

УДК 519.445:57.004

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ ОРГАНОВ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

С.А. Кащенко

ГЗ "Луганский государственный медицинский университет"

В настоящее время к органам иммунной системы относят костный мозг, тимус, селезенку, аппендикс, лимфатические узлы, скопления лимфоидной ткани, расположенные в стенках полых органов пищеварительной, дыхательной систем и мочеполового аппарата (миндалины, лимфоидные бляшки тонкой кишки, одиночные лимфоидные узелки), а также диффузно рассеянную в слизистой оболочке внутренних органов лимфоидную ткань, ассоциированную с кишечником (GALT; gut-associated lymphoid tissue), бронхами (BALT; bronchus associated lymphoid tissue) и многочисленные лимфоциты, находящиеся в крови, лимфе, тканях и органах, где они выполняют функции поиска, обнаружения и уничтожения генетически чужеродных веществ [2, 5, 6, 8].

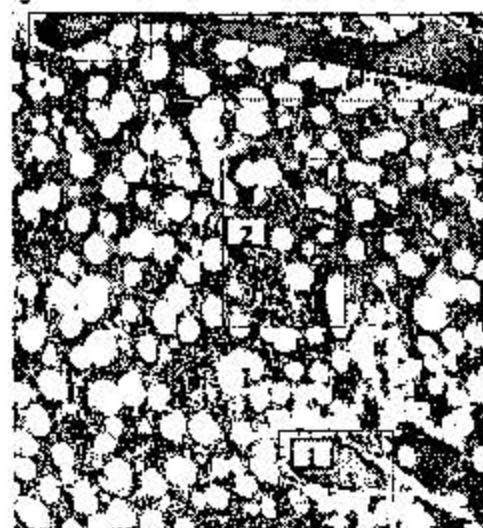


Рис.1. Красный костный мозг: 1-строма, 2-гемопоэтические клетки. Гематоксилин-эозин.

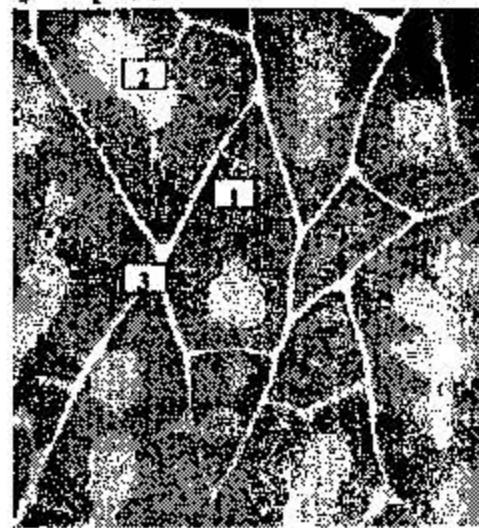


Рис.2. Тимус: 1-корковое вещество, 2-стroma, 3-междольковые септы. Гематоксилин-эозин.

Костный мозг и тимус (рис. 1, 2), в которых из стволовых клеток дифференцируются лимфоциты, относятся к центральным органам иммунной системы, остальные являются перифе-

Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології

рическими органами иммуногенеза: в эти органы лимфоциты выселяются из центральных органов [9, 10].

Органы иммунной системы построены из лимфоидной ткани. Термином "лимфоидная ткань" называют паренхиму органов иммуногенеза, где происходит размножение, созревание и дифференцировка клеток лимфоидного ряда: лимфоцитов Т- и В-популяций и плазмоцитов. Первая закономерность, относящаяся ко всем органам иммунной системы, состоит в том, что паренхимой органов иммуногенеза является лимфоидная ткань. Второй закономерностью является их ранняя закладка в эмбриогенезе. Третья закономерность состоит в том, что к моменту рождения органы иммунной системы достигают морфологической зрелости. Четвертой закономерностью являются быстрое увеличение их размеров в детском и подростковом возрасте. В зависимости от места расположения этих органов у человека и их взаимоотношений с внешней средой скопления лимфоидной ткани в их стенах имеют свои локальные особенности. В первые месяцы и годы жизни ребенка увеличивается масса костного мозга и тимуса. Возрастают относительные и абсолютные размеры органов иммунной системы. Наиболее крупные небные (рис.3) и глоточная миндалина обнаруживаются у детей в возрасте 5-10 лет. Наибольшую суммарную площадь лимфоидные (пейеровы) бляшки (72 см^2) занимают у подростков (1,8% от площади поверхности кишки) (рис. 4).



Рис.3. Нёбная миндалина: 1-эпителий, 2 -лимфатические узелки. Гематоксилин-эозин.



Рис.4. Червеобразный отросток: 1-слизистая оболочка. Гематоксилин-эозин.

Одновременно в периферических органах иммунной системы наблюдается дифференцировка лимфоидной ткани (образование лимфоидных узелков и появление в них центров размножения).

На 1-м году жизни лимфоидные узелки впервые появляются в области трубных миндалин, в стенках трахеи и главных бронхов. У грудных детей лимфоидные узелки обнаруживаются в стенках мочеточника и мочеиспускательного канала. У детей в возрасте 1-3 лет количество лимфоидных узелков в миндалинах, стенках органов пищеварения, дыхания и мочевыводящих путей резко возрастает.

Пятая закономерность заключается в том, что во всех органах иммунной системы - и центральных, и периферических - наблюдаются ранняя возрастная инволюция лимфоидной ткани, ее замещение соединительной или жировой тканями. В строении и развитии периферических органов иммунной системы выделены две особенности. Первая: все периферические органы иммуногенеза располагаются на путях возможного внедрения в организм чужеродных веществ в организме. Так, миндалины образуют лимфоидное кольцо Пирогова - Вальдейера у входа в пищеварительную систему и дыхательные пути. Лимфоидные узелки и лимфоидные бляшки, а также диффузная лимфоидная ткань в слизистой оболочке органов пищеварения, дыхания и мочевыводящих путей находится под эпителиальным покровом этих органов на границе с внешней средой. Лимфатические узлы, являясь биологическими фильтрами, лежат на путях тока лимфы от органов и тканей (рис. 5). Селезенка - единственный орган, осуществляющий иммунный контроль крови, - находится на путях тока крови из аорты по селезеночной артерии в систему воротной вены (рис. 6).

Кроме указанных органов иммуногенеза, многочисленные лимфоциты, имеющиеся в крови, лимфе, органах и тканях, выполняют функции поиска, нахождения, распознавания и уничтожения генетически чужеродных веществ, попавших извне в организм или образовавшихся в нем. Второй особенностью строения и развития периферических органов иммунной системы является последовательное усложнение их строения в зависимости от степени активности и продолжительности антигенного воздействия [7]. Наряду с кроветворной миелоидной тканью вполне оправдано признание

существования лимфоидной ткани, из которой построены в большей части органы иммунологической защиты.

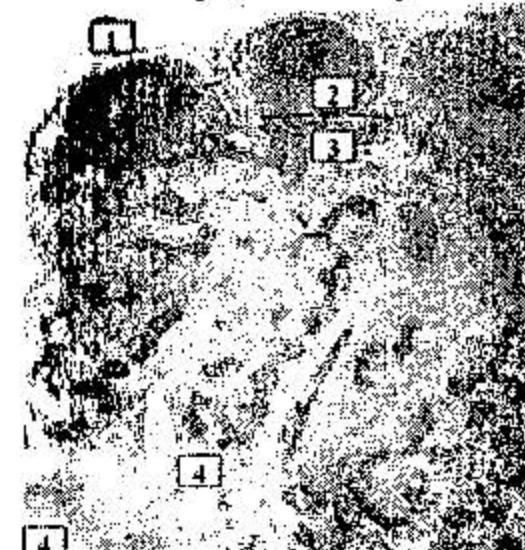


Рис.5. Лимфатический узел: 1-капсула, 2-корковое вещество, 3-пара-корtex, 4-мозговое вещество. Гематоксилин-эозин.

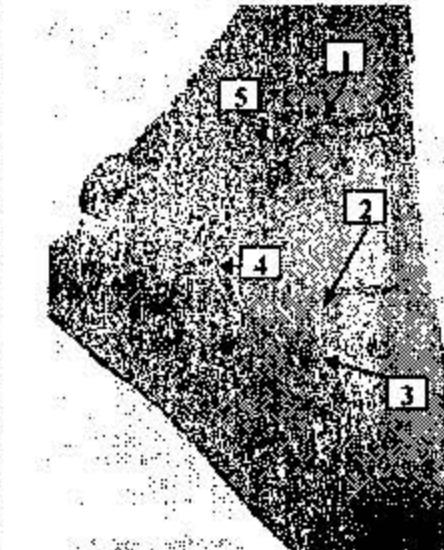


Рис.6. Селезёнка: 1-лимфатический узелок, 2-герминативный центр, 3-краевая зона, 4-кровеносный суд, 5-красная пульпа. Гематоксилин-эозин.

В петлях трехмерной сети, образованной ретикулярными волокнами и клетками, располагаются лимфоциты разной степени зрелости, зрелые и незрелые плазматические клетки и находящиеся с ними во взаимодействии активно фагоцитирующие макрофаги и другие клетки. Наиболее многочисленными среди лимфоидных элементов являются малые лимфоциты.

Макрофаги иммунных органов принадлежат к группе тканевых макрофагов, важнейшей функцией которых является участие в защитных реакциях организма и функциях иммунитета (рис.7).

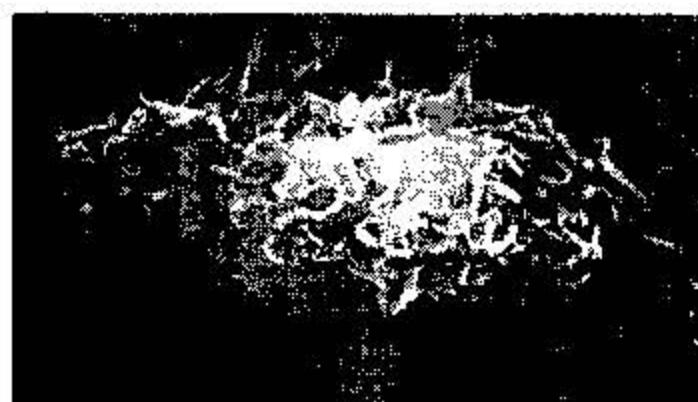


Рис. 7. Макрофаг. Сканирующая электронограмма.

Родоначальником всех видов клеток иммунной (лимфоидной) системы (лимфоцитов, плазматических клеток) служит полипotentная стволовая клетка костного мозга. Стволовые клетки, поступающие из костного мозга в кровь, заселяют ти-

мус, где осуществляется дифференцировка Т-лимфоцитов. В-лимфоциты развиваются из стволовых клеток в самом костном мозге. Т- и В-лимфоциты с током крови поступают из тимуса и костного мозга в периферические органы иммунной системы, где они распределяются в различных зонах. Т-лимфоциты заселяют тимусзависимые зоны лимфатических узлов (парарактиальную зону), селезенки (лимфоидные периартериальные муфты). В-лимфоциты, являющиеся предшественниками антителообразующих клеток, поступают в В-зависимые зоны лимфатических узлов и селезенки.

Органы иммунной системы вырабатывают иммунокомпетентные клетки, в первую очередь лимфоциты, а также плазмоциты, включают их в иммунный процесс, распознают и уничтожают проникшие в организм или образовавшиеся в нем клетки и другие чужеродные антигены. При попадании в организм антигенов - в нем образуются нейтрализующие их защитные белки - антитела, являющиеся иммуноглобулинами. Т-лимфоциты обеспечивают осуществление клеточного (в основном) и гуморального иммунитета. Они уничтожают чужеродные, а также измененные, погибшие собственные клетки. Производные В-лимфоцитов - плазматические клетки, участвующие преимущественно в реакциях гуморального иммунитета, синтезируют и выделяют в кровь антитела, которые способны вступать в соединение с соответствующими антигенами и нейтрализовать их. Антитела связываются с антигенами, что дает возможность фагоцитам поглощать их. Активация системы комплемента, происходящая при связывании антитела с антигеном, способствует осуществлению антителами цитотоксического, гемолитического и бактериолитического действия.

Лимфоциты несут на своей поверхности специфические белки-маркеры, которые различаются у Т- и В-клеток. На поверхности В-лимфоцитов имеются рецепторы, которые реагируют с одноименными рецепторами антител, иммуноглобулины, синтезируемые самим лимфоцитом, и рецепторы комплемента. Т-лимфоциты лишены этих рецепторов.

Одним из важнейших свойств иммунной системы является иммунологическая память. В результате первой встречи запрограммированного лимфоцита с определенным антигеном образуется две категории клеток: эффекторные, которые немедленно

выполняют специфическую функцию - секретируют антитела или реализуют клеточные реакции, и клетки памяти, которые циркулируют длительное время. При повторном поступлении данного антигена они быстро превращаются в лимфоциты-эффекторы, которые вступают в реакцию с антигеном. Таким образом, в периферических органах иммунной системы присутствуют три функциональных типа лимфоцитов: запрограммированные Т- и В-клетки, Т- и В-эффекторы, Т- и В-клетки памяти. На плазмолемме запрограммированного В-лимфоцита имеются участки распознавания или поверхностные рецепторы. Это встроенные в плазматическую мембрану молекулы специфического иммуноглобулина, которые распознают конкретный антиген. В результате реакции с антигеном Т-лимфоциты активизируются, их число увеличивается, эти клетки делятся. Каждая из дочерних клеток дифференцируется в определенную субпопуляцию.

Различают 5 субпопуляций Т-лимфоцитов, каждая из которых обуславливает определенный ответ [1, 3, 5]. При встрече со специфической чужеродной клеткой отросток Т-киллера вытягивается, кратковременно контактирует с плазмолеммой клетки-мишени, оставляя на ней небольшой кусочек своей цитолеммы, что приводит к повышению проницаемости мембранны клетки-мишени и её лизису. Т-киллеры взаимодействуют также с клетками, инфицированными вирусами. Т-супрессоры подавляют иммунный ответ В-лимфоцитов и других Т-лимфоцитов на антигены путем распознавания чужеродных антигенов на поверхности лимфоцитов, являющихся в данном случае мишениями, и путем выделения растворимых факторов. В-лимфоциты являются предшественниками плазматических клеток, синтезирующих и секрецирующих иммуноглобулины. Однако для осуществления ответа В-лимфоцитов на антиген необходима их кооперация с Т-хеллерами, которые выделяют Т-хелперный фактор в ответ на связывание антигена со специфическим рецептором, встроенным в мембрану Т-лимфоцита. В-лимфоцит активируется лишь при наличии Т-хелперного фактора. Для осуществления иммунного ответа необходима кооперация Т- и В-лимфоцитов. В этом процессе также участвуют и макрофаги. Образовавшиеся в результате взаимодействия Т-лимфоцитов с антигеном Т-эффекторы вырабатывают и выделяют

биологически активные вещества - лимфокины. Кроме того, синтезируются другие разнообразные факторы. Т-лимфоциты участвуют в реакции отторжения пересаженных трансплантатов.

Литература

1. Сапин М.Р. *Иммунная система, стресс и иммунодефицит* / М.Р. Сапин, Д.Б. Никитюк. - М.: АПП Джангар, 2000. - 184 с.
2. Сапин М.Р. *Иммунная система человека* / М.Р. Сапин, Л.Е. Этинген. - М.: Медицина, 1996. - 300 с.
3. Хаитов Р.М. *Иммунология* / Р.М. Хаитов, Г.А. Игнатьева, И.Г. Сидорович. - М.: Медицина, 2000. - 432 с.
4. Чернышенко Л.В. *Неизвестные ранее иммунные органы путей микроциркуляции* / Л.В. Чернышенко, Т.В. Семёнова, В.К. Сырцов. - Донецк; Киев. - 1994. - 139 с.
5. Ярилин А.А. *Основы иммунологии* / А.А. Ярилин. - М.: Медицина, 1999. - 607 с.
6. Романюха А.А. *Иммунная система: норма и адаптация* / А.А. Романюха // *Иммунология*. - 2009. - № 1. - С.7-12.
7. Харченко Е.П. *Иммунная привилегия: патологический аспект* / Е.П. Харченко // *Иммунология*. - 2009. - № 4. - С. 249-255.
8. Brandtzæg P. *The mucosal immune system and its integration with the mammary glands* / P. Brandtzæg // *J. Pediatr.* - 2010. - V. 156, - № 2. - P. 8-15.
9. Ohtani O. *Structure and function of rat immune organs* / O. Ohtani, Y. Ohtani // *J. Arch. histol., cytol.* - 2008. - № 71(2). - P.69-76.
10. Pearse G. *Normal structure, function and histology of the thymus* / G. Pearse // *J. Toxicol. Pathol. August*. - 2006. - № 34. - P. 504-514.

Резюме

Кащенко С.А. Закономерности строения органов иммунной системы.

В статье описаны закономерности строения органов иммунной системы.

Ключевые слова: иммунная система, строение.

Резюме

Кащенко С.А. Закономірності будови органів імунної системи. У статті описані закономірності будови органів імунної системи

Ключові слова: імунна система, будова.

Summary

Kashchenko S.A. Conformity of structure immune system organs.

At article describe conformity of structure immune system organs

Key words: immune system, structure.

Рецензент: д.біол.н., проф. С.М. Смірнов

УДК 612(09)+612.8+612 (092 С)

НАУКОВА СПАДЩИНА АКАДЕМІКА В.І. СКОКА

Л.О. Клименко

Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця (Київ)

При Майстрах якось легше,
Вони, як Атланти,
Держать небо на плечах,
Тому і є Висота.

Л. Костенко

Вступ

Фундаментальний внесок у розвиток світової електрофізіології зробили українські вчені. Філософ Ральф Емерсон стверджував: "Історії немає, є біографії". Хоча це твердження є дискусійним, в ньому є частка істини. Так, історію Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України поряд з іншими створювали вихованці видатного дослідника Данила Семеновича Воронцова: П.Г. Костюк, П.М. Сєрков, М.Ф. Шуба, І.С. Магура, В.М. Сторожук, В.І. Сок - їх біографія - це дзеркало української фізіологічної науки. Данило Семенович "...вселил в их души такую преданную любовь к физиологии, что на протяжении всей жизни они воспринимали свои служебные обязанности учёных не как труд, а как органичную часть своего бытия" [1,с.62]. Більшість із них стали видатними вченими. До них належить і відомий нейрофізіолог, академік НАН України, Володимир Іванович Сок (4.06.1932-20.12.2003). Його по праву визнано засновником одного із перспективних напрямків в нейрофізіології - молекулярної фізіології синаптичної передачі. Слівробітник Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця, академік Ігор Сильвестрович Магура писав: "В мировой нейронауке В.И. Сок признан одним из ведущих основателей современной физиологии симпатической передачи в ганглиях автономной нервной системы, а также молекулярной физиологии центральных никотиновых ацетилхолиновых рецепторов" [1,с.87]

Мета дослідження: висвітлити наукові досягнення відомого українського фізіолога В.І. Сока - засновника вітчизняної фізіології автономної нервової системи.