

УДК 611.4

ИММУНОПРОТЕКТИВНАЯ СИСТЕМА И ЕЕ УСТРОЙСТВО**Петренко В.М.***Санкт-Петербург, e-mail: deptanatomy@hotmail.com*

Иммунопротективная система представляет собой сложную, многоуровневую функциональную систему, анатомической основой которой служит лимфоидно-лимфатический аппарат. Система мобилизует разные факторы неспецифической и специфической иммунной защиты внутренней среды организма.

Ключевые слова: лимфатическая система, лимфоидная система, соединительная ткань

IMMUNE-PROTECTIVE SYSTEM AND ITS CONSTRUCTION**Petrenko V.M.***St.-Petersburg, e-mail: deptanatomy@hotmail.com*

Immune-protective system is compound, multilevel functional system, its anatomical base is lymphoid-lymphatic apparatus. The system mobilizes different factors of nonspecific and specific immune defence for internal environment of organism.

Keywords: lymphatic system, lymphoid system, connective tissue

Проблемы иммунитета занимают центральное положение в современной медицине. Исследования в этой области обычно проводятся на уровне клеток и их взаимодействий. Гораздо меньше и реже уделяется внимание анатомическим основам иммунитета. Длительное время роль его организатора приписывалась лимфатической системе (ЛтСи). Во второй половине минувшего столетия интерес к иммунитету резко возрос во всех отраслях медицины. Поэтому в Международной анатомической терминологии (1998) выделена новая система – лимфоидная (ЛдСи), термин «ЛтСи» исключен. Хотя в литературе отсутствует общепринятое определение ЛдСи, роль лимфатических сосудов низводится до уровня придатка лимфоузлов – поставщиков периферической лимфы для очистки [10,11]. Недавно была сделана попытка реанимировать ЛтСи в узком виде: след за М.Г.Привесом, в ее состав ввели тимус, селезенку, миндалины, лимфоидные бляшки и узелки на основании их якобы морфологической, онтогенетической и функциональной взаимосвязи [1]. Из лимфоидной ткани состоят многие органы, сходные по значению с лимфоузлами, но с менее интимным отношением к лимфатическим путям (в отличие от лимфоузлов, они не стоят на пути крупных лимфатических сосудов – Иосифов Г.М., 1914) и с иным происхождением [6]. Функциональная морфология ЛдСи в условиях возрастной нормы, эксперимента и при патологии вызывает интерес у разных специалистов [2, 3, 12]. Но до сих пор отсутствует общепринятая концепция развития и функционирования сформированных лимфоидных органов. С этой целью мной была предложена

модель противоточной лимфогемодинамической системы на примере лимфоузла: по афферентным лимфатическим сосудам и синусам в его паренхиме поступают антигены, им навстречу движутся клетки крови (лимфоциты и макрофаги) из кровеносных микрососудов; центральное положение занимают интерстициальные каналы стромы, где разворачиваются процессы иммунопоэза. Тканевые каналы объединяют кровеносное и лимфатическое русла лимфоузла в функциональный анастомоз. По тканевым каналам вещества лимфоузла происходит трансфузионный лимфоток. Они же являются путями экстравазального перемещения клеток крови. В вещество других лимфоидных органов антигены могут приходить по тканевым каналам и специальным кровеносным микрососудам [4-9,12].

Я не рассматриваю ЛтСи как часть ЛдСи или ЛдСи в составе ЛтСи. Это два специализированных отдела сердечно-сосудистой системы, взаимосвязанных на периферии (лимфоидные узелки и бляшки, лимфоузлы). В основе ЛдСи находятся кровеносные сосуды, пути (ре)циркуляции лимфоидных клеток, а в основе ЛтСи – лимфатические сосуды как дополнительный к венам дренаж разных органов, важный путь оттока из них антигенов. Вместе эти системы образуют иммунный комплекс благодаря рыхлой соединительной ткани между лимфатическими и кровеносными микрососудами. Она является не просто их механической скрепкой, но циркуляторным посредником (тканевые каналы), в котором встречаются противоток антигенов и клеток крови, а в результате разворачиваются процессы иммунопоэза и образуется лимфоидная ткань [4-9].

Система защиты генотипического гомеостаза в организме человека

Один из параметров гомеостаза – иммунный: устойчивость внутренней среды к антигенам связывают с иммунной системой. Недавно предложено понятие «протективная система»: в состав этой комплексной физиологической системы с защитными функциями [2] введены фиксированные и подвижные элементы организма – тканевая жидкость, лимфа и кровь, прелимфатика, капиллярная сеть, лимфатические и кровеносные сосуды, соединительная ткань, лимфоузлы, лимфоидные органы, тканевые и мигрирующие лимфоидные клетки, кооперирующие клетки нелимфоидной природы. «Как всякую морфофункциональную систему, протективную систему можно представить в виде определенных уровней организации ее деятельности»: 1) базисный – стволовые клетки; 2) основной – соединительная ткань, лимфатические пути и лимфоидные органы; 3) регуляторный – цитокины [2]. Желание расширить представления о ЛтСи с учетом современных знаний о клеточной биологии иммунитета и предложить термин для обозначения новой защитной формации в организме человека понятно – не впервые [3]. Однако для этого необходимо определиться по крайней мере в отношении двух вещей: 1) чем все-таки является данная формация – функциональной (физиологической) или морфофункциональной (анатомической) системой; 2) как правильно назвать эту систему с учетом ее состава и назначения (обеспечение биологической безопасности организма всеми элементами протективной системы – [2], с. 5-6, 7-8). С моей точки зрения, В.И.Коненков описывает функциональную систему: все ее выше перечисленные элементы имеют разное происхождение, строение и положение в организме и могут быть объединены только по их общей (иммунной) функции. Термин «протективная система» (рус. – защитная) – неточный. Наружные покровы, например, также выполняют защитную функцию. В комплексе с подлежащими костями и скелетными мышцами (сома) они образуют многокамерную капсулу для защиты внутренностей, мозга и т.д. Со времен Р.В.Медавар (1945), иммунная система обеспечивает специфический иммунитет – защиту организма не только от микробов, но и от антигенов любого происхождения. Ее морфологический синоним – лимфоидная система, совокупность всех лимфоидных органов и скопления лимфоидных клеток (Петров Р.В., 1976). Но существуют и такие протекторы (барьеры для антигенов), как наружные покровы, кислотность желудочного сока, лизоцим, цитокины, нейтрофилы... Поэтому я предложил скорректировать название защитной формации В.И. Коненкова – иммунопротективная система (ИПС). ИПС не только освобождает (иммунная), но и предохраняет внутреннюю среду организма человека от поступления антигенов с использованием различных факторов специфической и неспецифической защиты [8]. Анатомической основой ИПС служит лимфоидно-лимфатический аппарат [5-9].

Состав ИПС человека

В.И. Коненков в разных своих публикациях и даже в одной и той же публикации [2] описывает множество компонентов протективной системы, которые относятся к разным анатомическим системам и уровням организации человека, причем в разном порядке и в разных сочетаниях.

Я решил представить состав ИПС в обобщенном виде так:

I 1) жидкости внутренней среды человека, в т.ч.

– тканевые (собственная микросреда клеток в их промежутках – интерстиции);

– (меж)органные – синовиальная, серозная, спинномозговая и т.п.;

– сосудистые – белая и красная кровь (их плазма – общая внутренняя среда);

2) пограничные слои (барьерные ткани и их производные);

3) рыхлая соединительная ткань (тканевые каналы, вещество и клетки);

II 4) лимфатические пути;

5) кровеносные сосуды;

6) лимфоидные клетки, ткани и органы.

Разделение на группы весьма условно. Первую группу можно разделить на 2 отдельные группы – тканевые жидкости и жидкие соединительные ткани. В любом случае группировка компонентов ИПС идет от клеток и межклеточных щелей к органам и сосудам: в этом и обратном направлениях происходит движение (циркуляция) жидкостей, веществ и клеток в организме индивида.

Общее устройство ИПС человека

Назвать состав ИПС еще не означает объяснить ее общее устройство.

Я предлагаю выделить два аспекта этой проблемы:

1) структурные основы функционирования (функциональная морфология) ИПС – противоточная (лимфо-)гемодинамическая система;

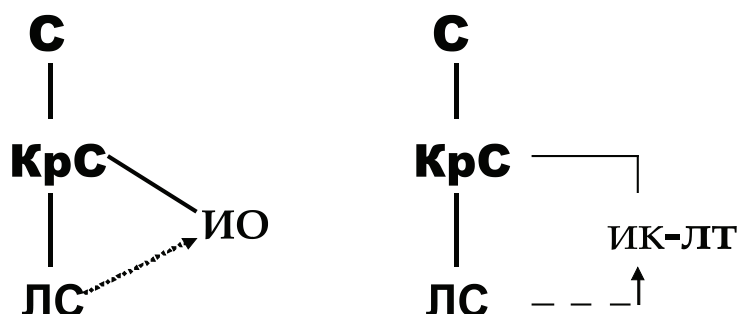
2) анатомические основы иммунитета – лимфоидно-лимфатический аппарат.

В периферических лимфоидных образованиях ИПС антигены поступают прямо

по тканевым каналам (миндалины), через посредство лимфатических путей (лимфоузлы) или кровеносных сосудов (селезенка), а клетки крови (макрофаги и лимфоциты) – из кровеносных сосудов. По круговой кровеносной системе происходит (ре)циркуляция лимфоцитов. Лимфатические пути заканчиваются в кровеносных сосудах (венах). Тканевые каналы (рыхлая соединительная ткань) находятся между барьерными тканями, корнями лимфатического русла и кровеносными капиллярами, замыкая таким образом циркуляционную систему внутренней среды организма в круг при сохранении выходов на внешнюю среду. Соединительная ткань объединяет все ткани, в т.ч. эпителии и эндотелии, и местами трансформируется в лимфоидную ткань. Конкретная форма организации отдельных участков ИПС может быть разной. Различные защитные факторы, начиная с механических и физико-химических (непрерывность эпителиального пласта, основное вещество как поглотитель и решетка волокон соединительной ткани и т.п.) и заканчивая антителами, срабатывают на разных уровнях организации ИПС. Иначе говоря, ИПС устроена как сложный каскад биофильтров разной конструкции в их связи.

ИПС осуществляет контроль состава жидкостей внутренней среды: 1) в процессе их циркуляции (тканевые жидкости ↔ кровь); 2) разными способами, которые так или иначе сводятся к функционированию клеток соединительной ткани, рыхлой и / или жидкой (лимфа, кровь) при возможном посредстве эндотелия (в сосудах и др.) или мезотелия; 2а) местами рыхлая соединительная ткань преобразуется в лимфоидную или гладкую мышечную ткань. Поэтому напрашивается вывод: гистологическая основа ИПС – соединительная ткань.

Лимфоидно-лимфатический аппарат человека как анатомическая основа его иммунитета состоит в сопряжении кровеносных и лимфатических сосудов (~ ЛдСи ↔ ЛтСи) посредством рыхлой соединительной ткани (рис. 1). Эта связь является частью конституции ЛтСи [7]. В состав корпорального сегмента (участка тела индивида с соответствующими нервами и сосудами) входит генеральный (периартериальный) сегмент ЛтСи – лимфатический путь, который вместе с кровеносными сосудами обслуживает корпоральный сегмент. Генеральный сегмент ЛтСи включает цепь ее собственных (межклапанных) сегментов, непосредственно организующих лимфатический дренаж данного корпорального сегмента. Интеграция ЛтСи и ЛдСи происходит на уровне генерального сегмента ЛтСи посредством межсосудистой соединительной ткани (периадвентиции соседних сосудов). Ее тканевые каналы объединяют лимфатические пути с кровеносными в единую циркуляционную систему индивида (функциональный анастомоз). Анастомотическая соединительная ткань местами преобразуется в лимфоидную (лимфоидные узелки и бляшки, лимфоузлы). Морфологической предпосылкой такой трансформации служат интимные, микроанатомотопографические взаимоотношения кровеносных и лимфатических сосудов. Они возникают под давлением соседних органов (для лимфоузлов) или иных образований, сближающихся в процессе интенсивного роста. Функциональной предпосылкой лимфоидной трансформации служит локальная антигенная стимуляция гемолимфатических комплексов – осаждение в межсосудистой соединительной ткани антигенов при локальном торможении лимфотока (другие варианты – кровотока и / или тока тканевой жидкости).



Блок-схемы сопряжения лимфатической и лимфоидной систем в составе сердечно-сосудистой системы: С – сердце; Крс – кровеносные сосуды; ЛС – лимфатические сосуды; ИО – иммунные (лимфоидные) образования, не все из них принимают ЛС; ик – интерстициальные каналы, лт – лимфоидная ткань

Уровни организации ИПС

Множественные компоненты ИПС относятся к разным иерархическим уровням организации индивида. Для описания уровней организации ИПС я предлагаю использовать представления о линиях иммунной защиты организма на периферии [12], адекватно дополнив и уточнив их: 1) клеточно-тканевой (интраорганный) уровень – барьерные ткани (эпителии) и оболочки (слизистые и т.п.) в связи лимфоидными элементами – рассеянные и диффузные скопления, лимфоидные предузелки, узелки и бляшки, миндалины. Эти «сторожевые посты» контролируют состав тканевой жидкости и периферической лимфы; 2) (экстра)органный уровень – множественные лимфоузлы и селезенка как биофильтры контролируют состав внеорганный лимфы и крови; 3) системный уровень – первичные или центральные кроветворные, в т.ч. иммунные органы (красный костный мозг и тимус), контролируют клеточный состав ИПС.

Заключение

ИПС – это многоуровневая функциональная система, в т.ч. соединительных и пограничных тканей, которая мобилизует разные факторы (не)специфической иммунной защиты внутренней среды организма. Специфическая часть ИПС представлена лимфоидными структурами как подсистема кроветворения и соединительной ткани (ткани внутренней среды – Заварзин А.А., 1936), через систему циркуляции, прототип – система антигенно-структурного гомеостаза [3]. Анатомической основой ИПС служит лимфоидно-лимфатический аппарат. ЛтСи и кровеносная система участвуют в организации ИПС, поскольку лимфоидные образования часто используют сосуды (лимфатические и / или кровеносные) как пути доставки антигенов и выводные протоки для своих «секретов». Лимфоидные образования постоянно связаны с кровенос-

ными сосудами (венами и артериями), но не все из них имеют афферентные лимфатические сосуды. Периферические лимфоидные образования находятся на путях оттока тканевой жидкости или лимфы в лимфатическое / венозное русло. В таком плане ЛтСи – это комплекс лимфатического русла (дренаж органов – лимфоотток из них, в т.ч. антигенов) и лимфоидных образований (многоэтапная очистка лимфы в процессе ее оттока из органов в вены).

Список литературы

1. Коненков В.И., Прокофьев В.Ф., Шевченко А.В. и Зонина Е.В. Клеточная, сосудистая и экстрацеллюлярная составляющие лимфатической системы // Бюллетень СО РАМН. – 2008. – № 5 (133). – С. 7-13.
2. Коненков В.И., Бородин Ю.И. и Любарский М.С. Лимфология. – Новосибирск: изд-во «Манускрипт», 2012. – 1104 с.
3. Лозовой В.П., Шергин С.М. Структурно-функциональная организация иммунной системы. – Новосибирск: изд-во «Наука» СО, 1981. – 226 с.
4. Петренко В.М. Межтканевые и межсосудистые взаимоотношения в основе иммуноморфогенеза и лимфотока // Иммуногенез и лимфоток. Стр.-функц. основы. Выпуск 2. – СПб: изд-во СПбГМА, 2001. – С. 101-107.
5. Петренко В.М. Иммунные образования на путях лимфооттока из органов: лимфоидно-лимфатический аппарат. В кн.: «Актуал.вопр. соврем.морфол-и и физиол-и». – СПб: изд-во ДЕАН, 2007. – С. 303-305.
6. Петренко В.М. Функциональная анатомия лимфатической системы: современные представления и направления исследований // Международ. журнал приклад. и фундамент. исслед-й. – 2013. – № 12. – С. 94-97.
7. Петренко В.М. Конституция лимфатической системы. – СПб: изд-во ДЕАН, 2014. – 60 с.
8. Петренко В.М. Иммунопротективная система ? // Междунар. журнал приклад. и фундамент. исслед-й. – 2014. – № 3. – Ч. 2. – С. 32.
9. Петренко В.М. Функциональная анатомия иммунного аппарата // Междунар. журнал приклад. и фундамент. исслед-й. – 2014. – № 3. – Ч. 2. – С. 32-33.
10. Сапин М.Р. Новый взгляд на лимфатическую систему и ее место в защитных функциях организма // Морфология. – 1997. – Т. 112. – № 5. – С. 84-87.
11. Сапин М.Р. Лимфатическая система и ее роль в иммунных процессах // Морфология. – 2007. – Т. 131. – № 1. – С. 18-22.
12. Сапин М.Р., Этинген Л.Е. Иммунная система человека. – М.: изд-во «Медицина», 1996. – 304 с.