

**Массоперенос в  
межклеточных пространствах.  
Лимфообращение.**



# Элементы межклеточного пространства:

- **1) Микроокружение клеток.**
- а) имеет структурную часть – гликокаликс,
- б) жидкую часть – микроокружение клеток.
- **2) Интерстициальное пространство.**
- а) структурная часть образована волокнами и аморфным веществом.

- б) жидкая часть интерстициальных пространств.
- Жидкая часть микроокружения клеток
- и жидкая часть собственно интерстициальных пространств
- обозначается термином «микросреда межклеточных пространств».

# Роль межклеточных пространств

- 1) Транспортная.
- 2) Информационная.
- Заключается в том, что содержание веществ в межклеточных пространствах влияет на микроокружение клеток и на их функциональное состояние.

# Движущие силы массопереноса в межклеточном пространстве:

- Градиенты:
- концентрационный,
- электрохимический ,
- градиенты давления.
- Они обеспечивают диффузию веществ и фильтрацию воды.

# Условия транспорта веществ в межклеточном пространстве.

- Они определяются свойствами интерстиция.
- Интерстициальный гель
- представляет собой раствор длинных
- отрицательно заряженных молекул,
- образующих сложную трехмерную сеть.

- Ячейки сети имеют определенные размеры,
- которые могут меняться.
- Это обеспечивает пропускание веществ в зависимости от их размера и заряда.

- Между участками геля существуют пространства свободной жидкости — каналы.
- На  $1 \text{ мкм}^3$  ткани может находиться 10 каналов шириной 10 нм.
- Такая гетерогенность (существование двух фаз: геля и воды)
- определяет особенности перемещения воды и газа в межклеточном пространстве.



# Особенности транспорта.

- I. Крупные молекулы перемещаются в соответствии с их размером и зарядом с помощью гельфильтрации
- а) по водным каналам между участками геля.
- б) по градиенту гидростатического давления.

## II. Транспорт молекул малых размеров.

- Незаряженные молекулы относительно легко диффундируют через гель (например, глюкоза),
- а также по каналам (это основной способ транспортировки).

- Транспорт по каналам обеспечивает наиболее быстрое обновление микроокружения клеток.

# Регуляция интерстициального транспорта.

- Открытие и закрытие каналов интерстиция, их количество зависит:
- 1) От состава микросреды, который зависит от активности клеток.
- Так, повышение активности клетки приводит к накоплению в интерстиции метаболитов ( $H^+$ ).
- $H^+$  способствуют новообразованию каналов, что сопровождается увеличением фильтрации.

## 2) От осмотического давления

- Повышение осмотического давления микросреды за счет метаболитов приводит к усилению осмотического
- тока воды и веществ через интерстиций.
- Это нормализует состав микросреды и количество функционирующих каналов уменьшается.
- Т.е. происходит процесс саморегуляции интерстициального
- транспорта.

# **Лимфообразование и лимфообращение.**

# Функции лимфатической системы

- Лимфатическая система (ЛС) выполняет ту же функцию, что и венозная.
- 1. Возвращает к сердцу жидкость, но из межклеточных пространств.
- 2. ЛС соединяет межклеточное пространство с кровеносной системой.



## Лимфообразование обеспечивает:

- 1) транспорт веществ,
- 2) защитную функцию,
- 3) регуляторную функцию.

# Строение лимфатической системы

- ЛС начинается слепыми капиллярами с крупными межэндотелиальными щелями.
- Капилляры сливаясь, образуют все более крупные сосуды, в основном имеющие мышечный слой и клапаны.

- Центральным коллектором лимфы у человека является грудной проток.
- Особая роль принадлежит лимфатическим узлам (около 460). В них задерживаются и фагоцитируются бактерии.

# **Факторы, влияющие на образование лимфы.**

- 1) Функциональное состояние кровеносной системы, особенно венозной.
- Так, в результате сужения посткапиллярных вен внутрикапиллярное давление повышается (гидростатическое давление), способствуя увеличению фильтрации и образованию лимфы.

- 2) Площадь функционирующих капилляров, т. е. площадь фильтрации.
- Например, при мышечной работе, особенно при ритмической увеличивается микроциркуляторное русло, что ведет к повышению образования лимфы.

- 3) Величина артериального давления.
- При его повышении фильтрация в МЦР растет и увеличивается лимфообразование.
- 4) Проницаемость капилляров.
- Например, гистамин, брадикинин, бактериальные токсины
- повышают проницаемость кровеносных капилляров, в результате растет лимфообразование.



- Стенка лимфатических капилляров хорошо проницаема для белков.
- Они легко проникают в лимфатический капилляр и обеспечивают удержание в капилляре воды, увеличивая количество образующейся лимфы.

- Лимфа от различных органов имеет различный состав, отражающий его функцию.

# Движение лимфы.

1. Перемещение лимфы обеспечивается сокращением стенок лимфатических сосудов разного калибра, лимфатических узлов и протоков. В результате создается градиент давления.

- Сокращения обеспечиваются фазными и тоническими миоцитами в лимфангионах (участок между двумя клапанами)

# Миоциты фазного типа

- Ритмически сокращаются с частотой 10-20 в минуту
- ( медленные 2 - 5).
- Осуществляют насосную функцию.
- Стимуляция  $\alpha$ - АР повышает частоту сокращений,  $\beta$ -АР – тормозит.

# Миоциты тонического типа

- обеспечивают изменение тонуса , просвета сосуда и его емкости.

- Миоциты лимфангиона чувствительные к физическим и химическим воздействиям.

- 2) Движению лимфы помогают скелетные мышцы.
- 3) Присасывающее действие грудной клетки.
- Во время вдоха приток лимфы увеличивается.



# Состав лимфы.

- Термин «лимфа» в переводе с латинского – влага, чистая вода.
- Но на самом деле она состоит из лимфоплазмы и форменных элементов.
- Количество и состав лимфы определяется рядом обстоятельств:

- 1) характером образующейся межклеточной жидкости – органоспецифичность лимфы;
- 2) деятельностью лимфатических узлов;
- 3) деятельностью органов, их активностью.

В соответствии с этим различают:

- 1) лимфу периферическую – доузловую;
- 2) промежуточную – после прохождения через лимфатический узел;
- 3) центральную – лимфу грудного лимфатического протока.

- Характеристика состава лимфы
- и лейкоцитарная формула центральной лимфы
- имеет клинико-диагностическое значение.

# Состав центральной лимфы.

- **Анионы:**  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,
- **Катионы**  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,
- **различные ферменты.**
- **Лимфатическая система депонирует**  
**ВИТАМИНЫ.**
- **Содержит факторы свертывания**  
**крови.**

## Лейкоциты лимфы:

- **90%** - Т и В – лимфоциты.
- **5%** - моноцитов.
- **1%** - сегментоядерных нейтрофилов.
- **2%** - эозинофилов.
- белки.

# Значение лимфообразования.

- **1) Лимфа выполняет барьерную функцию: более 460 лимфатических узлов задерживают биологические и небιологические вещества.**

- **2) Гемопоэтическая функция.**  
Ее выполняют лимфатические узлы и лимфатические фолликулы пищеварительного тракта (образование лимфоцитов).



### • 3) Иммунологическая функция

- связана с выработкой антител плазматическими клетками
- и фагоцитарной активностью содержащихся лейкоцитов — ретикулярных клеток.

- Таким образом, барьерная функция лимфы
- дополняется реакциями клеточного и гуморального иммунитета
- в самой лимфатической системе.

## 4) Обменная функция

- **а) Осуществляет обмен воды –** возвращает за сутки 10%  $H_2O$ , не реабсорбировавшейся после фильтрации в МЦР.
- Объем циркулирующей лимфы 1,5 – 2 литра.
- При физических нагрузках, стоянии (уменьшении венозного оттока) образование лимфы увеличивается в 10 – 15 раз.

- Отток такого количества лимфы
- осуществляется
- путем перераспределения жидкости
- через вено – лимфатические контакты в посткапиллярные венулы.
- То есть включаются дополнительные пути оттока лимфы из органов.
- Кроме того, лимфатические узлы могут ее депонировать временно.
- Размер узлов увеличивается при этом на 50%

## б) Обмен белков.

- За сутки  $\approx 100$  гр. белка ВЫХОДИТ ИЗ КРОВЕНОСНОГО РУСЛА И ПОЧТИ СТОЛЬКО ЖЕ ВОЗВРАЩАЕТСЯ ОБРАТНО С ЛИМФОЙ.
- В периферической лимфе содержание белка зависит от органа.

- Так, в лимфе оттекающей от ЖКТ белка содержится от 1,5 до 30 – 40 г/л.,
- в лимфе, оттекающей от печени – 60г/л.



- Количество белка в центральной лимфе составляет 70% от количества белка крови.
- Обнаруживаются все белковые фракции, но в меньшем количестве за исключением альбуминов.

## в) Обмен жиров.

- Лимфа – основной путь поступления жиров из ЖКТ.
- За сутки из кишечника всасывается от 10 до 150 грамм жира.
- После приема пищи через 2 – 3 часа содержание жира в лимфе возрастает до 3 раз.
- Максимум содержания (до 25 – 41 г/л) через 4 – 6 часов.
- В покое в центральной лимфе содержится 3 г/л жира.