонирующей функции. Круговые терминальные артериолы встречаются редко, за исключением мышц (сетевой тип микроциркуляции), где артериолы и венулы окружают мышечные пучки, а между ними находятся сети капилляров, центральные каналы и анастомозы – типичные модули ГМЦР с разветвленно-линейной конструкцией, но в трехмерном варианте: пластинка микрорайона ГМЦР и перивазальной соединительной ткани сворачивается в цилиндр вокруг мышечного пучка, причем этот

процесс относится к каждому звену модуля. Закольцовывание терминальных артериол в плоской брыжейке, по-видимому, функционально невыгодно, поскольку сопровождается торможением притока крови в метаболические блоки и, следовательно, ухудшением трофики тканей. Поэтому также редко встречаются кольцевые модули ГМЦР. В этом случае резко сужаются и вообще исключаются прямые, капиллярные связи между метаболическими блоками кольцевого модуля и соседних обычных модулей, а следовательно ухудшается перераспределение крови в капиллярных сетях микрорайона. С этой точки зрения, модули ГМЦР можно разделить на два вида – закрытые и открытые. И явно преобладают открытые модули, а закрытые, кольцевые модули встречаются редко. Пример кольцевых артериол в мышцах указывает на возможную специфичность их функции. Закольцовывание капилляров (их не всегда полные петли вокруг сети тканевых каналов) способствует стабильности и реактивности гемотканевого метаболизма. Такой же процесс охватывает магистральные микрососуды, которые выполняют исключительно транспортную функцию. Их закольцовывание (не всегда полное) способствует стабильности притока крови во все части капиллярной сети и ее оттока из них путем перераспределения в контурной сети между соседними магистральными микрососудами. В промежуточной части микрорайона эта цель достигается путем отхождения нескольких терминальных артериол от контура микрорайона по всему его периметру, их ветвления и анастомозирования. Для дренажного звена этот механизм оказывается недостаточным, происходит закольцовывание собирательных венул, что можно объяснить более низким кровяным давлением в венулах и меньшим содержанием в их стенках миоцитов. ГМЦР как двухъярусная сеть возникает в результате магистральной капиллярной сети в три этапа: 1) первичная радиальная (транссетевая), центробежная магистрализация приносящих и выносящих микрососудов; 2) ветвление магистралей и образование их анастомозов; 3) вторичная радиальная (транссетевая), центробежная магистрализация приносящих и выносящих микрососудов в контурных петлях формирующихся микрорайонов ГМЦР, в т.ч. – магистральный капилляр центрального канала, а затем – артериоло-венулярный анастомоз. Иначе говоря, когда III (микрорайонный) уровень ГМЦР приобретает строение контурной, распределительной сети, от нее отходят радиальные ветви в капиллярные сети и возникает II (модульный) уровень ГМЦР. Петли контурной сети окружают фрагменты капиллярной сети, на которые ее разделяют магистрализующиеся микрососуды. Растущая нагрузка на капиллярную сеть внутри контурной петли (кольца) микрорайона ГМЦР сопровождается неравномерной и гетерохронной магистрализацией приносящих и выносящих модульных микрососудов.