Лекция 9. Функциональная анатомия лимфатической системы

Лимфатическая система одна из самых загадочных систем организма. Особое внимание ей стали уделять не так давно. До сих пор в одной литературе пишут, что лимфатическая система является частью системы кровообращения, а в другой – частью иммунной системы.

В процессе эволюционного развития лимфатическая система появилась раньше кровеносной.

Лимфатическая система *(systema lymphaticum)* представляет собой совокупность сосудов, собирающих тканевую жидкость из тканей и органов, профильтровывающих ее через лимфатические узлы и отводящих в венозную систему к месту слияния внутренней яремной и подключичной вен, образующих венозный угол справа и слева в нижних отделах шеи.

Тканевая жидкость образуется из плазмы крови, которая поступает в межклеточное пространство из капилляров. И только небольшая часть возвращается обратно в кровеносное русло через венулы. Остальная поступает в систему лимфатических капилляров.

Поступая в лимфатические капилляры тканевая жидкость переходи в лимфу.

Лимфа – жидкая ткань, содержащаяся в лимфатических сосудах и узлах человека. Это бесцветная жидкость щелочной реакции, отличающаяся от плазмы меньшим содержанием белка. В лимфе имеется протромбин и фибриноген, поэтому она может свертываться, а также глюкоза, минеральные соли, лимфоциты. За сутки образуется в среднем 2 литра лимфы.

Функции лимфатической системы

Основной функцией лимфатической системы является удаление из органов и тканей чужеродных веществ в виде частиц погибших клеток, клеток-мутантов, микроорганизмов, попавших в тело человека.

Поддержание постоянства состава и объема межклеточной жидкости. Все излишки жидкости поступившие в межклеточное пространство из кровеносной системы выводятся через систему лимфатических сосудов.

Перенос гормонов

Транспорт веществ из ЖКТ

Перенос лимфацитов

Депо воды

Отличие лимфатической системы от кровеносной

Лимфатическая система является незамкнутой.

Сосуды служат для возвращения жидкости к сердцу.

Лимфа движется снизу вверх

Лимфатические капилляры имеют больший диаметр и не имеют базальной мембраны

В местах слияния лимфатических сосудов находятся лимфатические узлы.

Лимфатическая система состоит из

Сети лимфатических капилляров

Лимфатических сосудов

Лимфатических стволов

Лимфатических протоков

Лимфатических узлов

Лимфатические капилляры

Функции:

1. всасывание тканевой жидкости

2. удаление из тканей инородных частиц (разрушенных клеток, микробных тел)

Лимфатические капилляры - являются начальным звеном, корнями лимфатической системы. Они имеются во всех органах и тканях тела человека, кроме головного и спинного мозга и их оболочек, глазного яблока, внутреннего уха, эпителия кожи и слизистых оболочек, хрящей.

Лимфатические капилляры имеют больший диаметр (до 0,2 мм), чем кровеносные, неровные контуры, иногда у них бывают слепые выпячивания, расширения (лакуны) в местах их слияния. Лимфатические капилляры, соединяясь между собой, формируют замкнутые сети.

В органах (мышцы, легкие, почки, печень и др.) капилляры ориентированы в различных плоскостях, сети лимфатических капилляров имеют трехмерное строение. Лимфатические капилляры лежат между структурно-функциональными элементами органа (пучками мышечных волокон, группами железистых клеток, почечными тельцами, печеночными дольками).

В плоских образованиях (фасции, серозные оболочки, кожа, стенки полых органов и крупных кровеносных сосудов) капиллярная сеть располагается в плоскости, параллельной поверхности этих органов.

В ворсинках тонкой кишки имеются широкие слепые лимфатические капилляры, впадающие в лимфатическую сеть слизистой оболочки этого органа.

Лимфатические капилляры образованы одним слоем эндотелиоцитов, которые прикреплены к прилегающим коллагеновым волокнам пучками якорных (стропных) филаментов. У лимфатических капилляров отсутствуют базальный слой и перициты.

Благодаря этому эндотелий непосредственно контактирует с межклеточным веществом соединительной ткани, что обусловливает более легкое проникновение тканевой жидкости и содержащихся в ней частиц в щели между эндотелиальными клетками. Капилляры, сливаясь между собой, дают начало лимфатическим сосудам.

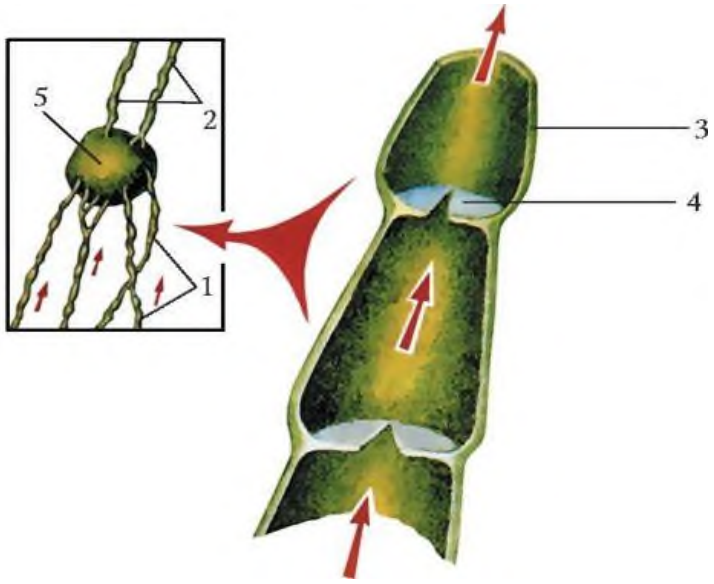


Схема строения лимфатических сосудов

1 - приносящие лимфатические сосуды;
2 - выносящие лимфатические сосуды;
3 - стенка лимфатического сосуда;
4 - клапан;
5 - лимфатический узел

Лимфатические сосуды проводят лимфу из капилляров к регионарным лимфатическим узлам, а от узлов к крупным коллекторным лимфатическим протоками и стволам.

Лимфатические сосуды отличаются от капилляров появлением кнаружи от эндотелиального слоя вначале соединительнотканной, а затем по мере укрупнения мышечной оболочки и клапанов, что придает лимфатическим сосудам характерный вид. Расположенные рядом друг с другом внутриорганные лимфатические сосуды анастомозируют между собой и образуют сплетения с петлями различной формы и размеров.

Лимфатические сосуды внутренних органов и мышц, обычно сопровождающие кровеносные сосуды, называются **глубокими лимфатическими сосудами.**

Кнаружи от поверхностной фасции в подкожной клетчатке лежат **поверхностные лимфатические сосуды**, которые проходят рядом с подкожными венами или вблизи от них. Поверхностные лимфатические сосуды формируются из лимфатических капилляров и в подкожной клетчатке. В подвижных участках тела лимфатические сосуды раздваиваются, ветвятся и вновь соединяются, образуя коллатеральные пути, которые при движениях обеспечивают непрерывный ток лимфы в области суставов.

Лимфангион – клапанный сегмент – структурно – функциональная единица лимфатического сосуда. Он содержит все элементы для самостоятельной пульсации и перемещения лимфы в соседний лимфангион.

Части лимфангиона:

1. проксимальный клапан
2. мышечная манжетка

3. дистальный клапан

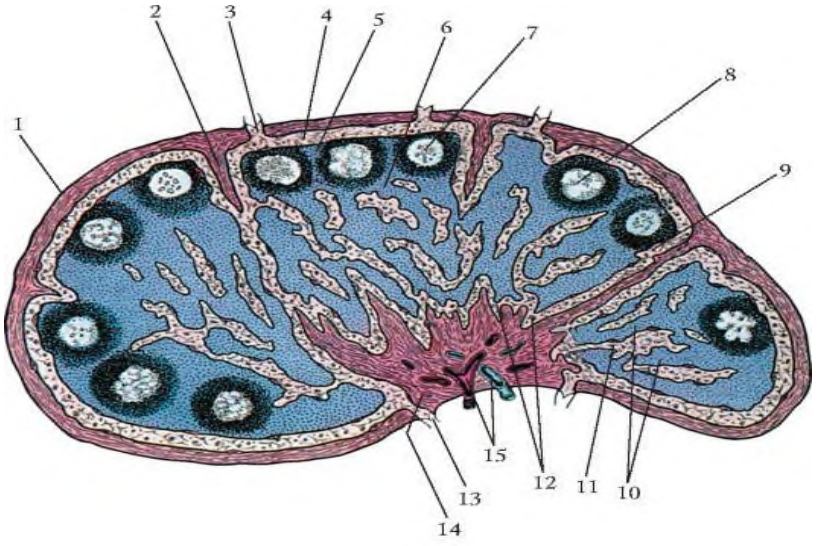
Волнообразные сокращения лимфатического сосуда придает ему вид четок.

Сокращение лимфангиона запускается одиночным потенциалом действия. При накоплении лимфы в нижележащем лимфангионе открывается дистальный клапан, лимфа проходит увеличивается давление в лимфангионе, что раздражает рецепторы мышечной манжетки, она сокращается и способствует открытию проксимального клапана и продвижению лимфы в соседний лимфангион. При этом дистальный клапан вновь закрывается. Движению лимфы способствуют:

1. давление непрерывно образующейся лимфы
2. натяжение близлежащих фасций
3. сокращение мышц
4. активность органов
5. отрицательное давление в крупных венах и грудной полости
6. увеличение объема грудной клетки при вдохе – присасывание

Лимфатические узлы *(nodi lymphatici)* - находятся в области сгибательных поверхностей тела, обычно группами от нескольких штук до нескольких десятков или по одному. Узлы лежат на путях лимфатических сосудов и прилежат к кровеносным сосудам, чаще к венам.

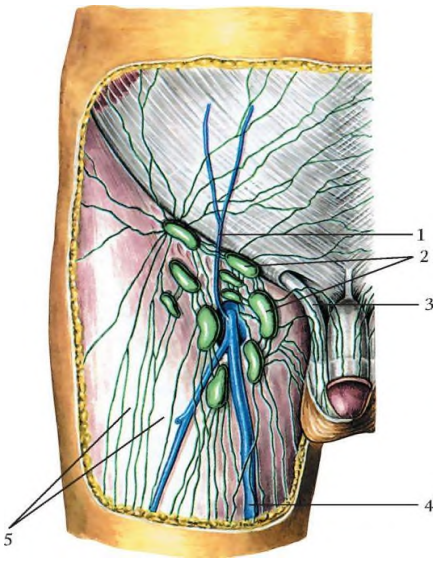
В зависимости от расположения лимфатических узлов и направления тока лимфы от органов выделены **регионарные группы** лимфатических узлов (от лат. *regio* - область). Эти группы получают названия от области, где они находятся, например **паховые, поясничные, затылочные, подмышечные, или крупного сосуда, вблизи которого они залегают (чревные, верхние брыжеечные).** Группы лимфатических узлов, располагающиеся на фасции, называются *поверхностными,* лежащие под нею - *глубокими.*



Строение лимфатического узла

Продольный разрез: 1 - капсула; 2 - капсулярная трабекула; 3 - приносящий лимфатический сосуд; 4 - подкапсулярный (краевой) синус; 5 - корковое вещество;

6 - паракортикальная (тимусзависимая) зона (околокорковое вещество); 7 - лимфоидный узелок; 8 - центр размножения; 9 - вокругузелковый корковый синус; 10 - мякотный тяж; 11 - мозговой синус; 12 - воротный синус; 13 - выносящий лимфатический сосуд; 14 - воротное утолщение (ворота); 15 - кровеносные сосуды



Поверхностные паховые лимфатические узлы

Вид спереди:
1 - поверхностная надчревная вена;
2 - поверхностные паховые лимфатические узлы;
3 - семенной канатик;
4 - большая подкожная вена бедра;
5 - широкая фасция бедра

Лимфатические узлы - являются органами иммунной системы, биологическими фильтрами, лежащими на путях следования лимфатических сосудов, по которым течет лимфа (тканевая жидкость) от органов и тканей к лимфатическим стволам и лимфатическим протокам. К выпуклой стороне каждого лимфатического узла подходят 4-6 приносящих лимфатических сосудов и более. При этом стенки приносящих лимфатических сосудов срастаются с капсулой лимфатического узла, а эндотелий лимфатического сосуда переходит в эндотелий подкапсульного (краевого) синуса. После прохождения через лимфатический узел лимфа, очищенная от чужеродных веществ, выходит из него через 2-4 выносящих лимфатических сосуда, которые направляются или к следующему лимфатическому узлу этой же либо соседней группы узлов, или к крупному коллекторному сосуду, лимфатическому стволу или протоку. Лимфатические узлы располагаются группами, состоящими из двух узлов и более. Иногда количество узлов в группе достигает нескольких десятков.
Лимфатические узлы, к которым течет лимфа (тканевая жидкость) от органов опорно-двигательного аппарата (подколенные, паховые, локтевые и подмышечные) или от стенок тела (межреберные, надчревные), называют ***соматическими*** (париетальными) лимфатическими узлами. Те узлы, которые являются регионарными только для внутренних органов (бронхолегочные, желудочные, брыжеечные, печеночные),

получили название ***внутренностных*** **(висцеральных)** лимфатических узлов. Лимфатические узлы, принимающие лимфу от внутренностей, мышц, фасций, кожи, называют ***смешанными*** (глубокие латеральные шейные).

Весьма вариабельны размеры лимфатических узлов - от 0,5-1 до 50-75 мм. Узлы мелких и средних размеров имеют овоидную, округлую или бобовидную форму. Реже встречаются крупные узлы лентовидной и сегментарной формы.

Каждый лимфатический узел имеет тонкую соединительнотканную капсулу, от которой внутрь узла отходят различной длины ответвления соединительной ткани - капсулярные трабекулы (перекладины). В том месте, где из лимфатического русла выходят выносящие лимфатические сосуды, узел имеет небольшое вдавливание - ворота. В области ворот капсула утолщена, образует воротное утолщение, более или менее глубоко вдающееся внутрь узла.

Выносящие лимфатические сосуды лимфатических узлов направляются к лежащим на путях тока лимфы следующим группам лимфатических узлов или к коллекторным лимфатическим сосудам, протокам, стволам.

- От правой верхней конечности лимфа собирается в ***правый подключичный ствол,***
- от правой половины головы и шеи - в ***правый яремный ствол,***
- от органов правой половины грудной полости и ее стенок - **в *правый бронхосредостенный ствол***.

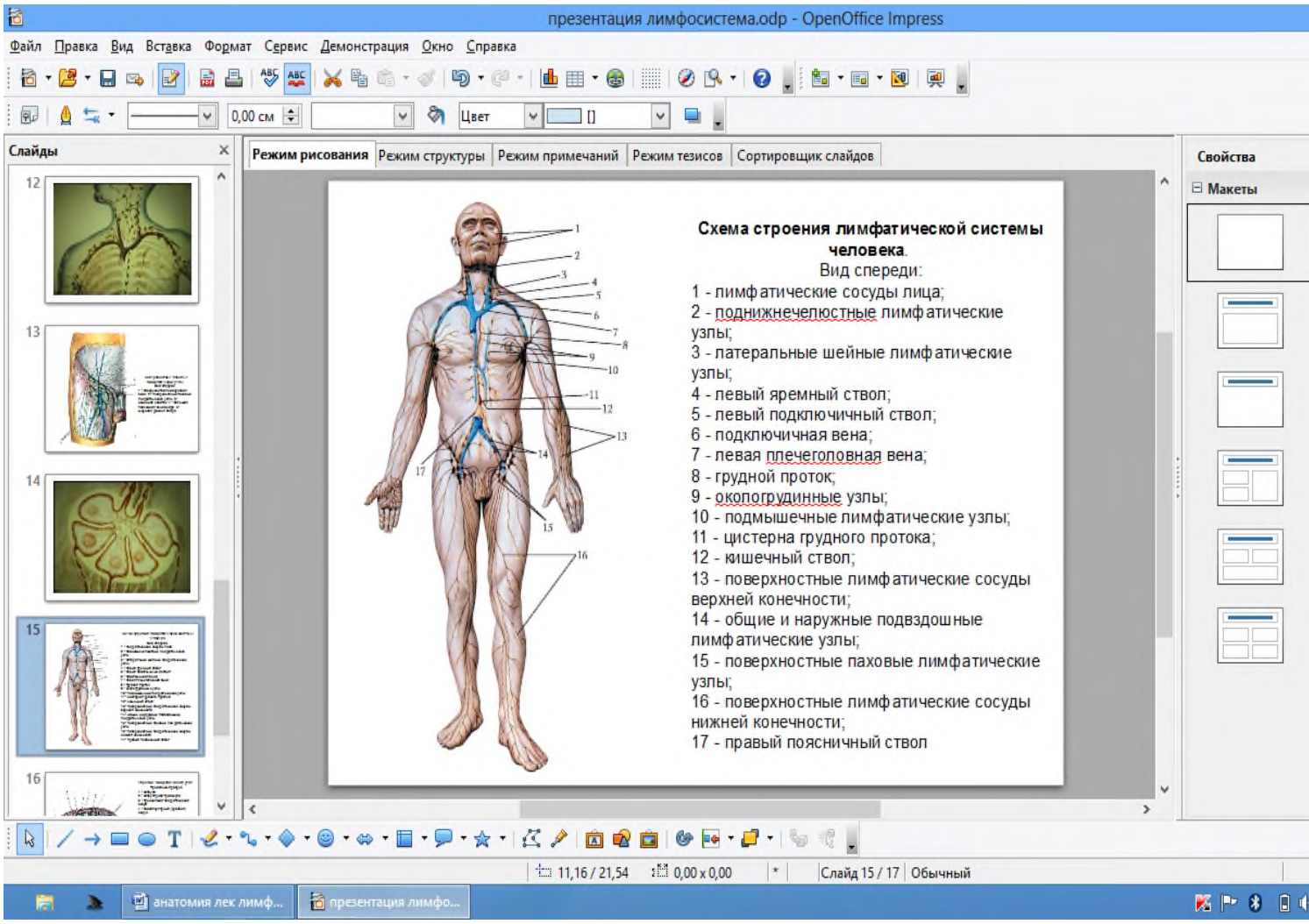
Эти три ствола, нередко соединяясь в нижней части шеи, образуют ***правый лимфатический проток,*** впадающий в правый венозный угол.

От левой верхней конечности и левой половины головы и шеи лимфа оттекает через ***левые подключичный*** **и** ***яремный стволы***. Эти лимфатические стволы впадают в вены, образующие левый венозный угол, или самостоятельно, или в конечный отдел грудного протока.

Грудной (лимфатический) проток собирает лимфу от нижней половины тела (ниже диафрагмы) и от органов левой половины грудной полости и ее стенок.

Грудной проток образуется благодаря слиянию ***правого*** **и** ***левого поясничных лимфатических стволов,*** а также редко встречающегося ***кишечного ствола*** в забрюшинной клетчатке на уровне XII грудного - II поясничного позвонков. В начальном отделе грудной проток сращен с правой ножкой диафрагмы, благодаря чему он, следуя за дыхательными движениями диафрагмы, сдавливается и раскрывается, что способствует продвижению лимфы. Через аортальное отверстие диафрагмы грудной проток проходит в грудную полость, где располагается на передней поверхности позвоночного столба, в заднем, а затем в верхнем средостении. На уровне V-VII грудных позвонков грудной проток отклоняется влево, огибает купол плевры и впадает в левый венозный угол. Общая длина грудного протока равна 30-41 см. В устье протока имеется парный клапан, благодаря которому кровь из вен не попадает в грудной проток. Семь-девять клапанов расположены по ходу протока, они сформированы, как и клапаны лимфатических сосудов, внутренней оболочкой

протока. Стенки грудного протока содержат хорошо выраженную среднюю (мышечную) оболочку, образованную гладкими мышечными клетками. Их сокращение способствует продвижению лимфы.



Лимфатические сосуды нижней конечности разделяются на поверхностные, расположенные над поверхностной фасцией, и глубокие, лежащие под ней. *Поверхностные лимфатические сосуды* формируются из лимфокапиллярных сетей кожи и подкожной клетчатки и направляются к подколенным и поверхностным паховым лимфатическим узлам. *Глубокие лимфатические сосуды* формируются из лимфокапилляров мышц, суставов, синовиальных сумок и синовиальных влагалищ, костей и нервов, идут рядом с крупными кровеносными сосудами голени и бедра и направляются к глубоким паховым лимфатическим узлам. Многочисленные анастомозы соединяют между собой поверхностные и глубокие лимфатические сосуды.

Паховые лимфатические узлы располагаются в области бедренного треугольника. Они принимают лимфу из лимфатических сосудов нижней конечности, наружных половых органов, кожи нижней части передней стенки живота, ягодичной области. Выносящие лимфатические сосуды паховых лимфатических узлов направляются к наружным подвздошным лимфатическим узлам, лежащим в полости таза по ходу наружных подвздошных кровеносных сосудов.

В ***полости таза*** и на его стенках располагаются ***висцеральные (внутренностные)*** **и** ***париетальные (пристеночные) лимфатические*** *узлы,* принимающие лимфу от находящихся рядом органов и стенок таза. Висцеральные узлы лежат вблизи органов таза (например, околоматочные, околомочепузырные, околопрямокишечные), париетальные узлы - вблизи крупных кровеносных сосудов (например, наружные и внутренние подвздошные, крестцовые). К этим узлам течет лимфа также от нижней конечности (от паховых лимфатических узлов). От внутренних и наружных подвздошных лимфатических узлов лимфатические сосуды направляются к общим подвздошным лимфатическим узлам, которые расположены рядом с общими подвздошными артерией и веной. Выносящие лимфатические сосуды правых и левых подвздошных лимфатических узлов направляются к поясничным узлам, лежащим возле брюшной части аорты и нижней полой вены.

Лимфатические узлы в брюшной полости также разделяют на пристеночные и внутренностные.*Пристеночные узлы* располагаются на передней (нижние надчревные) и задней брюшной (поясничные) стенках. Нижние надчревные лимфатические узлы принимают лимфу (тканевую жидкость) от мышц и кожи передней брюшной стенки, париетальной брюшины, выстилающей переднюю брюшную стенку, подбрюшинной клетчатки. Выносящие лимфатические сосуды надчревных узлов идут вниз к наружным подвздошным и вверх к окологрудинным лимфатическим узлам. Поясничные лимфатические узлы (до 40) принимают лимфу от нижних конечностей, стенок и органов таза, в них впадают также выносящие лимфатические сосуды висцеральных лимфатических узлов брюшной полости. Выносящие лимфатические сосуды поясничных лимфатических узлов дают начало поясничным стволам.

Внутренностные лимфатические узлы брюшной полости находятся возле непарных висцеральных ветвей брюшной части аорты и их ветвей (верхней и нижней брыжеечных артерий, чревного ствола, печеночной, желудочной, селезеночной артерий).

Чревные лимфатические узлы принимают лимфу от регионарных лимфатических узлов желудка, поджелудочной железы, печени, почек. Выносящие лимфатические сосуды чревных узлов идут к поясничным лимфатическим узлам.

Верхние брыжеечные лимфатические узлы - самые многочисленные (60-404), расположены в брыжейке тонкой кишки возле ветвей верхней брыжеечной артерии и принимают лимфу от тощей и подвздошной кишки. Выносящие лимфатические сосуды брыжеечных узлов следуют к поясничным лимфатическим узлам. *Ободочные лимфатические узлы* являются регионарными узлами для толстой кишки. Выносящие лимфатические сосуды этих узлов направляются к поясничным лимфатическим узлам непосредственно или проходят на своем пути через другие лимфатические узлы.

В ***грудной полости,*** как и в брюшной, имеются пристеночные лимфатические узлы, расположенные на стенках полости, и внутренностные, лежащие вблизи органов.

Пристеночные лимфатические узлы (окологрудинные, межреберные, верхние диафрагмальные, перикардиальные) принимают лимфу от стенок грудной полости, диафрагмы, плевры, перикарда, молочной железы и диафрагмальной поверхности печени. Выносящие лимфатические сосуды пристеночных узлов направляются либо непосредственно к грудному протоку, либо проходят через ряд промежуточных лимфатических узлов.

Висцеральные лимфатические узлы расположены в верхнем средостении, на передней поверхности верхней полой вены и дуги аорты и на сосудах, отходящих от нее (передние средостенные узлы). В заднем средостении вблизи пищевода и грудной части аорты находятся задние средостенные лимфатические узлы. К средостенным лимфатическим узлам направляются лимфатические сосуды сердца, перикарда, выносящие лимфатические сосуды бронхолегочных и трахеобронхиальных лимфатических узлов, к которым оттекает лимфа от легких. Выносящие лимфатические сосуды этих узлов впадают в грудной проток, в правый и левый венозные углы (место слияния подключичной и яремной вен) непосредственно или проходят через другие группы лимфатических узлов.

Лимфатические сосуды легкого следуют к бронхолегочным лимфатическим узлам. Внутриорганные лимфатические узлы легких (бронхолегочные узлы) лежат возле долевых бронхов в зоне их разветвления на сегментарные бронхи. Внеорганные бронхо-легочные лимфатические узлы (корневые) расположены вокруг главных бронхов рядом с легочными артерией и веной. Выносящие лимфатические сосуды правых и левых бронхолегочных лимфатических узлов направляются к трахеобронхиальным лимфатическим узлам. Некоторые из этих лимфатических сосудов впадают непосредственно в грудной лимфатический проток.

Нижние трахеобронхиальные (бифуркационные) лимфатические узлы лежат под бифуркацией трахеи, правые и левые верхние трахеобронхиальные узлы расположены над бифуркацией трахеи в углах между трахеей и главными бронхами. Выносящие лимфатические сосуды этих узлов идут в сторону левого венозного угла и грудного протока.

От тканей и органов головы и шеи лимфа (тканевая жидкость) оттекает в лимфатические узлы, расположенные группами на границе головы и шеи (затылочные, заушные, околоушные, заглоточные, поднижнечелюстные, подбородочные). Выносящие лимфатические сосуды этих узлов направляются к поверхностным и глубоким лимфатическим узлам шеи. В эти узлы впадают также лимфатические сосуды от органов шеи, где различают поверхностные лимфатические узлы, лежащие на поверхностной пластинке шейной фасции, и глубокие, расположенные под этой пластинкой. Выносящие лимфатические сосуды поверхностных лимфатических узлов шеи следуют к глубоким латеральным шейным узлам, которые лежат возле органов (предгортанные, щитовидные, пред- и паратрахеальные), а также возле внутренней яремной вены (латеральные глубокие шейные лимфатические узлы). Выносящие лимфатические сосуды этих узлов

формируют *яремный ствол* (правый и левый), впадающий в соответствующий венозный угол.

Лимфа от верхней конечности оттекает по поверхностным и глубоким лимфатическим сосудам в локтевые и подмышечные лимфатические узлы. В локтевые лимфатические узлы, которые располагаются в локтевой ямке над фасцией (поверхностные) и под фасцией (глубокие) возле сосудистого пучка, впадают поверхностные и глубокие лимфатические сосуды, следующие от кисти и предплечья. Выносящие лимфатические сосуды локтевых узлов направляются к подмышечным лимфатическим узлам, лежащим в подмышечной полости, вокруг сосудисто-нервного пучка и прилежат к стенкам полости. В подмышечные лимфатические узлы впадают поверхностные и глубокие лимфатические сосуды верхней конечности, передней, боковой и задней стенок грудной полости и молочной железы.

Выносящие лимфатические сосуды подмышечных лимфатических узлов образуют подключичный лимфатический ствол, который сопровождает подключичную вену и справа впадает в венозный угол или в подключичную вену, а слева в грудной проток.

Нарушение работы лимфатической системы приводит к ряду серьезных заболеваний. Нарушения могут быть связаны с изменением белкового состава, закупоркой крупными молекулами и паразитарными клетками сосудов.

Это приводит к отекам. Одним из примеров такой патологии является элефантиаз или слоновость – стойкое увеличение размеров какой-либо части тела, чаще конечности за счет болезненного разрастания кожи и подкожной клетчатки, которое вызывается постоянным застоем лимфы с образованием отека.

Приложение 1

Вопросы для итогового контроля

1. Что такое лимфатическая система?
2. Перечислите функции лимфатической системы.
3. Что такое лимфа?
4. Из каких отделов состоит лимфатическая система?