

Лекция № 27

Лимфатическая система животных – общая анатомическая характеристика

*Венозная система посредством лимфовенозных анастомозов теснейшим образом связана с лимфатической системой (см. рис. 1). Лимфовенозные анастомозы в большом количестве отмечаются как по ходу венозных магистралей, так и во всех органах и даже лимфатических узлах. **Основная функция — быстрое отведение межклеточной жидкости в общее кровяное русло.** В краниальную полую вену или чаще в яремные вены впадает грудной лимфатический проток, через который проходит лимфа, смешиваясь с венозной кровью, впадающей в правое предсердие.*

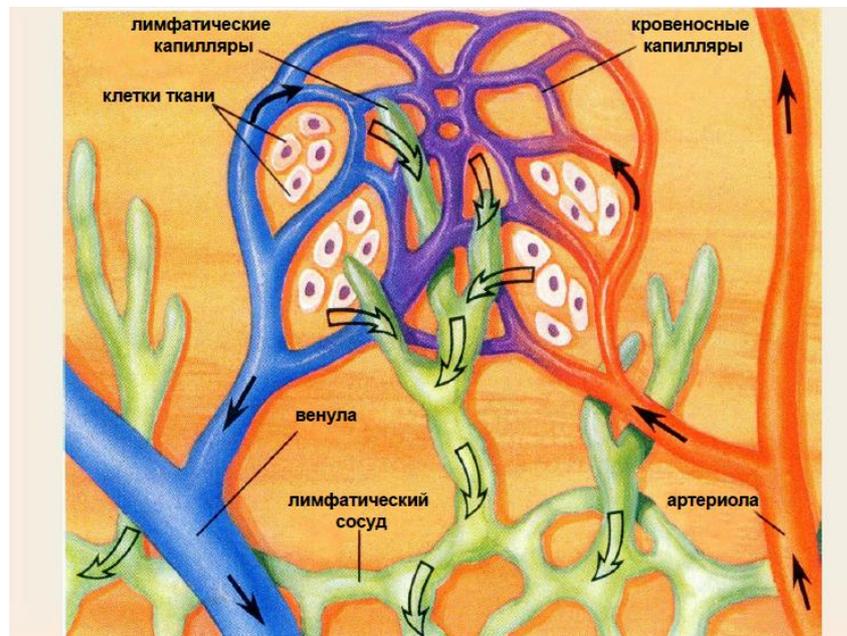


Рис. 1: Взаимосвязь лимфатических и кровеносных сосудов

Лимфатическая система играет важную роль в жизнедеятельности организма животных. Известно, что она выполняет дренажную, иммунологическую, кроветворную и другие функции. Практически все заболевания, и особенно заразного происхождения, так или иначе, отражаются на морфофункциональном состоянии органов лимфатической системы. Именно поэтому знание анатомических и топографических особенностей лимфатических узлов и сосудов имеет важное значение для практической ветеринарии, в частности, при осуществлении диагностических, терапевтических, оперативных и лабораторных мероприятий.

Анатомическая характеристика лимфатической системы

Лимфатическая система функционально теснейшим образом связана с кровеносной системой. Морфологическая связь осуществляется слиянием основных лимфатических стволов с краниальной полый веной, т.е. лимфатическая система – это придаток венозной сосудистой системы (см. рис. 2 и 3).

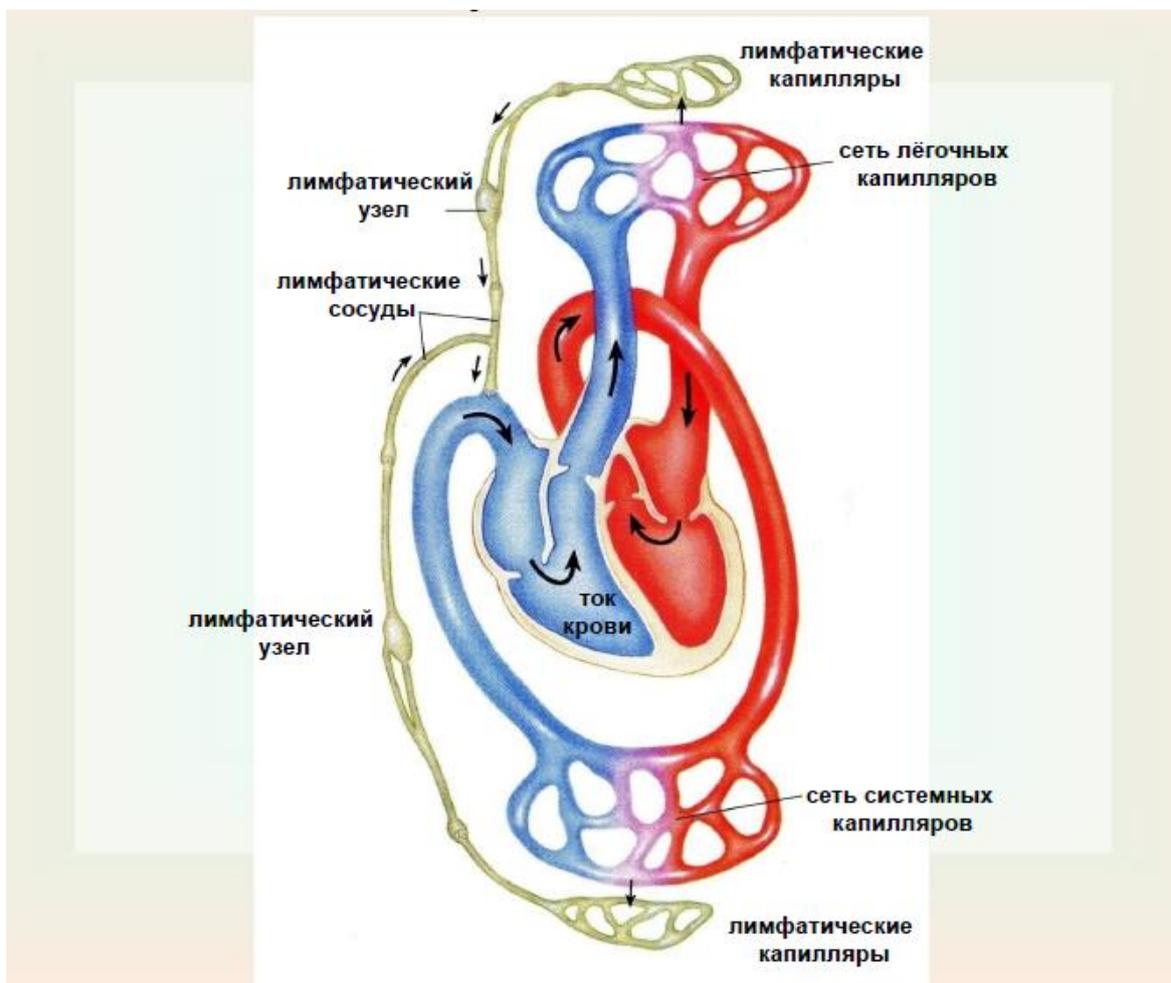


Рис. 2: Схема лимфатической системы

Итак, **лимфатическая система** – это:

- ✓ совокупность **лимфатических сосудов** (транспорт лимфы) и **лимфатических узлов** (фильтры + обогащение лимфоцитами и антителами);
- ✓ **часть ССС**, возвращает избыток жидкости из тканей и органов в вены – **дополнительное русло венозной системы**;
- ✓ **незамкнутая** – начинается слепо капиллярами в тканях и органах, заканчивается крупными протоками в **краниальной полый в.** (иногда ярёмной и др.);
- ✓ **часть иммунной системы** – лимфоузлы фильтруют протекающую лимфу, задерживая антигены + обогащают лимфоцитами, антителами.

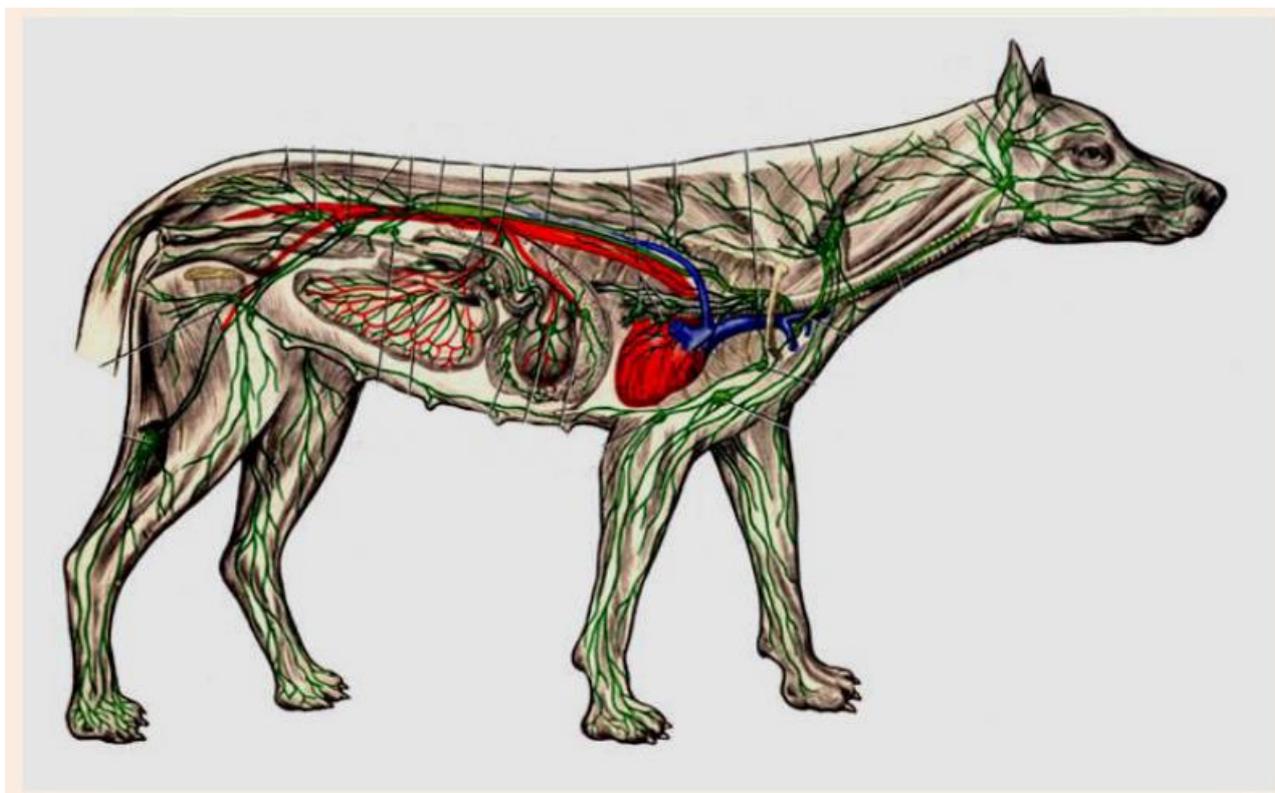


Рис. 3: Схема лимфатической системы собаки

Функции лимфатической системы многообразны: очистительная, эвакуаторная, барьерная, иммунной защиты, депонирующая кроветворная.

Итак, функции лимфатической системы:

1. **Защитная /иммунная/:**
 - ✓ фильтрация тканевой жидкости, удаление чужеродных веществ (погибших клеток, клеток-мутантов, микробов, токсинов, частиц пыли);
 - ✓ плазмоциты, имеющиеся в лимфоузлах, вырабатывают антитела - обеспечивают иммунитет;
 - ✓ обогащение лимфы и крови лимфоцитами из лимфоузлов;
2. **Дренажная** – отведение избытка тканевой жидкости от органов и тканей (нарушение - отеки и водянки);
3. **Транспортная** – перемещение с током лимфы крупномолекулярных белков и жира, всасываемых из кишечника;

Строение лимфатической системы. Лимфатическая система состоит из лимфатических капилляров, сосудов, стволов, протоков и лимфатических узлов, заполненных лимфой (тканевой жидкостью).

Состав лимфатической системы:

1. **лимфа**
2. **лимфатические капилляры**
3. **лимфатические посткапилляры**
4. **лимфатические сосуды:**
 - а) **мелкие**

- b) средние
- c) крупные
- 5. **лимфатические коллекторы** (стволы, протоки)
- 6. **лимфатические узлы**

Лимфа, заполняющая сосуды лимфатической системы, — это тканевая жидкость, всосавшаяся в лимфатическое русло из межклеточного вещества, межклеточных щелей, периневральных и периваскулярных пространств, серозных, синовиальных и других полостей. В лимфу проникают вещества и структуры (частички краски, бактерии и др.), которые в силу своих крупных размеров не могут попасть в кровеносное русло. По составу лимфа близка к плазме крови. Из клеток в ней преобладают лимфоциты, но в различных участках лимфатической системы могут встречаться в разных количествах и другие клетки крови.

Итак, лимфа (lymph):

- ✓ прозрачная жидкость щелочной реакции (pH 7,35 – 9,0);
- ✓ хим. состав: вода – 94-96%, белки – 4%, жир – 1%, минеральные вещества – 0,8%;
- ✓ объем: 55-60% от массы тела, включая тканевую жидкость и связанную воду;
- ✓ заполняет межклеточные пространства - *тканевая*, лимфососуды и лимфоузлы – *сосудистая*;
- ✓ состав: плазма лимфы + форменные элементы (лимфоциты). Плазма по составу = плазме крови, но содержит продукты обмена органов от которых оттекает;
- ✓ образуется: в межклеточных пространствах, в серозных полостях, синовиальных влагищах, бурсах, полостях мозга (мозговых желудочках), глазу, ухе и т.д.

Ток (течение, движение) лимфы (см. рис. 4) очень медленный и совершается благодаря присасывающему действию сердца, дыхательным движениям, сокращениям мышц, движениям органов, сокращениям мышечных элементов в стенках крупных лимфатических сосудов. Обратному току лимфы препятствуют клапаны, которые в стенках лимфатических сосудов, которые устроены также как и венозных сосудах, но расположены чаще, чем в венах.

Движение лимфы медленное (от нескольких мм до 1см/сек) и обусловлено:

1. внутритканевым давлением
2. внутрибрюшным давлением
3. присасывательной способностью грудной клетки и полых вен
4. током образующейся лимфы
5. сокращением стенок лимфатических сосудов
6. сокращением скелетных и гладких мышц органов
7. моторикой ЖКТ
8. дыхательными движениями
9. пульсацией кровеносных сосудов

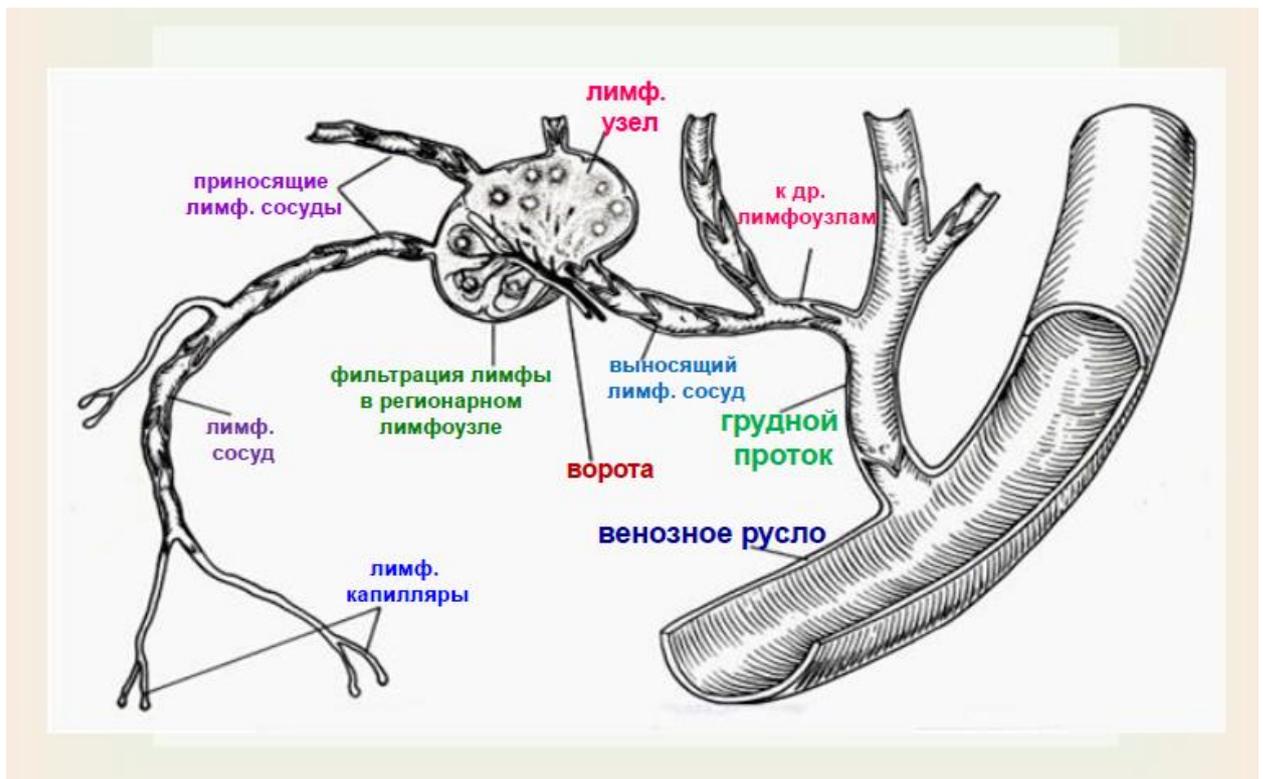


Рис. 4: Движение лимфы

Лимфатические капилляры начинаются слепыми выпячиваниями (наподобие пальцев перчатки), которые в кишечнике называются синусами (см. рис 5). Диаметр лимфокапилляров очень изменчив: от 5 до 100 мкм. В органах капилляры образуют узко- и широкопетлистые густые сети (рис. 7).

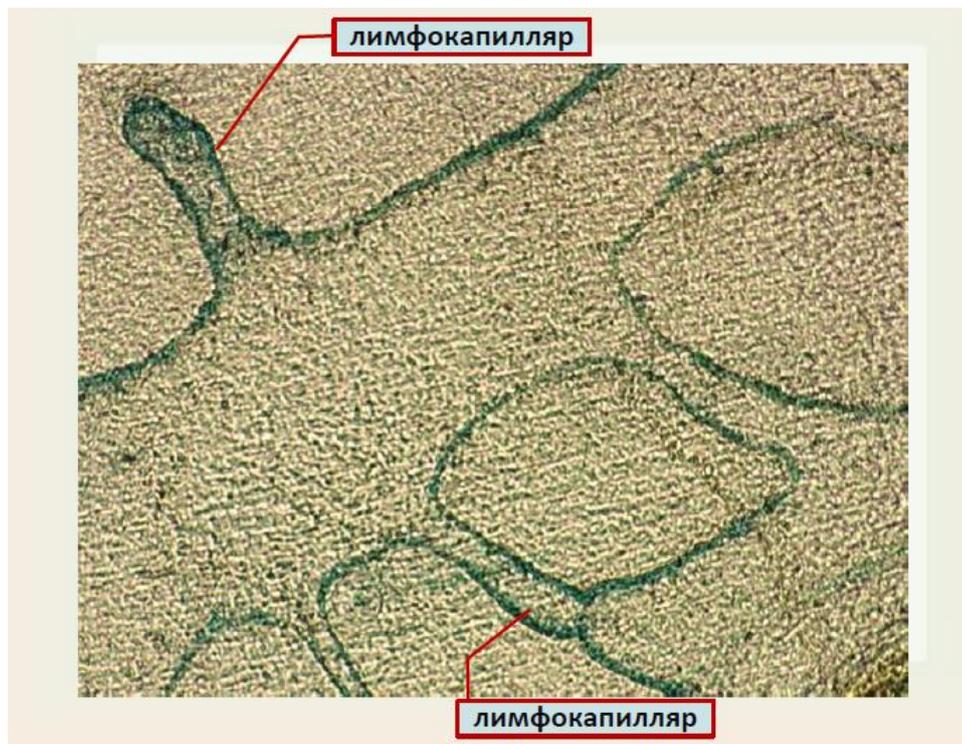


Рис. 5: Строение лимфокапилляров (микрпрепарат)

Есть органы, лишённые лимфатических капилляров. Это — мозг, паренхима селезёнки, эпителий кожи, слизистых оболочек и печени, хрящи, склера и хрусталик глаза. Стенка лимфатических капилляров очень тонка, она состоит только из одного слоя эндотелия (рис. 6) и не имеет базальной мембраны, поэтому обмен веществ между ними и тканевой жидкостью совершается легко.

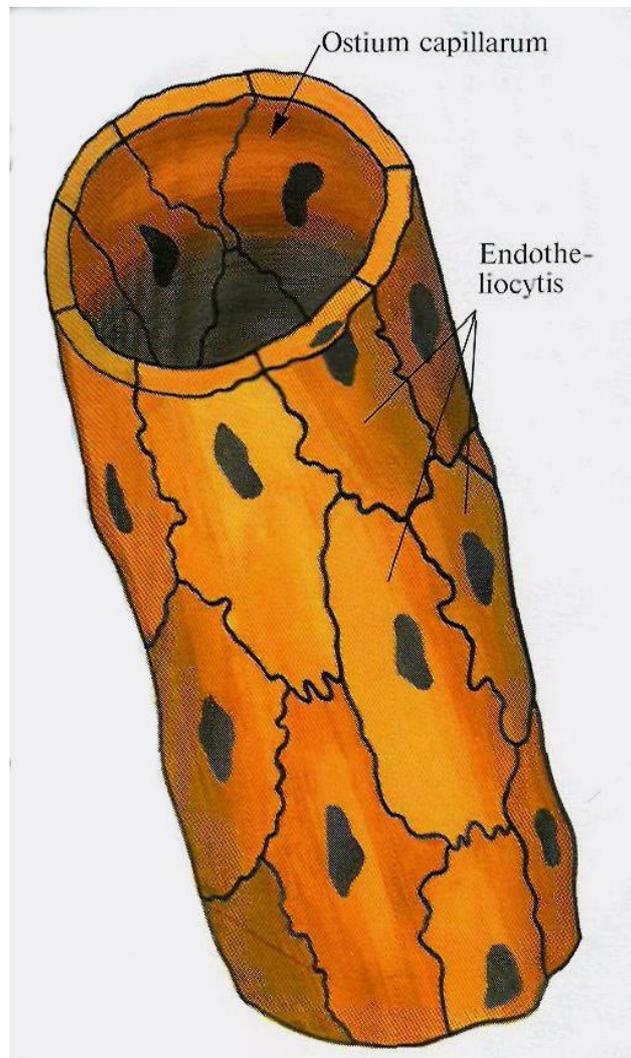


Рис. 6: Схема строения лимфокапилляра

Итак, лимфатические капилляры:

- ✓ **начинаются слепо** - «пальцы перчатки» или «булава»;
- ✓ стенка только из эндотелиоцитов (в 3-4 раза крупнее, чем в кровеносных капиллярах);
- ✓ опора за счёт стропных /якорных, фиксирующих/ нитей – крепятся к эндотелиоциту, а вторым концом – к строме параллельно капилляру. Способствуют дренажу – при сдавливании расширяют капилляр, увеличивая отток жидкости;
- ✓ теснее контакт с межклеточным веществом РСТ - более лёгкое проникновение частиц в щели между клетками эндотелия;
- ✓ неровные контуры, выпячивания, расширения в местах слияния;
- ✓ d в несколько раз больше чем у кровеносных (до 0,2мм).

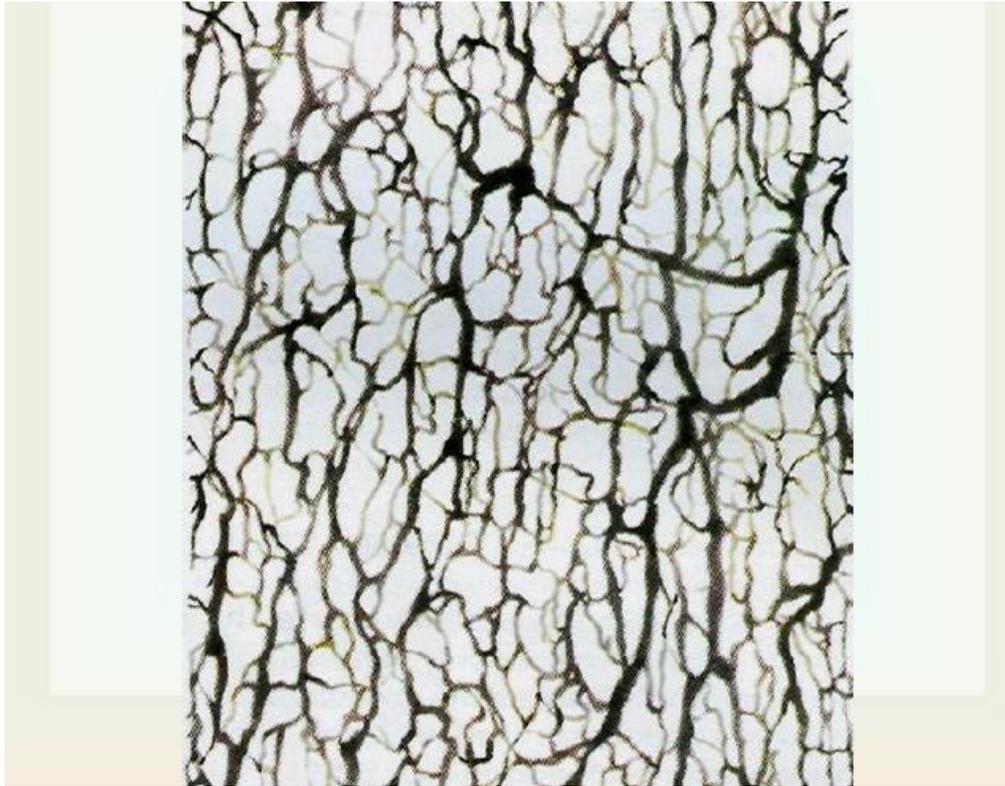


Рис. 7: Лимфокапиллярная сеть в серозной оболочке кишечника (микропрепарат)

Анатомический ход лимфокапилляров:

- ✓ соединяясь между собой, **формируют замкнутые лимфокапиллярные сети (см. рис. 7):**
 - a) *в объемных органах* (почки, печень, мышцы, легкие) капилляры идут в трех плоскостях – сеть **трёхмерная**;
 - b) *в плоских образованиях* (фасции, серозные оболочки, кожа, полые органы) – сеть **параллельна поверхности**;
- ✓ лежат **в строме**, между структурно-функциональными элементами органа (пучками мышечных волокон, печеночными дольками, почечными тельцами) по ходу соединительнотканых пучков, в которых проходят.

Посткапилляры – это крупные лимфатические капилляры, которые сливаясь образуют систему лимфатических сосудов.

Строение посткапилляров:

1. слой эндотелия;
 2. базальная мембрана - прерывистая
 - ✓ опора для эндотелия
 - ✓ имеет поры для лёгкого транспорта веществ;
 3. стропные нити;
 4. клапаны – складки эндотелия, обеспечивают ток лимфы в одном направлении: от периферии к сердцу;
- ❖ сливаясь, посткапилляры образуют лимфатические сосуды.

Лимфатические сосуды. Лимфатические сосуды подразделяют по топографии на поверхностные и глубокие, а по строению на мелкие, средние и крупные (см. рис. 8 и 9).

Анатомия лимфатические сосуды:

- ✓ условия гемодинамики = венам!

Лимфатические сосуды имеют сходство с венами в строении:

- 1) количество миоцитов зависит от локализации сосуда;
- 2) в сосудах с восходящим током лимфы число миоцитов растёт с увеличением калибра сосуда.

Отличия от вен:

- 1) клапаны во всех лимфососудах, а в венах – в 50%;
- 2) базальная мембрана эндотелия прерывистая (лёгкое проникновение веществ);
- 3) сосуды сосудов представлены артериями и венами.

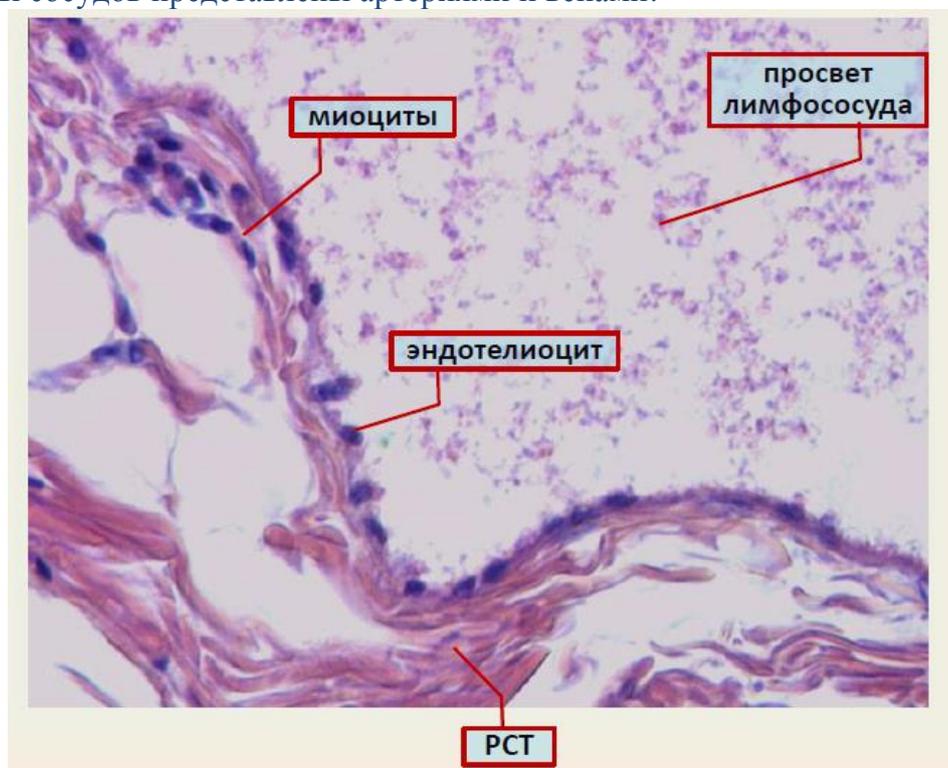


Рис. 8: Строение лимфатического сосуда (гистопрепарат)

Итак, лимфатические сосуды бывают – мелкие, средние и крупные.

1. **мелкие лимфососуды** по строению = венам со слабым развитием мышечных элементов:
 - ✓ интима – эндотелий (на прерывистой базальной мембране), образует клапаны;
 - ✓ медиа содержит мало миоцитов;
 - ✓ адвентиция – РСТ.
2. **средние и крупные лимфососуды** = средним и крупным венам:
 - ✓ интима – эндотелий на прерывистой базальной мембране, пучки коллагеновых и эластических волокон;
 - ✓ многочисленные клапаны;
 - ✓ медиа есть лишь в сосудах конечностей (циркулярные и косые пучки миоцитов);
 - ✓ адвентиция – РСТ.

Крупные лимфатические сосуды, сливаясь между собой формируют лимфатические коллекторы (стволы и протоки):

- ✓ образованы слиянием лимфососудов;
- ✓ 2 крупных протока: грудной и правый лимфатический!
- ✓ **грудной проток** = каудальной полой в. (интима и медиа тонкие, адвентиция в 3-4 раза толще их, вместе взятых).

Сходства в строении стенок лимфатического протока и полых вен:

- **интима** – эндотелий, подэндотелиальный слой, единичные продольно лежащие миоциты;
- **медиа** - циркулярно расположенные миоциты;
- **адвентиция** - мощные, продольные пучки миоцитов.

Отличия в строении стенок:

- ✓ базальная мембрана эндотелия – прерывистая, имеются **клапаны** (до 9 у человека);
- ✓ сосуды сосудов - артерии и вены;
- ✓ d грудного протока по ходу тока жидкости не увеличивается, а уменьшается

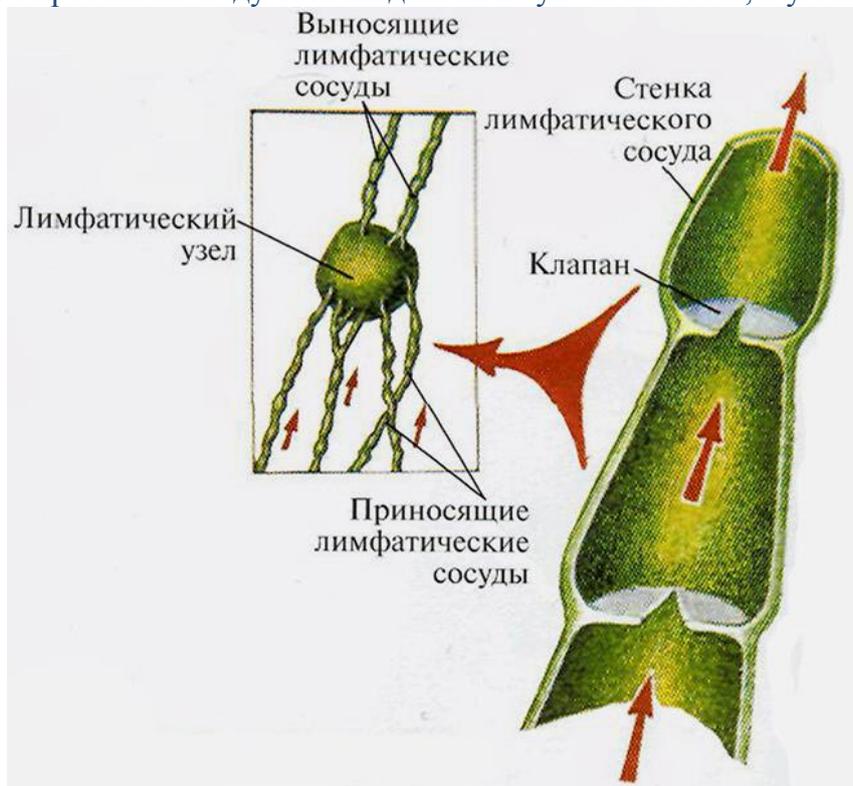


Рис. 9: Схема строения лимфатического сосуда (лимфангион)

Лимфангионы /клапанные сегменты/ лимфатического сосуда – это участки сосуда между двумя соседними клапанами (рис. 9);

- ✓ расстояние между клапанами 2-3мм – в мелких сосудах (внутриорганных), 12-15мм – в крупных (внеорганных);

различают 3 части:

1. **область прикрепления клапана** - здесь сосуд имеет перетяжку;
2. **клапанный синус** - расширение за клапаном;
3. **мышечную манжетку** - участок сегмента, где миоциты располагаются в 3 слоя:
 - а) *в среднем* - циркулярно (по крутой спирали),
 - б) *во внутреннем и наружном* - продольно (по полой спирали).

Лимфатические узлы — lymphonodi (Inn.) — выполняют защитную, барьерную и кроветворную функции. Это паренхиматозные органы бобовидной, уплощённо-овальной, гроздевидной формы от 0,2 до 20 см длины желтовато-бурого цвета (см. рис. 10, 11 и 12). У рогатого скота они крупные, общее количество достигает 300, у свиньи — до 200, у лошадей мелкие, лежат группами — пакетами до 40 шт., а общее количество достигает 8000 шт. Лимфатический узел одет капсулой, через которую в него входят приносящие (у свиньи выходят выносящие) лимфатические сосуды. С одной стороны, узел имеет углубление — ворота лимфатического узла. Из них выходят выносящие лимфатические сосуды и вены, входят артерии, нервы, а у свиньи и приносящие лимфатические сосуды.

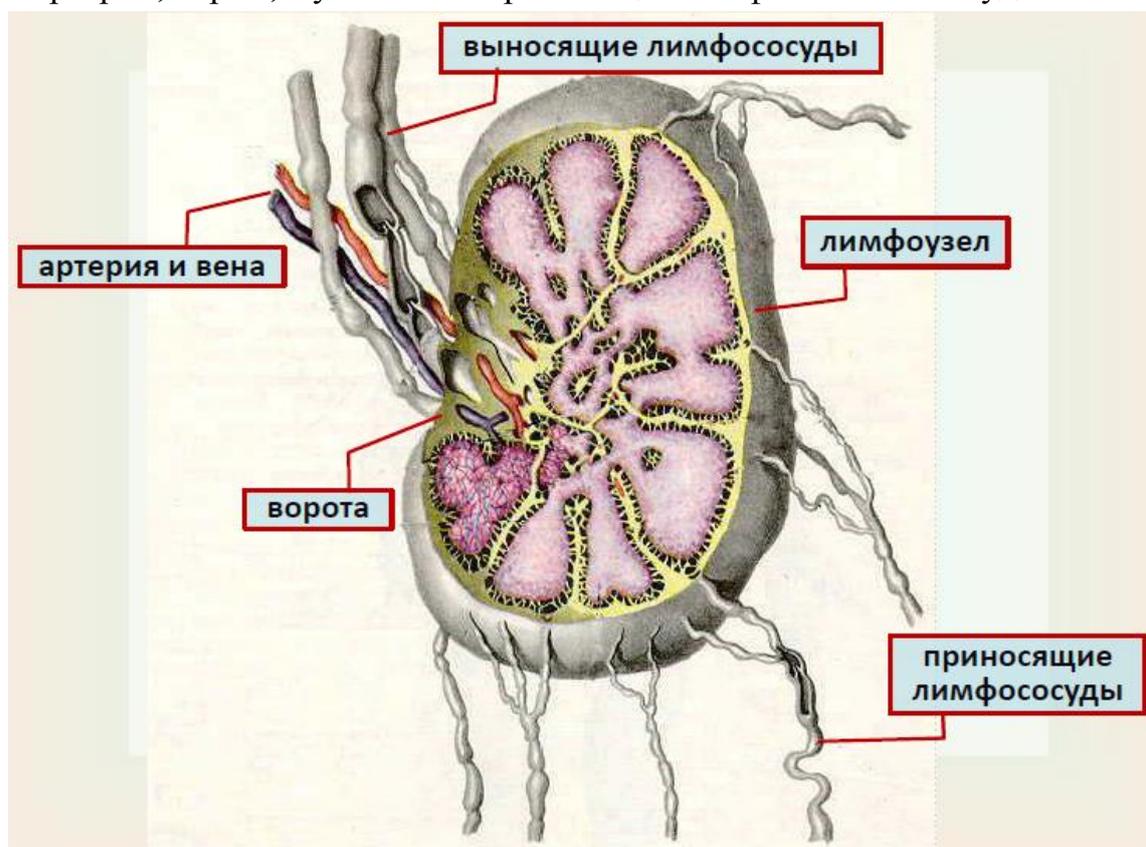


Рис. 10: Схема строения лимфатического узла

Область тела, с которой в лимфатический узел поступает лимфа, называется корнем лимфатического узла. Все лимфатические узлы объединены в группы — лимфоцентры, их насчитывают 19.

Итак, лимфатические узлы (lymphonodi) – это паренхиматозные органы из лимфоидной ткани.

✓ лежат по одиночку, чаще группами:

- a) по ходу крупных кровеносных сосудов брюшной полости и таза;
- b) в воротах органов (в корнях лёгких, в брыжейке кишечника, у ворот печени и селезёнки и т.д.);

- с) в подвижных и защищенных местах (шея, подколенная ямка, пах), где движения способствуют току лимфы;
- ✓ чаще **бобовидной формы** (см. рис. 11):
- **с выпуклой** поверхности входит много *приносящих* сосудов - «**корни**» лимфоузлов
- **с вогнутой** (из **ворот**) выходит мало *выносящих*, но большего d
- у свиньи – наоборот.

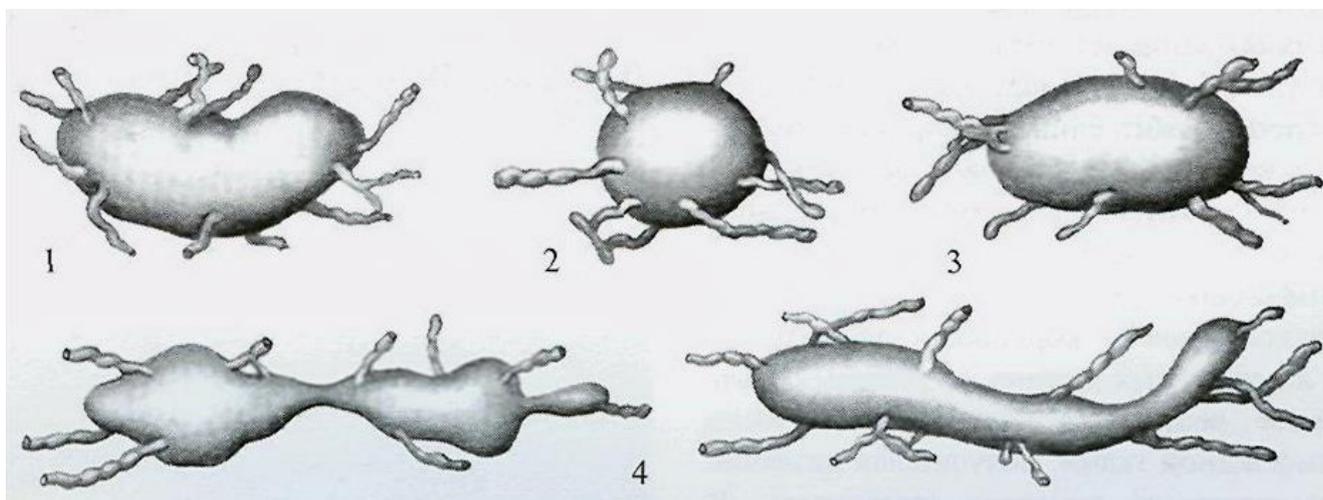


Рис. 11: Формы лимфатических узлов:

1 – бобовидная; 2 – округлая; 3 – овальная; 4 - сегментарная

Называются и классифицируются лимфатические узлы либо по месту расположения, либо по названию органа, с которого они собирают лимфу. По положению на теле лимфоузлы делят на **поверхностные** и **глубокие**, лимфоузлы внутренних стенок и стенок полостей.

Таким образом, лимфатические узлы классифицируют:

по принадлежности «корней»:

- 1) кожные;
- 2) кожно-мышечные;
- 3) внутренностные;
- 4) внутренностно-мышечные;
- 5) кожно-мышечно-внутренностные;
- ✓ **лимфоцентр** – один или группа лимфоузлов с постоянной топографией «корней» (местом сбора лимфы)
- ✓ **регионарные** лимфоузлы - собирают лимфу с определенной области тела (региона) – почечные, подчелюстные и т.д.

по строению:

1. **Компактные** – у хищников, малочисленные, но крупные (у собак – до 60);
2. **Дисперсные** – у лошади, многочисленные, но мелкие, располагаются пакетами до 40 штук (до 8000);
3. **Переходные** – у жвачных и свиньи (у свиней – 190-200, у крс – до 300),
- ✓ лимфоузлы, лежащие на фасции - *поверхностные*, под фасцией – *глубокие*
- ✓ величина лимфоузлов от 0,2 до 20см

- ✓ у молодых животных лимфоузлы крупнее, чем у старых
- ✓ цвет лимфоузлов в основном серый, розово - или желто-серый, но может изменяться в зависимости от функции лимфоузла.

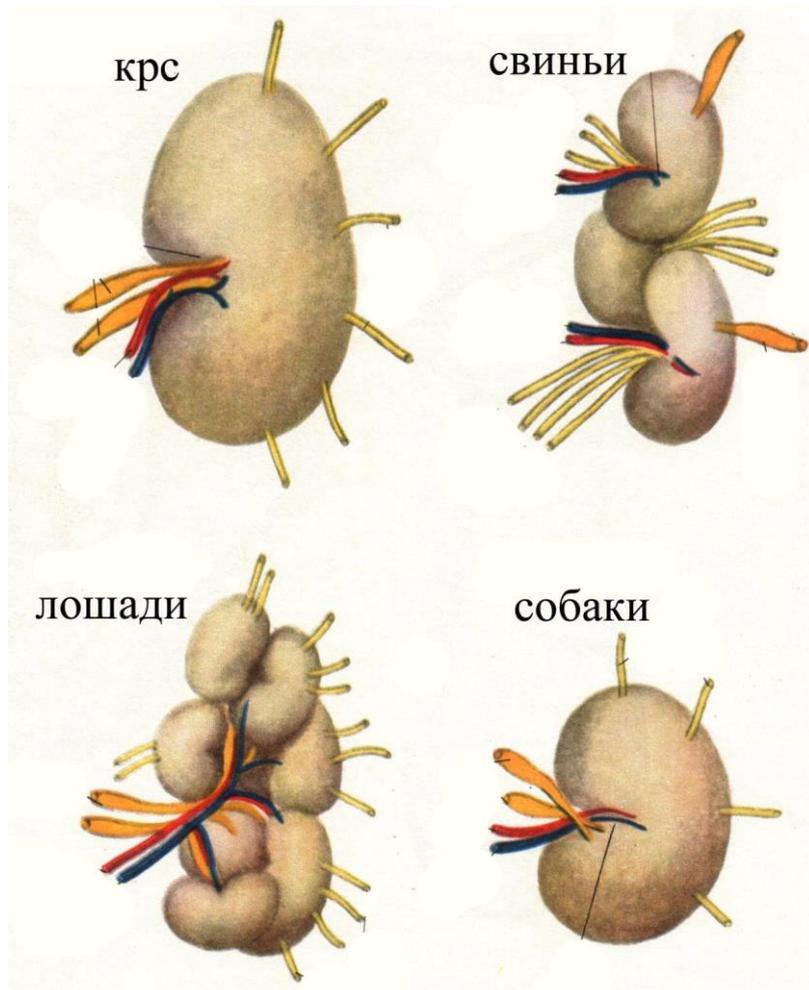


Рис. 12: Видовые особенности лимфатических узлов

Итак, лимфатический узел – это паренхиматозный орган, выполняющий функции лимфоузлов:

1. **кроветворная** - антигензависимая дифференцировка лимфоцитов
 - ✓ в эмбриональный период – универсальный кроветворный орган (короткое время);
2. **барьерно-защитная** – фагоцитоз макрофагами антигенов из лимфы (неспецифическая) + участие в специфических иммунных реакциях (к конкретному возбудителю);
3. **дренажная** – сбор лимфы из приносящих сосудов
 - ✓ при нарушении (удаление лимфоузла при раке) → разрыв связи лимфососудов с удаленными узлами → периферический отек – **лимфэдема**;
4. **депонирование лимфы** – в норме часть лимфы задерживается в узле и не циркулирует, при необходимости – поступает в лимфоток;
5. **обменная** – белки, жиры, углеводы из лимфы расщепляются макрофагами (ферментами лизосом).

Строение лимфоузла. Лимфоузел – паренхиматозный зональный орган, имеющий соединительнотканную строму и рабочую паренхиму.

Строма лимфоузла:

1. **капсула** – покрывает лимфоузел снаружи; состоит из ПСТ, содержит миоциты (движение лимфы), нервные окончания (боль при воспалении), проходят артерии и вены;
2. **трабекулы** – из ПСТ с единичными миоцитами; отходят от капсулы, образуют каркас лимфоузла;
3. **ретикулярная ткань** – трехмерной сетью заполняет пространства между трабекулами и капсулой.

Паренхима лимфоузла: все лимфоидные клетки (Т и В лимфоциты, проплазмоциты, плазмоциты, макрофаги и др.).

Строение лимфоузла на разрезе /зоны/ (см. рис. 13 и 14):

1. **корковая зона - В-зависимая**, содержит В-лимфоциты, формируют лимфоидные узелки (d до 1мм):
 - a) *первичные* – без реактивного центра, в эмбриональном периоде,
 - b) *вторичные* – с реактивным (светлым) центром – место превращения В-лимфоцитов в плазмоциты под влиянием антигенов. Формируются после рождения при контакте с антигенами (бактерии, вирусы и др.);
2. **паракортикальная зона – Т-зависимая**, содержит Т-лимфоциты;
3. **мозговая зона – В-зависимая**, состоит из *мозговых тяжей* (проплазмоциты мигрируют из коры и превращаются в плазмоциты – продуценты антител), между которыми – *мозговые промежуточные синусы*;

Итак, все лимфатические узлы подразделяются на поверхностные и глубокие.

Поверхностные узлы имеют большое диагностическое значение, так как они легкодоступны для обследования. К ним относятся подчелюстной, околоушный, заглоточный, поверхностный шейный, подмышечный, поверхностный паховый, надколенный, подколенный.

Околоушный лимфатический узел лежит под околоушной слюнной железой, собирает лимфу из органов и тканей головы. Подчелюстной и заглоточные лимфатические узлы лежат в межчелюстном пространстве и возле глотки, собирают лимфу из органов ротовой и носовой полостей, из слюнных желёз. Поверхностный шейный лимфатический узел расположен впереди плечевого сустава под плечеголовной мышцей и собирает лимфу с шеи, грудной конечности и грудной клетки. Подмышечный лимфатический узел находится позади плечевого сустава, собирает лимфу с грудной конечности. Надколенный лимфатический узел лежит впереди напрягателя широкой фасции бедра, собирает лимфу со стенок грудной,

брюшной, тазовой полостей, бедра и голени, а подколенный — на икроножной мышце, собирает лимфу с голени и стопы. Поверхностные паховые лимфатические узлы у самцов располагаются сбоку пениса, собирают лимфу с половых органов. У самок лежат сзади над основанием вымени и собирают и» него лимфу.

Глубокие лимфатические узлы стенок полостей тела лежат около тел позвонков, аорты, грудины. Лимфатические узлы внутренностей наиболее многочисленные, лежат возле органов, с которых собирают лимфу.

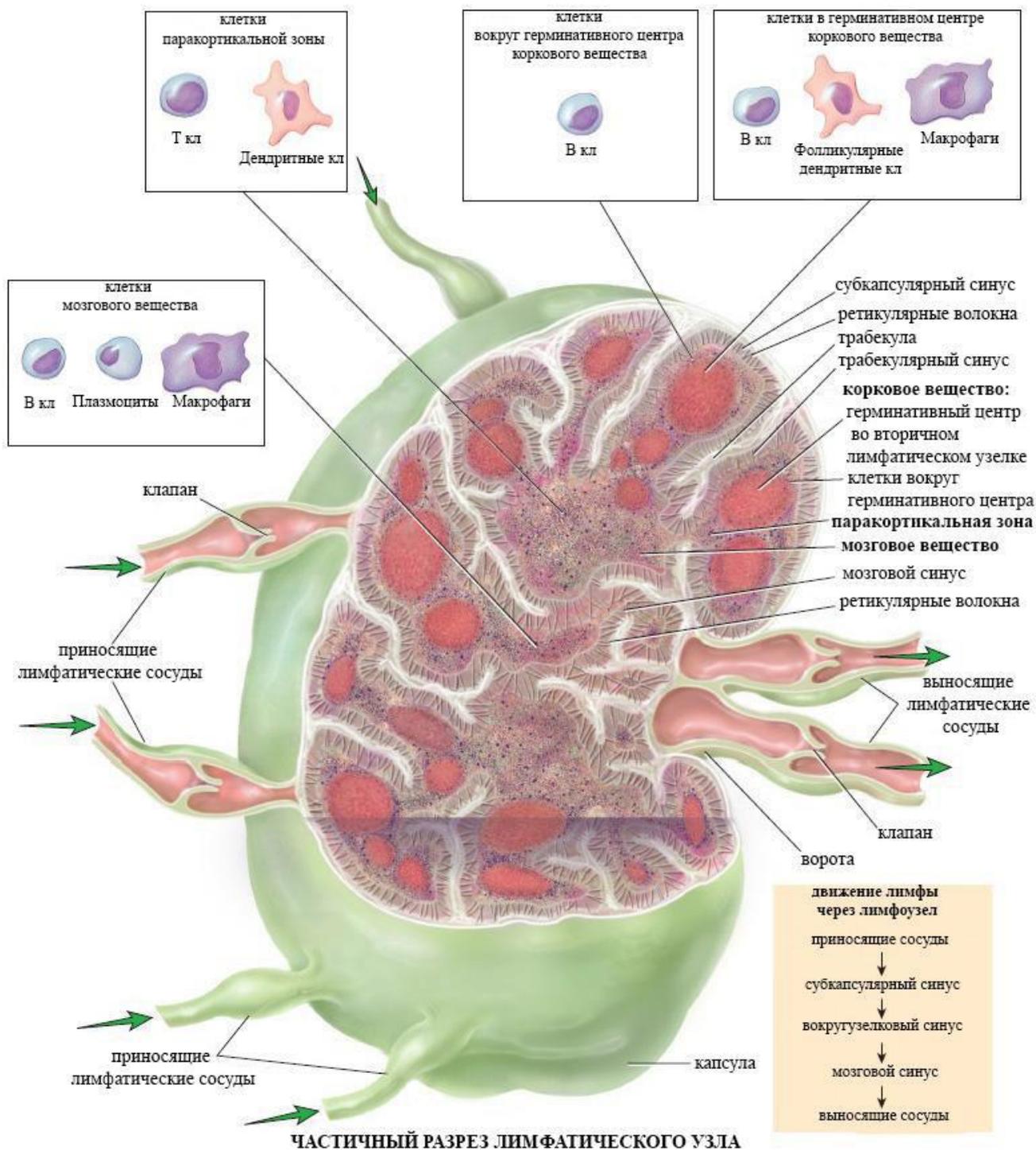


Рис. 13: Строение лимфатического узла (на разрезе)

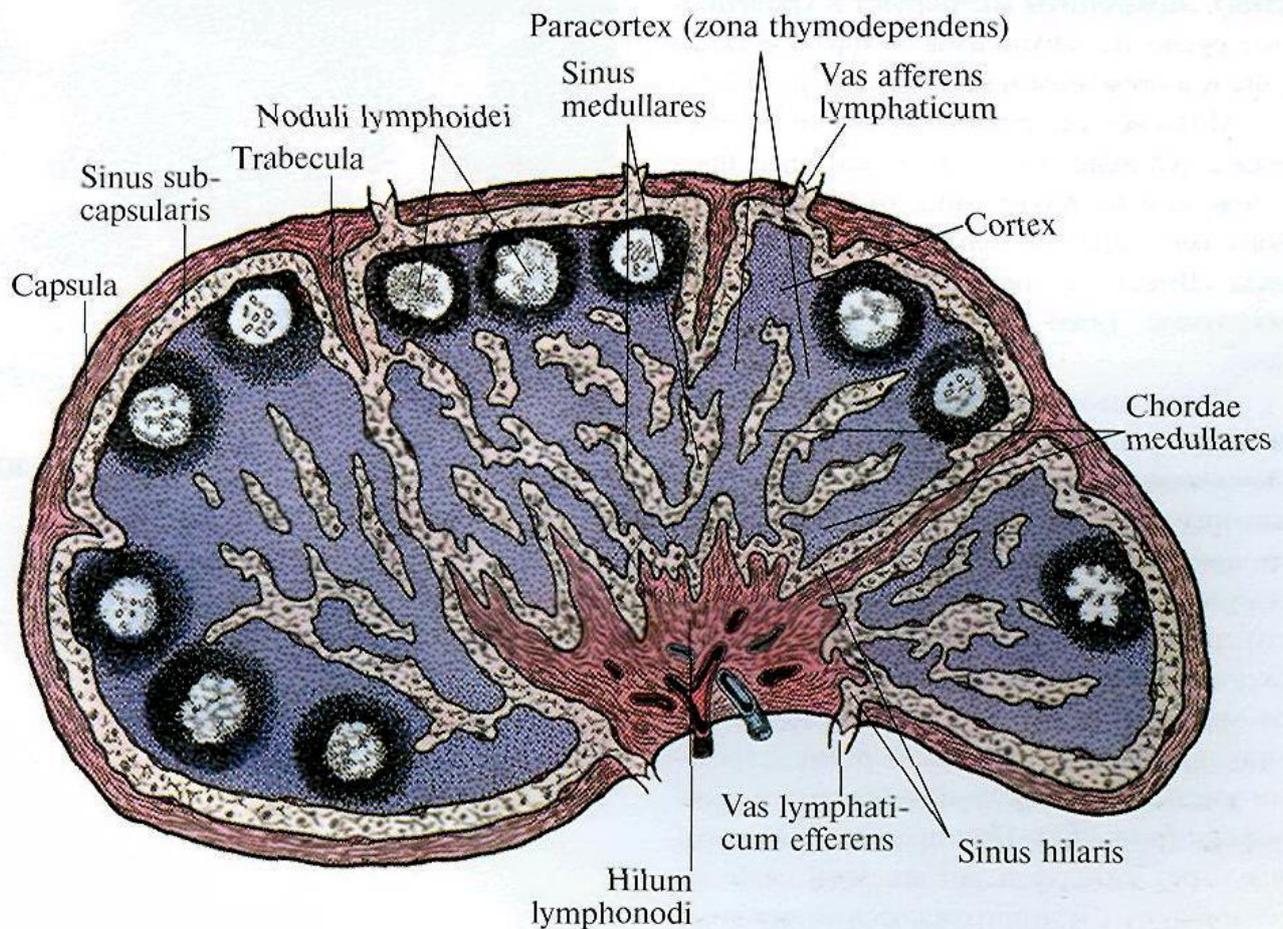


Рис. 14: Строение лимфатического узла (на разрезе)

Лимфатические синусы – совокупность лимфососудов для тока лимфы в лимфоузле (см. рис. 15 и 16):

- ✓ в синусах макрофаги фагоцитируют антигены из лимфы + она обогащается лимфоцитами и антителами:

 1. **субкапсулярный** /краевой/ - между капсулой и лимфоидными узелками;
 2. **вокругузелковые** /промежуточные корковые/- между трабекулами и узелками;
 3. **мозговые** - между трабекулами и мозговыми тяжами;
 4. **воротный** – в воротах лимфоузла

- ✓ приносящих сосудов больше чем выносящих → синусы образуют воронку в воротах лимфоузла → лимфоток под давлением для лучшей фильтрации,
- ✓ скорость лимфотока в синусах низкая для полного поглощения антигенов макрофагами.

Прежде чем разбирать конкретные лимфатические сосуды и узлы тела животных на лабораторных занятиях, следует рассмотреть общие понятия. При этом обратите внимание на то, что лимфатическая система включает в себя: лимфу, лимфатические узлы и центры. Помните, что лимфа (lymph) — это прозрачная тканевая жидкость, заполняющая межклеточные пространства и лимфатические сосуды. Лимфатические узлы (Lymphonodus) — регионарные органы, состоящие из ретикулярной ткани, выполняющие кроветворную и дренажную функции. Далее следует рассмотреть строение лимфатических узлов и сосудов, при этом важно понять, что лимфоузел оформлен из ретикулярной ткани, составляющей мозговое вещество узла. Лимфатические сосуды имеют схожее строение с венозными сосудами, эндотелий которых также формирует клапаны в виде небольших складочек. Следует выяснить, что, как правило, лимфатические сосуды впадают в региональные лимфатические узлы и называются приносящими (афферентные), лимфатические сосуды, собирающие лимфу из лимфоузлов, носят название выносящих (эфферентных).

кандидат ветеринарных наук, доцент Бармин С.В.