

лируют кровотоков на протяжении цепи последовательно взаимосвязанных сосудов.

### О ФИЗИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ ТИМУСА И СЕЛЕЗЕНКИ

Петренко В.М.

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

Тимус и красный костный мозг рассматриваются как первичные лимфоидные органы, а селезенка относится ко вторичным лимфоидным органам. Но по строению красный костный мозг и селезенка – не чисто лимфоидные, а смешанные кроветворные органы, а тимус, по происхождению и строению, – лимфоэпителиальный орган. Все три органа не участвуют в организации лимфооттока из других органов. Красный костный мозг и тимус служат источником лимфоцитов для остальных лимфоидных органов, а селезенка «очищает» кровь.

Тимус и селезенка впервые появляются уже у круглоротых (миноги), когда еще нет лимфатической системы, а наблюдаются множественные венозные синусы, на месте которых у рыб появляются первые лимфатические сосуды. Тимус и селезенка миноги по своему строению далеки от состояния самостоятельных анатомических образований. Прimitивная селезенка представляет собой скопления лимфоцитов в связи с венозными синусоидами в области спирального клапана кишки. Эта лимфоидная ткань регрессирует в процессе метаморфоза. У хрящевых рыб находят типичные тимус и селезенку, лимфатические сосуды.

До сих пор наиболее разработанным вопросом в механике развития лимфоидных органов остается морфогенез лимфоузла: в расширяющийся просвет эмбриональных лимфатических коллекторов вместе с их эндотелиальной стенкой инвагинируют прилежащие кровеносные сосуды с более толстыми стенками. В межсосудистой соединительной ткани инвагинации постепенно накапливаются лимфоциты. Сходным образом можно представить морфогенез лимфоидных узелков и бляшек (комплекс кровеносных и лимфатических микрососудов с интимными взаимоотношениями – противоточная гемолимфоциркуляторная система). Эпителиальные зачатки тимуса происходят из III и IV жаберных карманов и щелей, которые омываются амниотической жидкостью (антигенная стимуляция?). В эти же сроки (4-5 нед эмбриогенеза) образуются почки конечностей. Их рост сопровождается разрастанием и деформацией первичного венозного русла в их области (множественные синусоиды – локальные расширения микрососудов), что завершается закладкой яремных лимфатических мешков у эмбрионов 5-6 нед. В дальнейшем зачатки

тимуса опускаются в грудную полость, а в действительности – они значительно увеличиваются в размерах и одновременно, с 6-й нед начинается вычленение шеи эмбриона, которая быстро удлиняется у эмбрионов 7-8 нед. Разрушение части эмбриональных структур, в том числе – межщелевых перегородок в яремных лимфатических мешках, отток обломков в мешки могут служить источником антигенной стимуляции и миграции в очаг клеток крови (макрофагов, лимфоцитов), образования лимфоэпителиальной закладки тимуса на 8-й нед. Нечто подобное происходит в дорсальной брыжейке желудка, где у эмбрионов 5-6 нед описывают закладку селезенки в виде сгущения мезенхимных клеток: так называемые повороты желудка вокруг малой кривизны сопровождаются скручиванием брыжейки и деформацией ее венозных микрососудов, венозные синусоиды расширяются у эмбрионов 7-8 нед. Лимфопоэз в селезенке начинается уже у плодов, как и в зачатках лимфоузлов.

Следовательно, лимфатические пути и лимфоидные образования не исключают друг друга, а кооперируются различным образом для обеспечения гомеостаза организма и составляют лимфоидно-лимфатический аппарат в составе сердечно-сосудистой системы. И этот факт индетерминирован генетически – самой закладкой лимфоидных образований и лимфатических путей на основе и в связи с венами. Лимфатические пути дифференцируются как «модифицированные вены» или, точнее, как выключенная из кровотока коллатеральная часть венозного русла. И в эволюции позвоночных животных, и в их онтогенезе лимфатическая система складывается раньше, чем лимфоидная. Первые лимфоузлы появляются у некоторых видов птиц, тогда как первые лимфатические сосуды регистрируются у хрящевых рыб. В онтогенезе человека и плацентарных млекопитающих животных лимфоузлы формируются на основе лимфатических мешков и сосудов. Красный костный мозг, селезенка и тимус находятся в стороне от магистральных путей транспорта лимфы, в отличие от остальных лимфоидных образований, а в эволюции и онтогенезе их закладки образуются на этапе появления предшественников лимфатических мешков и сосудов. Лимфатическая «непроточность» красного костного мозга, тимуса и селезенки – их характерный признак с момента закладки, когда определяется сгущение мезенхимных клеток около венозных синусов – там, где замедляется ток крови и облегчается ее контакт с перивазальной тканью. Венозные синусоиды на всю жизнь остаются важным структурным компонентом красного костного мозга. Остальные лимфоидные образования возникают в связи с лимфатическими мешками или сосудами. Предшественниками последних служат сливающиеся лимфатические щели, которые, в свою очередь, возникают из обособившихся, отделившихся от первичных вен их венозных кар-

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