

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И ОРГАНЫ ИММУНОГЕНЕЗА

Лимфатическая система

Лимфатическая система является системой дополнительного оттока (дренажа) тканевой жидкости в кровеносную систему. Она образована лимфатическими капиллярами, лимфатическими сосудами, стволами и протоками, а также лимфатическими узлами. Тканевая жидкость (межклеточная) образуется в результате фильтрации крови из капилляров. В результате обратного поступления этой жидкости в систему лимфатических сосудов образуется лимфа (от греч. *lymph* – чистая вода). *Лимфа – бесцветная жидкость, по составу сходная с плазмой крови, заполняющая лимфатические сосуды.*

В образовании лимфы, кроме тканевой жидкости, участвуют жидкости серозных полостей (плевральной, околосердечной и брюшной полости) и синовиальных полостей. Отводится лимфа по системе лимфатических капилляров, сосудов и протоков. Лимфатические капилляры служат начальным звеном лимфатической системы, они слепо начинаются в тканях, представляют собой тонкие эндотелиальные трубки, не имеющие базальной мембраны. В отличие от капилляров они имеют большой диаметр (100-200 мкм), более проницаемы и поддерживаются специальными *филаментами*¹ из окружающей их соединительной ткани. Лимфатические капилляры образуют многочисленные анастомозы и формируют сложную сетевую структуру. Лимфатических капилляров особенно много в легких, почках, серозных, слизистых и синовиальных оболочках. В сутки у человека образуется 2-4 л лимфы.

Лимфатические капилляры сливаются в мелкие лимфатические сосуды, которые постепенно укрупняются. Они идут в тканях вместе с веной и сопутствующей артерией. Лимфатические сосуды, как и кровеносные, имеют трехслойное строение и, так же как и вены, снабжены клапанами. В местах расположения клапанов сосуды сужаются и поэтому напоминают бусы. Клапан образован двумя створками с прослойкой соединительной ткани между ними, он препятствует обратному току лимфы и сокращается 8-10 раз в минуту, проталкивая лимфу в следующий сегмент сосуда.

Лимфатические сосуды, по которым лимфа течет к региональным лимфатическим узлам, называются приносящие, выносящие лимфатические сосуды несут лимфу в направлении общего тока к венозному углу, образованному слиянием внутренней яремной и подключичной вены.

Собирая лимфу от крупных частей тела, лимфатические сосуды формируют лимфатические стволы (*truncus lymphaticus*) и лимфатические

¹ - в биологии нитевидное белковое образование (англ. *filament* — нить)

протоки (*ductus lymphaticus*). В теле человека рассматривают 9 крупных лимфатических протоков и стволов:

- грудной проток, левый яремный и левый подключичный стволы впадают в левый венозный угол;

- правый проток, правый яремный и правый подключичный стволы впадают в правый венозный угол;

- поясничный и кишечный стволы впадают в грудной проток.

Наиболее крупным лимфатическими сосудами являются грудной и правый лимфатические протоки. Грудной лимфатический проток формируется в брюшной полости, за брюшиной, на уровне XII грудного и II поясничного позвонка в результате слияния правого и левого поясничных лимфатических стволов. Проток собирает лимфу от стенок и органов правой половины шеи и головы.

На пути лимфатических сосудов лежат скопления лимфоидной ткани, называемые лимфатическими узлами. Лимфатические узлы – это округлые скопления лимфоидной ткани, которые выполняют функцию биологического и механического фильтра. Как правило, лимфатические узлы (ЛУ) расположены группами вокруг кровеносных сосудов. Общее количество у человека лимфатических узлов примерно 460. Каждый ЛУ снаружи покрыт соединительнотканной капсулой. С капсулой узла срастаются стенки приносящих сосудов, а эндотелий узла переходит в эндотелий краевого расширения (синуса). Приносящие сосуды расположены на выпуклой стороне узла, после прохождения ткани узла количество выносящих сосудов уменьшается в 1,5-2 раза.

Соединительнотканная капсула ЛУ проникает внутрь узла, образуя ответвления – капсулярные трабекулы. Место выхода лимфатических сосудов называется ворота. В области ворот капсула утолщается и образует воротное (хиларное) утолщение, от которого в паренхиму узла отходят воротные трабекулы. Они соединяются с капсулярными трабекулами, образуя внутреннюю сетевидную структуру ЛУ. Вокруг ЛУ располагается диффузная лимфоидная ткань.

Внутри ЛУ, между трабекулами, находится строма, состоящая из ретикулярных волокон и ретикулярных клеток. В петлях ретикулярной ткани находятся лимфоидные клетки. В паренхиме ЛУ выделяют корковое и мозговое вещество. Корковое вещество, более темное находится на периферии, светлое мозговое вещество расположено ближе к воротам ЛУ в его центральной части. Паренхима ЛУ пронизана сетью узких каналов, которые называются лимфатические синусы. По синусам лимфа течет в направлении от краевого синусу к воротному.

Паренхиме ЛУ составляет ретикулярная ткань. Ее волокна и клетки образуют сеть, в ячейках которой лежат лимфоциты, лимфобласты, макрофаги и т.д. В центральной зоне узелков коркового вещества располагаются центры размножения, где происходит размножение

лимфоцитов. На границе между корковым и мозговым веществом расположена полоса лимфоидной ткани, которая называется тимусзависимой паракортикальной зоной. Она содержит Т-лимфоциты (Т-зона) и отличается наличием посткапиллярных венул, стенки которых высланы кубическим эпителием, через который мигрируют лимфоциты. В корковом веществе и в тяжах находятся В-лимфоциты (В-зона).

К лимфоидным органам кроме лимфатических узлов относятся миндалины, лимфатические фолликулы кишечника, селезенка и тимус. Перечисленные органы вместе с красным костным мозгом относят к органам кроветворения и иммунной системы. Органы кроветворения и иммунной системы тесно связаны общностью происхождения, строением и функциями, которые они выполняют.

Центральные органы иммунной системы

К центральным органам иммунной системы относятся красный костный мозг и тимус. У взрослого человека костный мозг является главным органом кроветворения. Выделяют красный костный мозг, который находится в ячейках губчатого вещества эпифизов трубчатых костей, а также в плоских и коротких костях, и желтый костный мозг, заполняющий костно-мозговые полости диафизов трубчатых костей. Костный мозг (*medulla ossea*) – это центральный орган кроветворения и иммунной системы, в котором из миелоидной ткани² образуются клетки-предшественники, в результате деления и дифференцировки которых образуются форменные элементы крови.

Масса костного мозга у взрослого человека составляет 2,5-3 кг (около 4,5 % массы тела). Около половины приходится на красный костный мозг (ККМ), остальное количество на желтый костный мозг (ЖКМ). ККМ состоит из стромы, миелоидных и лимфоидных элементов на разных стадиях развития. В нем содержатся стволовые клетки предшественники всех видов клеток крови и лимфоцитов. Строму образуют ретикулярные клетки и волокна, которые организуются в форме петель. Костный мозг располагается в виде шнуров вокруг артериол, которые отделены друг от друга синусоидными капиллярами. В стенках этих капилляров образуются временные миграционные поры, через которые проходят созревшие клетки. Незрелые клетки попадают в кровь только при заболеваниях крови или мозга. В желтом костном мозге кровообразующие элементы отсутствуют, но при больших кровопотерях на месте ЖКМ может опять появляться ККМ.

Тимус (*thymus gland*), вилочковая или зубная железа является центральным органом иммуногенеза, в котором из стволовых клеток, пришедших из красного костного мозга с кровью, созревают и

² - (от греч. *myelos* – костный мозг и *eidos* – вид), кроветворная ткань, образующая у позвоночных осн. кроветворный орган

дифференцируются Т-лимфоциты, ответственные за реакции клеточного иммунитета. У человека тимус формируется на 6-й неделе внутриутробной жизни, развиваясь, как и у других млекопитающих, из двух сегментов, которые объединяются, образуя единый орган, состоящий из двух долей. Наибольших размеров по отношению к массе тела тимус человека достигает к моменту рождения (около 15 г). Затем он продолжает расти, хотя уже гораздо медленнее, и в период полового созревания достигает максимального веса (примерно 35 г) и размеров (около 75 мм в длину). После этого начинается постепенное уменьшение железы, которое продолжается всю остальную жизнь. Расположен тимус позади рукоятки грудины, он состоит из двух вытянутых в длину ассиметричных долей, которые срастаются друг с другом. Каждая доля имеет форму конуса, узкие вершины направлены вверх и выходят в области шеи в виде двузубой вилки.

Плотная соединительнотканная капсула покрывает обе доли, проникая внутрь и разделяя их на меньшие дольки (1-10 мм). Каждая долька состоит из внешней зоны (коры), которая делится на поверхностный и глубокий корковые слои, и центральной внутренней зоны – мозгового слоя. Основу железы составляют эпителиальные и ретикулярные клетки, которые образуют сложную сеть, в петлях которой лежат тимоциты (Т-лимфоциты). Клетки коркового вещества выделяют *тимозин*, стимулирующий деление лимфобластов – предшественников Т-лимфоцитов. Т-лимфоциты выходят в кровь, попадают в периферические лимфоидные органы, где окончательно созревают. В мозговом веществе расположены пучки плоских клеток, т.н. тельца Гассалья, которые, вероятно, служат местом разрушения клеток.

Периферические органы иммунной системы

К периферическим органам иммунной системы относятся миндалины, лимфоидные бляшки тонкой кишки, одиночные и групповые лимфоидные узелки, селезенка, лимфатические узлы.

Миндалины расположены в области зева, корня языка и носоглотки, представляют собой скопления диффузной лимфоидной ткани и содержат небольшие плотные лимфоидные узелки – фолликулы, расположенные в собственной пластинке слизистой оболочки.

В толще слизистой и подслизистой оболочек пищеварительной и дыхательной систем имеются одиночные лимфоидные узелки. Они располагаются по всей длине указанных органов на разной глубине и разном расстоянии друг от друга. Групповые лимфоидные узелки есть в червеобразном отростке. Аппендикс содержит 450-550 лимфоидных узелков, они находятся в слизистой и подслизистой оболочках на всем протяжении этого органа, имеют размеры 0,2-1,2 мм и в середине содержат центры размножения. Групповые лимфоидные узелки (пейеровы бляшки) располагаются в стенках подвздошной кишки, имеют вид плоских бляшек округлой формы, выступающих в просвет кишки. С возрастом количество

одиночных лимфоидных узелков снижается. После 60 лет они исчезают из стенки аппендикса.

Селезенка (от лат. *splen*) располагается в брюшной полости, в левом подреберье, на уровне IX-XI ребер. Масса ее в среднем колеблется от 150 до 200 г. Она имеет форму уплощенной и удлинённой полусферы. На внутренней поверхности находятся ворота селезенки, через которые входят артерии и нервы, а выходят вены. Селезенка покрыта фиброзной капсулой, которая срастается с брюшиной. От капсулы внутрь отходят трабекулы, между которыми располагается паренхима – пульпа белая и красная. Белая пульпа – типичная лимфоидная ткань, из которой состоят периартериальные лимфоидные муфты и лимфоидные узелки. Лимфоидные узелки лежат вдалеке от сосудов и имеют центры размножения с молодыми делящимися клетками. Периартериальные лимфоидные муфты окружают артериальные сосуды пульпы. Они представляют собой ретикулярную ткань, заполненную лимфоцитами и макрофагами. Красная пульпа занимает 75-80 % массы селезенки. Она состоит из ретикулярной ткани, в петлях которой находятся лейкоциты, макрофаги, эритроциты. Эти клетки образуют селезеночные тяжи, между ними располагаются венозные синусы и капилляры с окружающими их макрофагально-лимфоидными муфтами (эллипсоидами). Эти муфты состоят из плотно лежащих ретикулярных клеток и волокон, макрофагов и лимфоцитов.

Литература

1. Сапин, М. Р. Анатомия человека. В 2-х томах. Том 1 / М. Р. Сапин, Г. Л. Билич. - М.: Оникс 21 век, 2003. – 407 с.
 2. Сапин, М. Р. Анатомия человека. В 2-х томах. Том 2 / М. Р. Сапин, Г. Л. Билич. - М.: Оникс 21 век, 2003. – 389 с.
 3. Сапин, М. Р. Анатомия человека / М. Р. Сапин, Г. Л. Билич. - М.: Высшая школа, 1989. – 544 с.
 4. Липченко, В. Я. Атлас нормальной анатомии человека / В. Я. Липченко, Р. П. Самусев. - М.: Медицина, 2005. - 319 с.
- Привес, М. Г. Анатомия человека / М. Г. Привес, Н. К. Лысенков, В.И. Бушкович. - СПб.: Издательство «Диля», 1998. - 640 с.