

манов. Только после оформления региональных лимфатических коллекторов (разрушения их межщелевых перегородок – антигены) начинается заселение лимфоцитами стромальной закладки любого лимфоидного органа, в т.ч. тимуса (около яремного мешка) и селезенки (около селезеночного ствола).

**СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ДИСТАНТНОГО ТРАНСПОРТА ВЕЩЕСТВ  
В МНОГОКЛЕТОЧНОМ ОРГАНИЗМЕ.  
МИКРОЦИРКУЛЯТОРНЫЙ ОТДЕЛ**

Петренко В.М.

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

В основе жизнедеятельности животных лежит циркуляция жидкостей разного состава. Ее организуют белки и их комплексы. Они образуют скелет межклеточных пространств, неклеточные стенки тканевых каналов. Эндотелиоциты составляют клеточные барьеры между тканевой жидкостью и кровью. По мере увеличения давления крови эндотелий уплотняется и утолщается. Его окружает рыхлая соединительная ткань, которая также постепенно уплотняется и входит в состав сосудистой стенки. Она дифференцируется на разножесткие слои: тонкий субэндотелиальный слой остается рыхлым, поскольку продолжает испытывать размывающее действие диффузионных токов полостной жидкости. Скорость диффузии быстро падает в сосудистой стенке и ее наружные слои продолжают увеличиваться в толщине и плотности. Последними дифференцируются гладкие миоциты: средняя (мышечная) оболочка ограничивает относительное смещение внутренней и наружной оболочек (сдвиговую деформацию) сосудистой стенки при ее растяжении под давлением крови. Сети соединительнотканых волокон разного вида пронизывают все тело животного, разделяя все его внутреннее пространство между пограничными тканями (эпителиями, мезотелиями, эндотелиями) на полиморфные компартменты: в петлях неоднородных сетей, кроме фибробластов, находятся гладкие миоциты, тучные и другие клетки. Их физиологическая активность определяет состав межклеточных жидкостей и скорость их циркуляции в организме по интегральному градиенту давлений (онкотического, осмотического, гидростатического, механического), который возникает по градиенту физиологической активности клеток, тканей, органов. Таким образом изменяется степень натяжения соединительнотканых волокон, в том числе в толще и на протяжении сосудистых стенок, и возникает избыток тканевой жидкости, который фильтруется в просвет лимфатических капилляров (образование лимфы – первичная лимфодвижущая сила как поршень тканевого насоса в кор-

нях лимфатического русла). Таким же образом нарастает механическое давление наружной манжетки тканевого насоса (тургор перивазальных тканей, воздействие сокращающихся мышц) на стенки лимфатических капилляров и сосудов. Если энергия тканевого насоса (экстравазальных факторов) оказывается недостаточной для организации пассивного лимфооттока из органов, то включаются механизмы сократительной активности лимфатических сосудов: накапливающаяся в их полостях лимфа вызывает растяжение их стенок и деформацию цитолемм гладкомышечных клеток, что индуцирует их сокращение. Итак, циркуляция веществ происходит по межклеточным пространствам, которые оформляются в тканевые каналы и, наконец, продолжают в сосуды разного типа. Особым этапом в такой многоуровневой циркуляции оказывается гемотканевой метаболизм (ГТМ). Переход веществ из микрососуда через эндотелий в тканевые каналы и обратно происходит на территории микрорайонов гемолимфомикроциркуляторного русла (ГЛМЦР), где преобладают метаболические микрососуды и окружающая их рыхлая соединительная ткань. Для обозначения такого микрососудисто-тканевого комплекса я предлагаю термин «домен ГТМ». Транспортные сосуды объединяют многочисленные домены ГТМ в единую органную и межорганную системы ГТМ. Конфигурация ГЛМЦР, его микрорайонов и доменов ГТМ определяется строением васкуляризуемых участков. Наиболее простые они в брыжейке: между двумя пластинами мезотелиев находится пластинка рыхлой соединительной ткани, пронизанная сетью микрососудов. Полный орган можно представить как свернутую в трубку пластину, которая имеет более сложное строение, чем брыжейка: его стенка разделена мышечными пластинками, слоями на слои и оболочки с разным строением, что приводит к морфогенезу многослойного ГЛМЦР с усложнением общей конструкции интраорганного сосудистого русла в результате наложения ГЛМЦР наружных слоев на транспортные сосуды, идущие из внутренних слоев стенки органа. Разрастание железистого эпителия, образование складок, ворсинок, крипт, ацинусов и долек приводят к адекватной деформации ГЛМЦР и доменов ГТМ. Домены имеют сетевидное строение. Лимфатические посткапилляры «подвешены» на тонких пучках соединительнотканых волокон и кровеносных капилляров, которые формируют петли микрососудисто-волоконной сети (МСВС). Их могут дублировать (петли) лимфатических капилляров. Петли МСВС имеют разные форму (округлую, овальную, полигональную и др.), строение (замкнутые, разомкнутые и др.), положение, по-разному упакованы (рыхлая или компактная). В петли МСВС входят ветви прекапилляров, из них выходят посткапиллярные вены (блоки метаболических микрососудов в составе «функционального модуля» ГЛМЦР). Внутри петель МСВС

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-