

УСТРОЙСТВО ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО СОСУДИСТОГО РУСЛА КАК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА

Петренко В.М.

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

От аорты, главного артериального ствола в теле человека и млекопитающих животных, отходят многочисленные, разного диаметра ветви. К ним присоединяются соответствующие вены. Эти и дочерние пучки кровеносных сосудов направляются ко всем органам и вступают в их стенки (вещество), переходят в пучки кровеносных микрососудов. Их ветви формируют гемомикроциркуляторное русло (ГМЦР). По мере приближения к органам и ГМЦР все чаще встречаются анастомозы между однотипными сосудами. Артериальные и венозные анастомозы могут быть спаренными (единый пучок), а по форме – кольцевидными. Такая тенденция становится закономерной в ГМЦР: его микрорайоны образуются в результате соединения крупных транспортных микрососудов – магистральных артериол и венул их ветвями (притоками), которые идут обычно в одном пучке. Но в процессе дальнейшего ветвления транспортных микрососудов нарастает их дисперсия: терминальные артериолы и собирательные венулы чаще идут раздельно, их разветвления и корни формируют анастомозы (шунты и полушунты), функциональные модули, простые (сети метаболических микрососудов) и комбинированные (с центральным каналом). В составе далеко не каждого микрорайона ГМЦР обнаруживается кольцевидный модуль – спаренные, круговые анастомозы терминальных артериол и вторичных собирательных венул ограничивают участки капиллярных сетей и связанных с ними более мелких артериол и венул. Расхождение терминальных артериол и собирательных венул (дисперсия их пучков), вероятно, способствует оптимальной организации функционального модуля ГМЦР. Он обычно имеет строение «открытой» сети метаболических микрососудов, которая связана с терминальными артериолами и собирательными венулами разного происхождения. Иначе говоря, капиллярные сети соседних модулей переходят друг в друга без резких структурных границ (анастомотические капилляры, реже – центральные каналы, в их составе могут быть магистральные капилляры). Тем самым обеспечивается пластичность и стабильность трансапикалярного кровотока в микрорайоне ГМЦР. Различные, включая кольцевидные, анастомозы транспортных микрососудов оптимизируют юкстакапиллярный кровоток.

Сердечно-сосудистая система устроена как замкнутая круговая система кровеносных сосудов с анастомозами и коллатеральными различной конструкции, в т.ч. лимфатическими. Ана-

стомозов, прямых и не прямых, и коллатералей (параллельных сосудов) особенно много в периферическом сосудистом русле. Непрямые анастомозы (полушунты) «подключены» к тканям: вместе они организуют гистогематический метаболизм. Капиллярная сеть между терминальной артериолой (прекапилляром) и собирательной (посткапиллярной) венулой – типичный дискретный функциональный модуль ГМЦР, имеет строение непрямого артериоло-венулярного анастомоза (полушунта) с разветвленно-линейной конструкцией, дисперсной или частично магистральной (центральный канал в сети капилляров).

Прогрессивное ветвление периферических сосудов происходит под влиянием активно функционирующих тканей (индукция – размывающее действие метаболических потоков на стенки микрососудов, торможение кровотока и магистрализация сосудистых анастомозов). Разветвления сосудов создают структурные предпосылки для:

1) уменьшения (редукции) расстояния до потребителя путем покрытия больших площадей кровоснабжаемых тканей или более плотной их васкуляризации;

2) уменьшения (редукции) кровяного давления и скорости кровотока до уровней, необходимых для гистогематического метаболизма;

3) уменьшения (редукции) градиента локальных давлений (выравнивания локальных давлений, демпфирования их толчков) путем формирования анастомозов между сосудами.

Ветви магистральных артериол образуют параллельные цепи более мелких транспортных и метаболических микрососудов, которые продолжают в притоки магистральных венул. Эти цепи параллельны друг другу (идут раздельно), но в то же время разветвляются. Их ветви соединяются друг с другом и образуют анастомозы параллельных цепей микрососудов.

Таким образом реализуется нелинейная модель структурно-функциональной организации ГМЦР на всех уровнях ее структурной иерархии: многочисленные анастомозы микрососудов всех уровней, наряду с релаксирующими элементами их стенок (прежде всего – миоцитами), обеспечивают реактивность и адаптацию ГМЦР к колебаниям кровяного давления.

Заключение

Разветвленно-линейная ангиоархитектоника периферического сосудистого русла и, особенности, ГМЦР как многоуровневой системы параллельных, разветвленных и анастомозирующих микрососудов отражает его устройство по типу гидравлического редуктора с демпферным эффектом. Обратный ветвлению (дисперсии) сосудов процесс их магистрализации нарастает в экстраорганном русле по мере приближения к аорте, в связи с ростом кровяного давления. В линейной модели сосудистого русла его стенки утолщаются и, благодаря, в первую очередь, их гладким миоцитам и нервным структурам, регу-

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-