

**Министерство здравоохранения Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»**

**Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии**

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**для проведения занятия со студентами II курса лечебного факультета и ФИС  
по гистологии, цитологии и эмбриологии**

**Тема 12: «ГИСТОФИЗИОЛОГИЯ МУЖСКОЙ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ»**

**Время – 4 а. ч.**

**Авторы:**

**зав. каф. к.м.н.**

**доцент, к.б.н.**

**доцент, к.м.н.**

**И. Л. Кравцова**

**Н. Г. Мальцева**

**Е. К. Солодова**

**Гомель, 2022 г.**

## МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ.

Органы половой системы принимают участие в обеспечении и сохранности биологического вида благодаря присущей им генеративной функции. Не менее важной является также эндокринная функция половых желез. Она обеспечивает реализацию генеративной функции, определяет вторичные половые признаки вида, половое поведение. Проблема развития пола представляет интерес для клиницистов. Причиной бесплодных браков могут являться врожденные или вторично приобретенные нарушения генеративной либо эндокринной функции половых желез. Функциональные сдвиги сопровождаются изменениями нормальной структуры органов, представление о которой должен иметь квалифицированный специалист.

## ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ

Изучение микроскопического и ультрамикроскопического строения и гистофизиологии органов мужской половой системы.

## ЗАДАЧИ

### Студент должен знать:

- 1) Развитие, строение и гистофизиологию семенников, их генеративную и эндокринную функции.
- 2) Особенности микроскопического строения разных отделов семявыносящих путей.
- 3) Микроскопическое строение предстательной железы и семенных пузырьков.

### Студент должен уметь:

- 1) Определять органы мужской половой системы и их ткани на микроскопическом уровне.
- 2) Идентифицировать типы клеток в составе эпителио-сперматогенного слоя и гормонпродуцирующие клетки яичка.
- 3) Объяснить содержание и сущность фаз сперматогенеза.
- 4) Объяснить механизмы регуляции генеративной и эндокринной функции яичка.
5. Объяснить особенности эмбрионального развития органов мужской половой системы.

## ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНОМУ УРОВНЮ ЗНАНИЙ.

Для полного усвоения темы студенту необходимо знать из курса медицинской биологии строение сперматозоида и фазы сперматогенеза.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН.

- 1) Строение сперматозоида.
- 2) Фазы сперматогенеза
- 3) Строение мужских половых органов

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

1. Источники эмбрионального развития половых клеток и органов мужской половой системы.

2. Строение, функции и тканевой состав органов мужской половой системы.
3. Извитые семенные канальцы семенника.
4. Генеративная функция семенника. Сперматогенез.
5. Эндокринная функция семенника.
6. Гемато-тестикулярный барьер, его роль.
7. Придаток семенника: развитие, строение, функции.
8. Семявыносящий проток: развитие, строение, функции.
9. Предстательная железа: строение и функции.

## УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Первичная закладка гонад возникает у зародыша в виде утолщения целомического эпителия – половых валиков – на поверхности первичной почки – вольфова тела. От половых валиков в строу первичной почки, состоящей из мезенхимы, прорастают половые шнуры – тяжи, состоящие из гоноцитов, окруженных клетками фолликулярного эпителия. Описанный этап развития половой системы характеризует индифферентную стадию. В дальнейшем мужская половая система развивается независимо от женской. Своими дистальными концами половые шнуры, разветвляясь, соединяются с почечными канальцами первичной почки; в свою очередь, эти канальцы впадают в проток первичной почки. Половые шнуры становятся семенными трубочками будущего семенника, а почечные канальцы – выносящими канальцами, дифференцируясь в сеть яичка. Верхний отдел протока первичной почки, многократно извиваясь, формирует придаток семенника, в то время как его нижняя часть превращается в семявыносящий канал. Предстательная железа и семенные пузырьки развиваются как выросты стенки мочеполювого синуса.

Снаружи семенник покрыт белочной оболочкой. На заднем крае яичка белочная оболочка утолщается, формируя средостение от которого вглубь железы, отходят соединительнотканые перегородки, разделяющие железу на дольки (около 250 долек), в каждой из которых находится 1-4 извитых семенных канальца. Приближаясь к средостению, канальцы (300-450 в каждом семеннике), сливаются и становятся прямыми, а в толще средостения соединяются с канальцами сети семенника. Из этой сети выходит 10-12 выносящих канальцев, впадающих в проток придатка.

Стенку семенного канальца образует собственная оболочка, состоящая из базального слоя, миоидного слоя и волокнистого слоя. Внутреннюю выстилку канальца образует эпителиосперматогенный слой, расположенный на базальной мембране.

В соединительной ткани между семенными канальцами расположены гемакапилляры и лимфокапилляры, обеспечивающие обмен веществ между кровью и сперматогенным эпителием. Избирательность поступления веществ из крови в сперматогенный эпителий обеспечивается гематотестикулярным барьером. ГТБ называется совокупность структур, располагающихся между просветами капилляров и семенных канальцев.

Эпителиосперматогенный слой имеет две основных популяции клеток: сперматогенные клетки, находящиеся на различных стадиях дифференцировки (стволовые клетки, сперматогонии, сперматоциты, сперматиды и сперматозоиды) и поддерживающие клетки, или сустентоциты (клетки Сертоли).

Поддерживающие клетки лежат на базальной мембране, имеют пирамидальную форму и достигают своей вершиной просвета извитого семенного канальца. На боковых поверхностях сустентоцитов образуются бухтообразные углубления, в ко-

торых располагаются дифференцирующиеся сперматогонии, сперматоциты и сперматиды. Между соседними поддерживающими клетками формируются зоны плотных контактов, которые подразделяют сперматогенный эпителий на два отдела – наружный базальный и внутренний адлюминальный. В базальном отделе расположены сперматогонии, имеющие максимальный доступ к питательным веществам, поступающим из кровеносных капилляров. В адлюминальном отделе находятся сперматоциты на стадии мейоза, а также сперматиды и сперматозоиды, которые не имеют доступа к тканевой жидкости и получают питательные вещества непосредственно от поддерживающих эпителиоцитов. Поддерживающие эпителиоциты создают микросреду, необходимую для дифференцирующихся половых клеток. Кроме того, они синтезируют андрогенсвязывающий белок (АСБ), который транспортирует мужской половой гормон к сперматидам.

В рыхлой соединительной ткани между петлями извитых канальцев (вокруг кровеносных капилляров) располагаются интерстициальные клетки – гландулоциты (клетки Лейдига). Эти клетки сравнительно крупные, округлой или многоугольной формы, с ацидофильной цитоплазмой, хорошо развитой гладкой эндоплазматической сетью, многочисленными митохондриями с трубчатыми и везикулезными кристами. Клетки Лейдига вырабатывают мужской половой гормон – тестостерон.

Предстательная железа, или простата, – мышечно-железистый орган, охватывающий верхнюю часть мочеиспускательного канала (уретры), в которую открываются протоки многочисленных простатических желез.

Предстательная железа – дольчатая железа, покрытая тонкой соединительнотканной капсулой. Ее паренхима состоит из многочисленных отдельных слизистых желез, выводные протоки которых открываются в мочеиспускательный канал. Железы располагаются вокруг мочеиспускательного канала тремя группами: центральная, периферическая и переходная.

Периферическая группа занимает большую часть органа и состоит из собственно предстательных желез. Концевые отделы альвеолярно-трубчатых предстательных желез образованы высокими слизистыми экзокриноцитами, между основаниями которых располагаются мелкие вставочные клетки. Выводные протоки перед впадением в уретру расширяются в виде ампул неправильной формы, выстланных многорядным призматическим эпителием. Мышечно-эластическую строму железы образуют рыхлая волокнистая соединительная ткань и мощные пучки гладких мышечных клеток, радиально расходящиеся от центра предстательной железы и разделяющие ее на дольки. Каждая долька и каждая железа окружены продольными и циркулярными слоями гладких мышечных клеток, которые, сокращаясь, выбрасывают секрет из предстательных желез в момент эякуляции.

Функции предстательной железы многообразны. Вырабатываемый простатой секрет, выбрасываемый во время эякуляции, содержит иммуноглобулины, ферменты, витамины, лимонную кислоту, ионы цинка и др. Секрет участвует в разжижении эякулята, поддерживает движение и жизнедеятельность сперматозоидов, повышая их устойчивость к различным неблагоприятным условиям.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЗАНЯТИЯ

### Микропрепараты

Препарат № 1. СЕМЕННИК. Окраска: гематоксилин-эозин. При малом увеличении микроскопа четко видна, окружающая семенник, плотная соединительнот-

канная (белочная) оболочка, покрытая снаружи серозой. Внутри органа видны поперечно срезанные извитые семенные канальцы, в которых осуществляется процесс сперматогенеза. Все пространство между ними заполнено интерстициальной тканью – рыхлая волокнистая соединительная ткань.

Большое увеличение позволяет детально рассмотреть структурную организацию извитого семенного канальца. Его стенка образована сперматогенным эпителием, расположенным на базальной мембране. Сперматогенный эпителий представлен эпителиальными клетками Сертоли (суспендоциты) и мужскими половыми клетками на разных стадиях развития. На базальной мембране видны крупные, судя по размерам ядер, клетки Сертоли с неправильными нечеткими контурами, в ядре которых обычно просматривается ядрышко округлой формы. Суспендоциты относятся к полифункциональным элементам семенника и наряду с другими клетками выполняют функцию гормонопродукции. На базальной мембране на уровне ядер суспендоцитов располагаются ядра сперматогоний. Второй ряд ядер в семенном канальце занимают более крупные ядра сперматоцитов первого порядка. Ядра этих клеток находятся в профазе первого деления мейоза, о чем свидетельствует их различная структура и величина. Сперматоциты второго порядка на гистологических препаратах обнаруживаются редко, так как продолжительность их жизни мала вследствие того, что они быстро претерпевают второе деление созревания (эквационное), давая начало следующей генерации клеток сперматогенного эпителия. Этими клетками являются сперматиды – клетки первоначально округлой формы и небольших размеров. Из сперматид путем дальнейших преобразований образуются сперматозоиды.

Как правило, на поперечном срезе каждого извитого семенного канальца, ближе к его просвету находятся сперматиды как более ранних, так и более поздних этапов развития. Все перечисленные клетки сперматогенного эпителия располагаются в семенных канальцах строго упорядоченно. Так как процесс сперматогенеза по длине извитого канальца длится волнообразно (у человека около 75 суток), то каждый отрезок канальца имеет определенный набор клеток сперматогенного эпителия. Поэтому более правильное представление о структуре семенника создается в том случае, когда изучается несколько срезов извитых семенных канальцев.

В интерстициальной ткани семенника, помимо элементов рыхлой волокнистой соединительной ткани, располагаются полигональной или округлой формы клетки с округлыми ядрами и оксифильно окрашенной, часто вакуолизированной цитоплазмой. Описанные клетки вырабатывают мужские половые гормоны и называются гранулоцитами (клетки Лейдига). С большого увеличения микроскопа зарисовать 1-2 извитых семенных канальца и участок интерстициальной ткани между ними. На рисунке обозначить: 1) белочную оболочку, 2) интерстициальную ткань, 3) интерстициальные клетки (клетки Лейдига), 4) кровеносные 5) ядра фибробластов, 6) ядра поддерживающих клеток (клетки Сертоли), 7) сперматогонии, 8) сперматоциты, 9) сперматиды, 10) сперматозоиды в стадии формирования.

Препарат № 2. ПРИДАТОК СЕМЕННИКА. Окраска: гематоксилин-эозин.

Большое увеличение микроскопа позволяет заметить, что структурная организация различных частей придатка резко отличается. В придатке различают головку, тело и хвостовую часть. Головка образована выносящими канальцами, которые в количестве 12-15 штук выходят из сети семенника. Тело образовано сильно извивающимся протоком придатка семенника. Хвостовая часть образована семявынося-

щим протоком. На срезе видны в поперечном сечении выносящие канальца головки и проток придатка семенника. Они отличаются друг от друга диаметром – он больше в протоке придатка и разновидностью эпителия, выстилающего слизистую оболочку. Диаметр протока придатка семенника больше диаметра выносящего канальца.

Слизистая выносящего канальца выстлана однослойным эпителием мезодермального происхождения, имеющего в своем составе два типа клеток: высокие призматические реснитчатые клетки и низкие кубические секреторные клетки. Чередование групп этих клеток придает просвету выносящих канальцев неровные контуры («изгрызанный» эпителий). Эпителий слизистой протока придатка семенника является двурядным. В нем присутствуют высокие призматические клетки, имеющие на апикальной поверхности стереоцилии, и низкие вставочные клетки. Просвет протока придатка семенника ровный. Под эпителием в протоке придатка просматривается рыхлая волокнистая соединительная ткань в составе собственной пластинки слизистой. С большого увеличения микроскопа зарисовать 1-2 поперечно срезанных выносящих канальца головки придатка семенника и 1 поперечно срезанный проток придатка семенника. На рисунке обозначить: 1) проток придатка: а) двурядный эпителий; б) собственную пластинку слизистой, 2) выносящие канальцы придатка семенника: а) эпителий с ресничками; б) кубические эпителиальные секреторные клетки.

Препарат № 3. ПРЕДСТАТЕЛЬНАЯ ЖЕЛЕЗА. Окраска: гематоксилин-эозин. При малом увеличении микроскопа видно, что предстательная железа состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани с расположенными в ней сосудами и нервами и гладкой мышечной ткани – стромальный компонент органа. Снаружи железа покрыта соединительнотканной капсулой, от которой вглубь отходят соединительнотканые перегородки. В предстательной железе находится огромное количество желез. Они представлены концевыми отделами и выводными протоками. По типу строения предстательная железа относится к сложным разветвленным альвеолярно-трубчатым железам. Просвет концевых отделов имеет неправильную (звездчатую) форму. Он выстлан однослойным кубическим эпителием, содержащим два вида клеток: секреторные (слизистые) и вставочные. Выводные протоки в поперечном сечении имеют просвет округлой формы. В концевых отделах часто виден окрашенный оксифильно секрет предстательной железы – простатический сок. Они выстланы призматическим многорядным эпителием и открываются в мочеиспускательный канал. На срезе предстательной железы можно обнаружить мочеиспускательный канал, верхнюю часть которого охватывает простата. Он выстлан переходным эпителием. С малого увеличения микроскопа зарисовать участок предстательной железы. На рисунке обозначить: 1) секреторные отделы железы; 2) выводные протоки железы; 3) пучки гладкомышечных клеток; 4) соединительнотканые перегородки; 5) простатический сок; 6) переходный эпителий мочеиспускательного канала.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1) Отметить в таблице 1 функции, характерные для sustentоцитов и glanduloцитов яичка.

Таблица 1 – Функции клеток семенника

Функция	Сустентоцит	Гландулоцит
Опорная		
Трофическая		
Гормонообразовательная		
Фагоцитоз		
Секреция тестикулярной жидкости		
Синтез андрогенсвязывающего белка		

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Схема эмбриогенеза органов мужской половой системы – внести обозначения (задание №1 в практикуме).

1) Эмбриональные источники мочеполовой системы – заполнить таблицу (задание №2 в практикуме).

2) Схема сперматогенеза – ввести обозначения (задание №3 в практикуме).

3) Схема строения семенника и семявыносящих путей – ввести обозначения (задание №4 в практикуме).

4) Схема строения клеток Сертоли и гемато-тестикулярного – барьера ввести обозначения (задание №6 в практикуме).

5) Гормональная регуляция секреторной функции клеток Сертоли – изучить (задание №7 в практикуме).

6) Микроскопирование гистологических препаратов и зарисовка их в рабочую тетрадь (задание №5, 8, 9 в практикуме).

7) Изучить электроннограммы

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ УПРАВЛЯЕМАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Реферативная работа, изготовление учебных, учебно-методических пособий, таблиц, гистологических препаратов.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Наружные мужские половые органы. Строение. Источники развития.
2. Добавочные железы мужской половой системы.
3. Семенная жидкость. Ее состав.
4. Влияние экзо и эндогенных факторов на репродуктивную функцию человека.

### ГИСТОФИЗИОЛОГИЯ МУЖСКОЙ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ

Органы мужской половой системы принимают участие в обеспечении сохранности биологического вида благодаря присущей им генеративной функции. Не менее важной является также эндокринная функция половых желез. Она обеспечивает реализацию генеративной функции, определяет вторичные половые признаки инди-

вида, половое поведение. Проблема развития пола представляет интерес для клиницистов. Причиной бесплодных браков могут являться врожденные или вторично приобретенные нарушения генеративной либо эндокринной функций половых желез. Функциональные сдвиги сопровождаются изменениями нормальной структуры органов, представление о которой должен иметь квалифицированный специалист.

### **Отделы и функции мужской половой системы**

Мужская половая система включает:

1. Гонады (семенники), в которых образуются мужские половые клетки – сперматозоиды и половые гормоны;
2. Семявыносящие пути (прямые каналы и каналы сети семенника, придаток семенника, семявыносящий проток, семяизвергательный канал) – органы депонирования и семявыведения;
3. Добавочные железы (семенные пузырьки, предстательная железа, бульбоуретральные железы), секрет которых служит средой для транспорта и созревания спермиев;
4. Половой член [1, 2].

### **Развитие мужской половой системы**

Закладка половой системы в начальных стадиях эмбриогенеза в мужском и женском организме происходит одинаково и в тесном контакте с выделительной системой. Эта первая стадия называется **индифферентной**. На 4-ой неделе внутриутробного развития на внутренней стороне первичной почки происходит утолщение целомического эпителия в виде половых валиков. В эпителий половых валиков мигрируют первичные половые клетки – гонобласты. Они образуются на 3-ей неделе эмбриогенеза в энтодерме желточного мешка. Далее эпителий половых валиков начинает пролиферировать и вырастает в мезенхиму первичной почки в виде половых шнуров, содержащих и гонобласты.

Вторая стадия – стадия **дифференцировки** гонады по мужскому типу – начинается на 6-ой неделе эмбриогенеза. По верхнему краю первичной почки образуется скопление и разрастание мезенхимы, которая дает начало белочной оболочке. Она отделяет половые шнуры от полового валика. Из половых шнуров будут дифференцироваться извитые семенные каналы, прямые каналы и по заднему краю гонады каналы сети семенника. В извитых каналах половые клетки размножаются и превращаются в сперматогонии. Эпителиальные клетки половых шнуров превращаются в поддерживающие клетки – сустентоциты или клетки Сертоли. Мезенхимные клетки, расположенные между извитыми каналами, будут дифференцироваться в эндокринные интерстициальные клетки Лейдига (гланулоциты), вырабатывающие гормон – тестостерон. К этому времени первичная почка подвергается обратному развитию, так как начинает дифференцироваться окончательная (тазовая) почка. Однако мезонефридии первичной почки в области гонады этот процесс не затрагивает и они дадут начало выносящим каналам придатка семенника. Эпителий протока придатка семенника, семявыносящего и семяизвергательного каналов образуется из мезонефрального протока. Эпителий семяизвергательного канала выпячивается и формирует семенные пузырьки. Эпителий предстательной железы и бульбоуретральных желез развивается из мочеполювого синуса. Мочеполювой синус –



вентральная часть клоаки, представляющая собой расширение задней кишки. Небольшая часть простаты (центральная) образуется из мезонефрального протока.

Развитию гонад и других органов половой системы по мужскому типу способствуют **ряд факторов**:

1. Влияние половой Y хромосомы с помощью вырабатываемого генами этой хромосомы НУ-антигена (фактор, определяющий развитие яичек).

2. Влияние хромосомы 17, которая содержит ген, мутации которого ведут к реверсии пола: генетические мужчины приобретают женский фенотип.

3. Действие тестостерона, секретируемого уже на ранних стадиях развития, а также плацентарного и гипофизарного гонадотропинов. Под влиянием этих гормонов мезонефридии первичной почки превращаются в выносящие каналы, мезонефральный проток преобразуется в семявыносящий проток, формируются семенные пузырьки и простата, дифференцируются наружные половые органы, свойственные мужскому организму.

4. Мюллеров ингибирующий фактор (МИФ), вырабатываемый клетками Сертоли закладок яичек. МИФ подавляет развитие парамезонефрального (Мюллерова) протока, который образуется в свою очередь из мезонефрального протока и тем самым препятствует превращению парамезонефрального протока в яйцеводы и матку.

Комплекс всех этих факторов определяет пол будущего зародыша. При недостаточной функции или дисбалансе хотя бы одного из этих факторов приведет к рождению гермафродита.

Подвергающийся обратному развитию в мужском организме парамезонефральный проток оставит после себя гидатиды – рудименты, из которых впоследствии могут формироваться кистозные образования, требующие оперативного вмешательства. Из верхней части парамезонефрального протока формируется привесок яичка (гидатида Морганьи), а из нижней – предстательная маточка, лежащая в толще простаты у места впадения семявыносящего протока в мочеиспускательный канал [1 – 6].

### **Гистофизиология семенников**

Семенник – паренхиматозный орган. Снаружи он покрыт серозной оболочкой, под которой находится белочная оболочка – плотная оформленная соединительная ткань. На медиальной поверхности яичка белочная оболочка образует утолщение, которое называют средостением. От средостения вглубь отходят соединительнотканые перегородки, которые делят семенник на доли. Число долек в одном яичке примерно 200. Все пространство между белочной оболочкой, трабекулами и каналами семенника заполнено РВСТ, которая называется интерстициальной тканью. В каждой доле находится 1-4 извитых семенных канальца, длиной до 80 см. Подходя к средостению извитые канальцы переходят в более короткие прямые канальцы, а уже в области средостения сливаются и формируют сеть (канальцы сети семенника).

Структурно-функциональной единицей семенника является **извитой семенной каналец**. Именно в нем происходит процесс сперматогенеза. Оболочка извитого семенного канальца содержит три слоя:

1. Базальный (внутренний волокнистый) – образован сетью коллагеновых волокон;

2. Миоидный – представлен миоидными клетками, вызывающими сокращение извитого канальца, что необходимо для продвижения спермиев;

3. Наружный волокнистый – представлен базальной мембраной миоидных клеток и сетью коллагеновых волокон с фиброцитами.

Стенка извитого семенного канальца образована сперматогенным эпителием, который прилежит к внутреннему волокнистому слою и располагается на собственной базальной мембране. В состав сперматогенного эпителия входят две популяции клеток:

1. **Клетки Сертоли** (суспендоциты), лежащие на базальной мембране;
2. Развивающиеся **половые клетки**, из которых с базальной мембраной соприкасаются только сперматогонии.

Суспендоциты имеют конусовидную форму. Верхушка клеток обращена в просвет извитого канальца. В базальной расширенной части суспендоцитов расположено крупное, светлое, с инвагинациями ядро. Органеллы белкового синтеза развиты хорошо. Суспендоциты имеют отростки, посредством которых контактируют друг с другом с помощью десмосом. Латеральные отростки суспендоцитов разделяют стенку извитого семенного канальца на два отдела: базальный и адлюминальный. В базальном отделе располагаются сперматогонии, а в адлюминальном сперматоциты, сперматиды и спермии.

Сперматогонии подразделяются на два типа : А и В. Сперматогонии типа А делятся на темные и светлые. Темные сперматогонии – резервные стволовые клетки (делятся редко). Светлые сперматогонии делящийся пул клеток, которые после ряда делений превращаются в В клетки. В клетки после ряда делений дифференцируются в сперматоциты I порядка. Из сперматоцитов I порядка последовательно образуются сперматоциты II порядка и сперматиды. Последние превращаются в сперматозоиды. Сперматогонии, лежащие в базальном отсеке извитого канальца получают питательные вещества из капилляров РВСТ через ГТБ. Все остальные развивающиеся мужские половые клетки, лежащие в адлюминальном отсеке, получают питательные вещества через клетки Сертоли [2, 4, 7].

*Функции суспендоцитов:*

- 1) Трофическая – обеспечивают питание развивающихся половых клеток;
- 2) Опорная – служат опорой для развивающихся половых клеток;
- 3) Защитная и барьерная – предохраняют развивающиеся половые клетки от вредных воздействий, в том числе в качестве гематотестикулярного барьера
- 4) Транспортная – перемещают дифференцирующиеся половые клетки от базальной мембраны к просвету канальца;
- 5) Фагоцитарная – осуществляют фагоцитоз сперматид при формировании сперматозоидов, а также погибших и аномальных половых клеток;
- 6) Гормональная и секреторная функции весьма обширны и включают:
  - а) синтез андрогенсвязывающего белка (АСБ), при помощи которого андрогены транспортируются к развивающимся клеткам крови, индуцируя вступление сперматоцитов I порядка в мейоз;
  - б) синтез ингибина и его антагониста активина – белковых гормонов, которые, соответственно угнетают и усиливают секрецию ФСГ (подавляют и усиливают сперматогенез);
  - в) выработка вещества, подобного люстатину, которое подавляет функцию клеток Лейдига;
  - г) секреция жидкой среды канальцев;

- д) секреция половых стероидов – эстрогенов (превращают андрогены в эстрогены);
- е) секреция эмбриональными клетками Сертоли антимюллера гормона (МИФ);
- ж) секреция регуляторных факторов (трансферин, инсулиноподобный фактор и др.), влияющих на развитие половых клеток [4 – 9].

### **Гемато-тестикулярный барьер (ГТБ), его роль**

ГТБ изолирует развивающиеся мужские половые клетки от иммунокомпетентных клеток. В результате, развивающиеся половые клетки – сперматоциты и сперматиды воспринимаются иммунной системой как чужеродные. Для предотвращения аутоиммунных реакций и защиты половых клеток от повреждения другими вредными агентами существует ГТБ. В его состав входят:

- 1) эндотелий капилляра;
- 2) базальная мембрана эндотелия;
- 3) прослойка РВСТ;
- 4) оболочка извитого семенного канальца
- 5) базальная мембрана эпителиосперматогенного слоя;
- 6) клетки Сертоли.

### **Сперматогенез**

Сперматогенез происходит в извитых семенных канальцах и включает четыре фазы: 1) размножение; 2) роста; 3) созревания; 4) формирования.

*Фаза размножения:* Происходит размножение сперматогоний путем митоза. Часть сперматогоний при митотическом делении не завершают цитокенез и остается соединенными цитоплазматическими мостиками. Появление таких спаренных сперматогоний свидетельствует о начале процессов дифференцировки мужских половых клеток.

*Фаза роста:* В этот период синцитиальные группы сперматогоний перестают делиться, увеличиваются в объеме и превращаются в сперматоциты I порядка, которые в свою очередь перемещаются в адлюминальную зону сперматогенного эпителия. Почти сразу же сперматоциты I порядка вступают в длительную (около 3-х недель) профазу 1-го деления мейоза, которая включает пять стадий:

- 1) Стадия лептотены – в результате спирализации хромосомы в клетках становятся видны в виде тонких нитей;
- 2) Стадия зиготены – гомологичные хромосомы, образуя биваленты и обмениваются генетическим материалом – кроссинговер;
- 3) Стадия пахитены – хромосомы резко увеличиваются в размерах и укорачиваются, завершается кроссинговер;
- 4) Стадия диплотены – каждая из гомологичных хромосом расщепляется на две хроматиды, в результате чего образуются тетрады;
- 5) Стадия диакинеза – гомологичные хромосомы несколько отходят друг от друга.

*Фаза созревания:* Включает два последовательных деления мейоза: в результате 1-го (редукционного) из сперматоцитов I порядка образуются сперматоциты II порядка. Сперматоциты II порядка – имеют меньшие размеры, чем сперматоциты I порядка, располагаются ближе к просвету канальца и содержат диплоидный набор

ДНК. Второе деление мейоза (эквационное – уравнивательное) происходит без редупликации хромосом практически сразу вслед за первым и приводит к образованию четырех сперматид – сравнительно мелких клеток с гаплоидным набором ДНК.

**Фаза формирования:** Заключается в преобразовании сперматид в сперматозоиды. При этом происходит ряд изменений в ядре и цитоплазме сперматиды. Хроматин в ядре уплотняется, размеры ядра уменьшаются. Комплекс Гольджи, расположенный возле ядра, преобразуется в акросому, содержащую литические ферменты необходимые для расщепления оболочек яйцеклетки. Акросома прилежит к будущей передней поверхности ядра и постепенно расплывается по ней в виде шапочки. Центриоли перемещаются к противоположному заднему полюсу ядра клетки. Из дистальной центриоли формируется жгутик, который затем становится осевой нитью развивающегося сперматозоида. Избыток цитоплазмы сперматид сбрасывается в просвет канальца в виде остаточных телец и фагоцитируется клетками Сертоли.

Сперматогенез у человека происходит постоянно, длится примерно 75 суток и протекает на протяжении извитого семенного канальца волнообразно [4, 6, 8].

### **Эндокринная функция яичка, эндокринная регуляция функций яичка**

В семенниках образуются мужские половые гормоны – андрогены, стимулирующие сперматогенез, развитие вторичных половых признаков, рост мускулатуры и формирующие половое поведение мужчины (либидо). Вырабатывают эти гормоны в семенниках дефинитивные клетки Лейдига, появляющиеся при половом созревании. Располагаются они в интерстициальной РВСТ между извитыми канальцами вблизи гемокапилляров. Клетки Лейдига имеют округлую, полигональную, реже веретеновидную форму, крупное ядро, оксифильную цитоплазму. В цитоплазме их развита гладкая ЭПС и митохондрии с везикулярными кристами, т.е. органеллы биосинтеза стероидных гормонов. Главный секреторный продукт клеток Лейдига гормон тестостерон (основной андроген у человека). Клетки Лейдига вырабатывают и небольшое количество окситоцина, контролирующего сократительную активность миоидных клеток извитого семенного канальца [4 – 7].

### **Регуляция функций яичка.**

Регуляция сперматогенеза и эндокринной функции семенников контролируется гонадотропными гормонами передней доли аденогипофиза – ФСГ, ЛГ. ФСГ в семенниках действует на работу клеток Сертоли, а ЛГ на клетки Лейдига.

### **Семявыносящие пути, их строение и функции**

Семявыносящие пути представляют собой систему канальцев, по которым спермии транспортируются из извитых семенных канальцев в уретру. Часть этих канальцев находится внутри яичка (прямые и канальцы сети семенника), другая располагается за его пределами:

- 1) выносящие канальцы – в количестве 12-20 выходят из средостения и формируют головку придатка семенника;
- 2) проток придатка – имеет вид резко извитой трубочки, формирует тело придатка семенника;
- 3) семявыносящий проток – имеет вид прямой трубочки, формирует хвостовую часть придатка семенника;

4) семяизвергательный проток – соединяет семявыносящий проток с простатической уретрой.

5) мочеиспускательный канал.

Все семявыводящие пути построены по общему плану и состоят из слизистой, мышечной и адвентициальной облочек. Эпителий в различных отделах семявыносящих путей имеет не одинаковое строение: прямые каналы выстланы однослойным призматическим эпителием, клетки которого имеют микроворсинки и единичные реснички; каналы сети семенника выстланы однослойным плоским или кубическим эпителием; в выносящих каналах группы высоких реснитчатых клеток чередуются с группами низких секреторных клеток, в результате просвет канала неровный; в протоке придатка, семявыносящем и семяизвергательном протоках эпителий двурядный, состоящий из призматических клеток с неподвижными стереоцилиями на апикальной поверхности и вставочных камбиальных клеток.

Эпителиальные клетки вырабатывают вещества, способствующие созреванию спермы, одновременно поглощают из просвета ряд веществ и значительный объем жидкости (в выносящих каналах и протоке придатка всасывается 90% жидкости, секретируемой в яичке) [9 – 12].

#### **Список использованных источников:**

1. Гистология, эмбриология, цитология: учебник для студентов учрежд. высш. проф. образования, обучающихся по специальностям 06010165 «Лечебное дело», 06010565 «Мед.-профил. дело». 06010365 «Педиатрия» [Электронный ресурс] / под ред. Ю. И. Афанасьева Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юриной. – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 832 с. – Режим доступа: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970468234.html> – Дата доступа: 25.01.2022.

2. Гистология, эмбриология, цитология: учебник для студентов учрежд. высш. проф. образования, обучающихся по специальностям 06010165 «Лечебное дело», 06010565 «Мед.-профил. дело». 06010365 «Педиатрия» [Электронный ресурс] / под ред. Ю. И. Афанасьева Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юриной. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 798 с. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970447802.html> – Дата доступа: 25.01.2022.

3. Дорохович, И. В. Морфологическая характеристика мужской половой железы у зародышей человека = Morphologic characteristics of male sex gland in human embryos [Электронный ресурс] / И. В. Дорохович, Г. П. Дорохович // Современная морфология: проблемы и перспективы развития : сб. тр. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию со дня рождения заслуж. деятеля науки Респ. Беларусь, лауреата Гос. премии Респ. Беларусь, проф. Петра Иосифовича Лобко : в 2 ч. / под общ. ред. Н. А. Трушель. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – Ч. 1. – С. 78-81. - Режим доступа: <http://rep.bsmu.by:8080/handle/BSMU/25448> - Дата доступа: 24.01.2022.

4. Гистология, цитология и эмбриология : учебник для студентов учреждений высш. образования по спец. "Лечебное дело" "Педиатрия" [Электронный ресурс] / С. М. Зиматкина [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 476 с. – <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9789850630025.html> – Дата доступа: 25.01.2022.

5. Зиматкин, С. М. Гистология, цитология и эмбриология. Атлас учебных препаратов = Histology, Cytology, Embryology. Atlas of practice preparations : учебное по-

собрание [Электронный ресурс] / С. М. Зиматкин. – 2-е изд., испр. – Минск : Вышэйшая школа, 2020. – 87 с. – Режим доступа: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9789850632029.html> – Дата доступа: 25.01.2022.

6. Китель, В. В. Цитология. Эмбриология. Ткани : практикум для студентов стоматол. фак. и мед. фак. иностр. учащихся обучающихся по специальности "Стоматология" [Электронный ресурс] / В. В. Китель ; УО "БГМУ", Каф. морфологии человека. – Минск : БГМУ, 2019. – 54, [2] с. : – Режим доступа: <http://rep.bsmu.by/handle/BSMU/25657> – Дата доступа: 25.01.2022.

7. Данилов, Р. К. Гистология, эмбриология, цитология : учебник [Электронный ресурс] / Р. К. Данилов, Т. Г. Боровая. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 520 с. : – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970445105.html> – Дата доступа: 25.01.2022.

8. Быков, В. Л. Гистология, цитология и эмбриология. Атлас : учебное пособие [Электронный ресурс] / Быков В. Л., Юшканцева С. И. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 296 с. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970432013.html> – Дата доступа: 25.01.2022.

9. Гистология. Атлас для практических занятий / Н. В. Бойчук [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 160 с. – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970428191.html> – Дата доступа: 25.01.2022.

10. Материалы для подготовки к текущим лабораторным, итоговым занятиям и курсовому экзамену по гистологии, цитологии и эмбриологии : учеб.-метод. пособие : для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальности 1-79 01 01 "Лечебное дело", 1-79 01 07 "Стоматология" [Электронный ресурс] / О. Д. Мяделец [и др.] ; М-во образования Республики Беларусь, УО "Витебский гос. мед. ун-т" ; под ред. О. Д. Мядельца. – Витебск : [ВГМУ], 2021. – 341 с. : ил. – Библиогр.: с. 339-340. – Режим доступа: <https://elib.vsmu.by/handle/123/23701> – Дата доступа: 25.01.2022.

11. Male Reproductive System [Electronic resource] : Michigan Histology and Virtual Microscopy Learning Resources. – <https://histology.medicine.umich.edu/resources/male-reproductive-system> – Date of access: 24.02.2022.

12. Самойло, Л. Л. К вопросу строения предстательной железы [Электронный ресурс] / Л. Л. Самойло // Весенние анатомические чтения : сборник статей Республиканской научно-практической конференции, посвященной памяти ассистента Л. А. Логиновой [г. Гродно, 2020 г.] / Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Учреждение образования "Гродненский государственный медицинский университет", Кафедра нормальной анатомии ; [редкол.: Е. С. Околоулак (отв. ред.), Ф. Г. Гаджиева, С. А. Сидорович]. – Гродно, 2020. – С. 71-74. – Режим доступа: <http://elib.grsmu.by/handle/files/23198> - Дата доступа: 24.01.2022.