СТРОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ МУЖСКИХ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК

лекция 1

Первичные половые клетки

Закладка половых клеток происходит на ранних этапах эмбриогенеза экстрагонадно. С момента отделения от линии соматических клеток и до вселения в гонаду это **первичные половые клетки** (ППК). Мужские и женские ППК неотличимы. Различия в их строении становятся заметными лишь при дифференцировке половой железы.

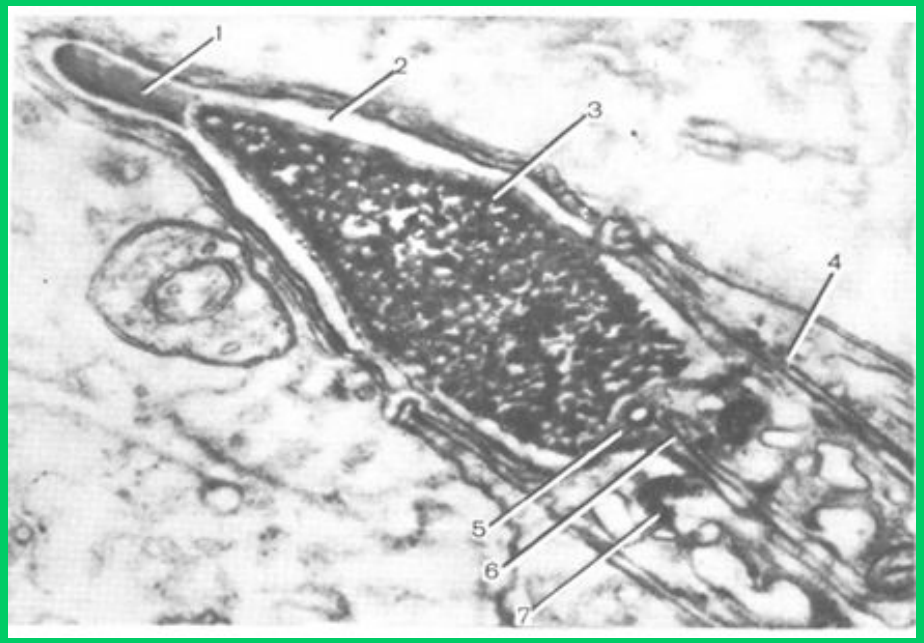
Отличия половых клеток от соматических:

- **гаплоидный набор хромосом**;
- **тотипотентность** (способность формировать любые (все) органы и ткани организма);
- **изменённое ядерно-плазменное отношение**: пониженное у яйцеклеток (объём цитоплазмы увеличен вследствие накопления питательных веществ) и высокое у сперматозоидов (из-за малого количества цитоплазмы);
- **различный уровень метаболизма**: яйцеклетка находится в состоянии депрессии, а у сперматозоидов нормальный метаболизм и вовсе исключается;
- **высокая степень специализации** (жгутик, оболочки яйцеклеток);
- **отсутствие способности к неиндуцированному митозу**.

Строение спермия:

- **гаплоидное ядро** – содержит генетический материал;
- **двигательная система** – перемещение спермия;
- **акросома** – используется при оплодотворении.

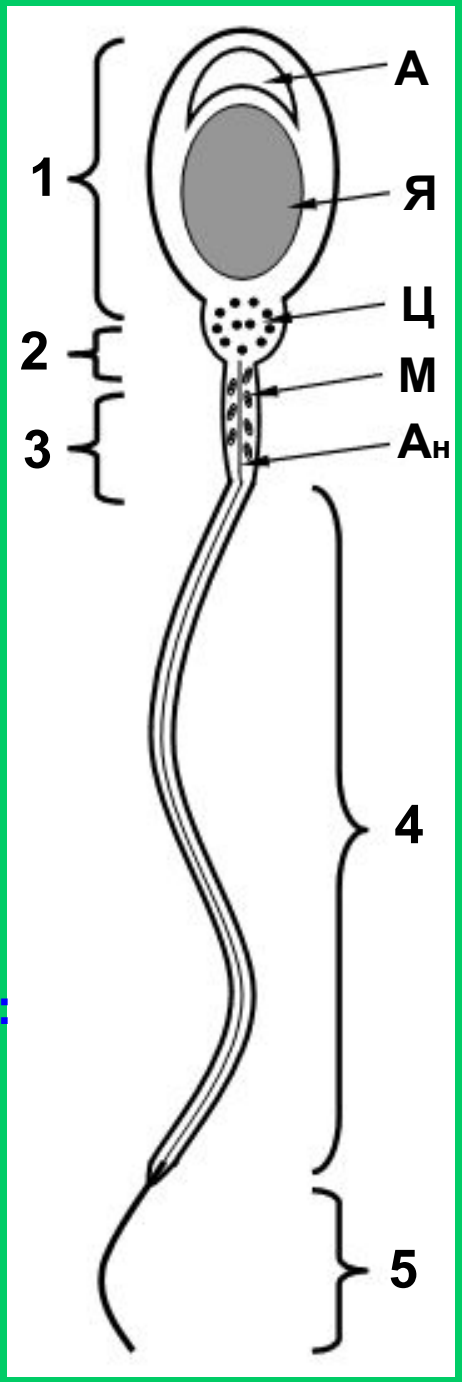
Ферменты акросомы: гиалуронидаза (растворяет блестящую оболочку яйцеклетки) и трипсин (нарушает целостность фолликулярной оболочки).



1 – акросома; *2* – головной колпачок; *3* – ядро; *4* – цитоплазма; *5* – проксимальная центриоль; *6* – осевые нити; *7* – дистальная центриоль

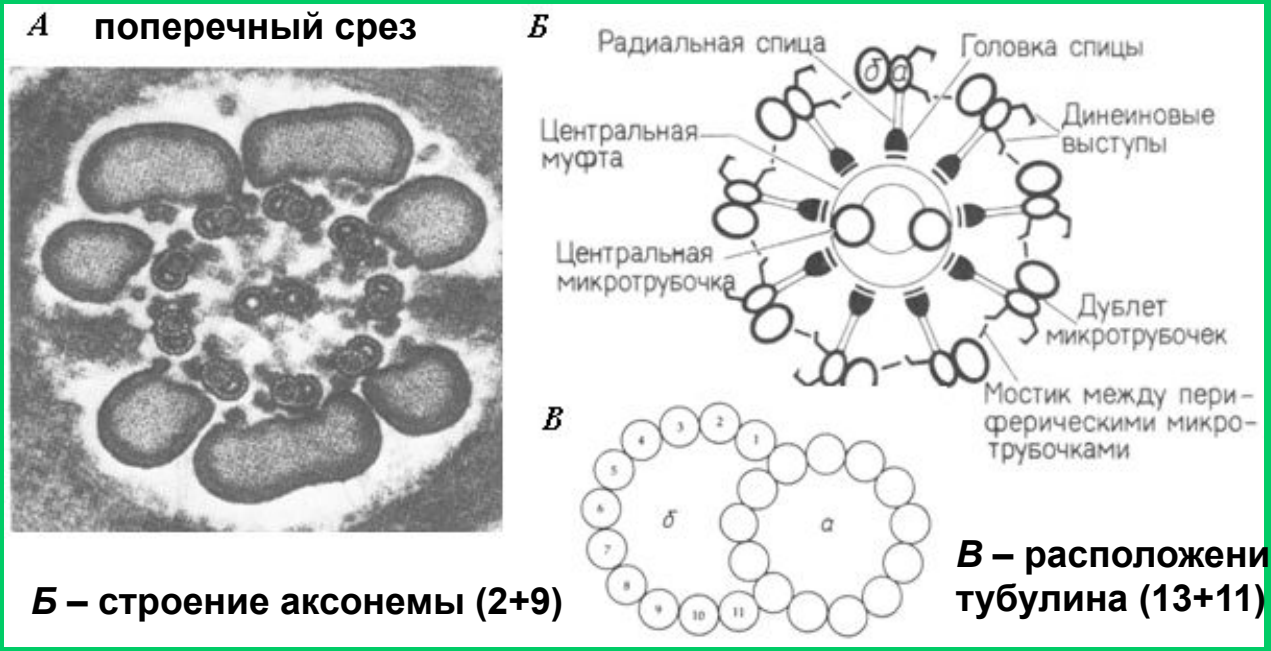
Части спермия:

- **головка:** акросома (А), ядро (Я)
- **шейка:** центриоли (Ц)
- **промежуточный отдел:** митохондрии (М)
- **хвост (главный, 4, и концевой, 5, отделы):** аксонема (Ан) и дуплеты микротрубочек.



Строение жгутика спермия:

- **аксонема** – двигательная основа. Начинается от дистальной центриоли. 2 центральные и 9 пар периферических фибрилл, связанных спицами;
- **митохондриальная спираль** – 12–15 витков митохондрий;



Б – строение аксонемы (2+9)

В – расположение тубулина (13+11)

Белки аксонемы:

- **тубулин** – образует микротрубочки;
- **динеин** – АТФ-аза.

зрушение

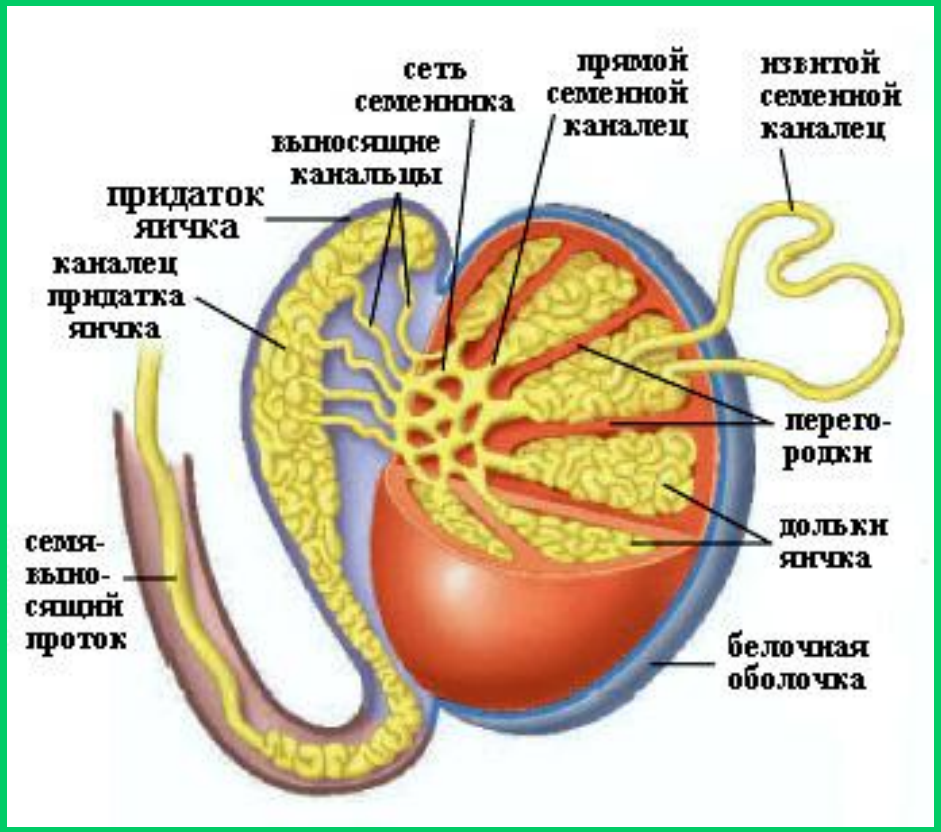
Отсутствие динеина (синдром Картедженера): стерильность мужских особей, подверженность респираторным инфекциям, 50 % вероятность *situs inversus totalis*.

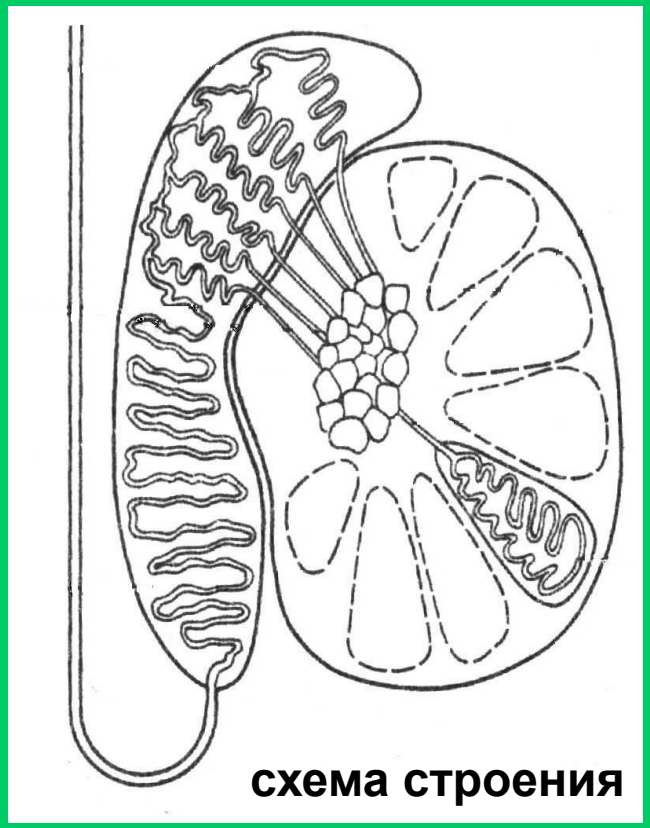
Скорость движения 2–5 мм/мин. Реотаксис – движение против тока секрета. Направление движения: вперед вверх или вниз, вращение вокруг собственной оси.

Mov_2

Строение семенников:

Семенник – парный дольчатый орган, который разделен на дольки (250-300 в каждом) за счет ответвлений, отходящих от белковой оболочки семенников.
В каждой дольке 3–4 **извитых канальца** (50 см в длину и 200 мкм в диаметре) в которых происходит сперматогенез.





Сперматогенез человека - 70 дн.

На 1 г веса яичка образуется 107 спермиев в сутки.

Длительность жизни спермия половых путях женщины 1–3 дня .

Путь семенной жидкости: извитые семенные канальцы – прямые семенные канальцы – сеть семенника – 10–20 выносящих канальцев – выносящий каналец придатка – семявыносящий проток – мочеиспускательный канал.

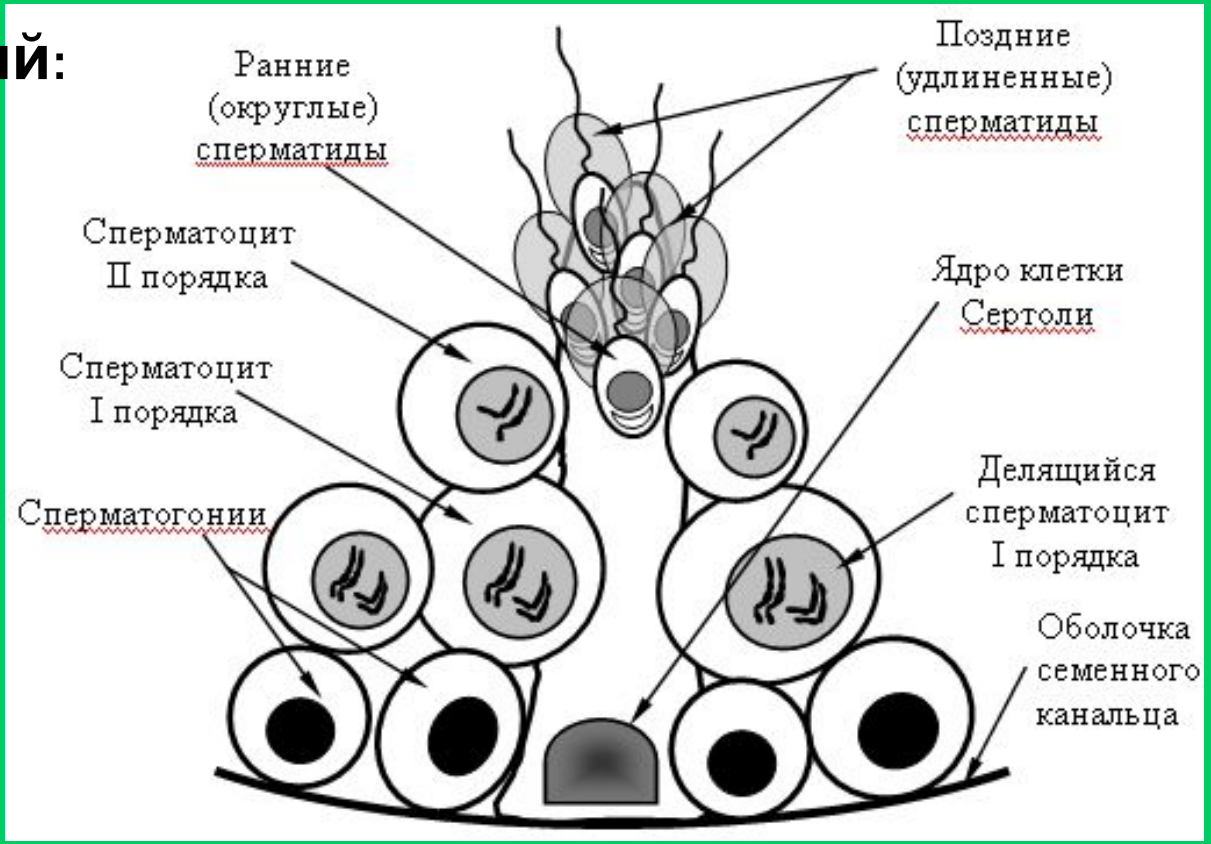
Строение извитого семенного канальца (1):

- **интерстициальное пространство – вырабатывающие *тестостерон* клетки Лейдига, кровеносные и лимфатические сосуды, нервные волокна.**
- **соединительно-тканная основа;**
- **слой клеток Сертоли – опора, питание, упорядочение. Непролиферируют, формируют гемато-тестикулярный барьер, продуцируют антимюллеровский гормон**
- **половые клетки (*сперматогенный эпителий*).**

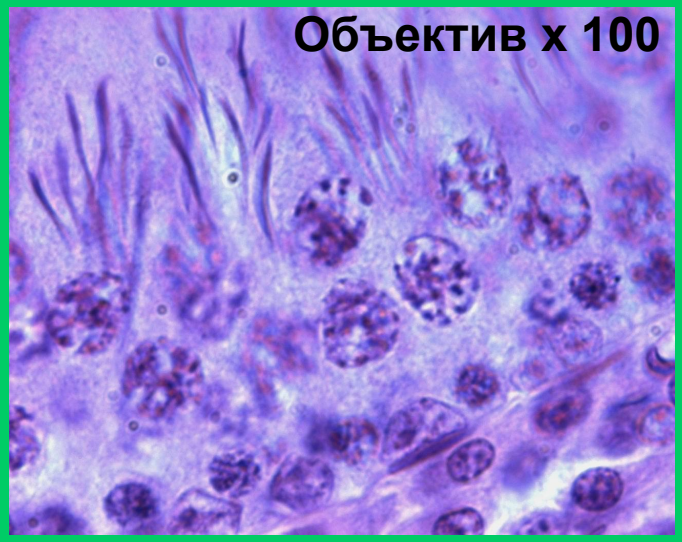
Сперматогенный эпителий:

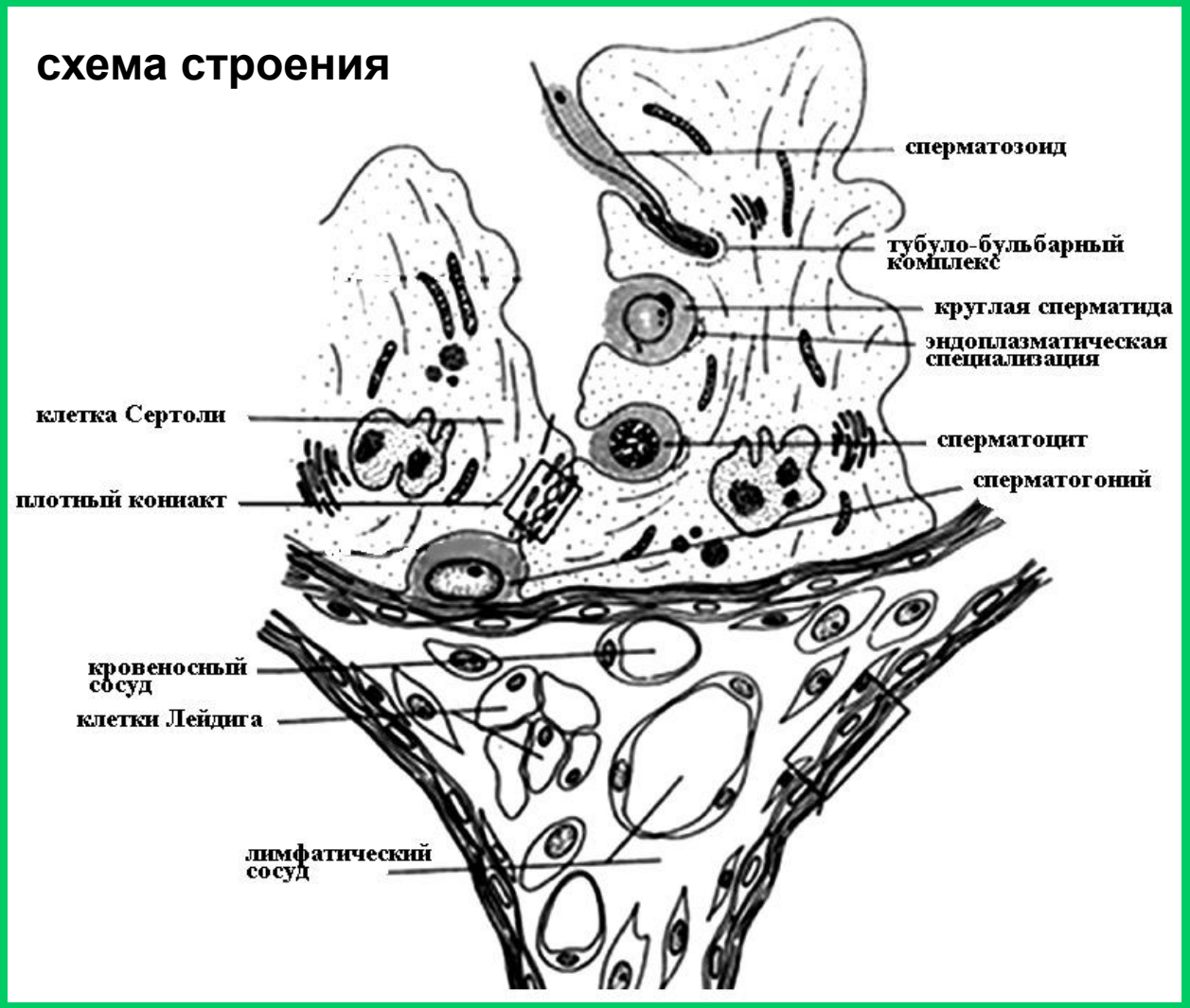
- **сперматогонии**
- **сперматоциты I порядка**
- **сперматоциты II порядка**
- **сперматиды**
- **сперматозоиды**

При сперматогониальных делениях цитогенез не доходит до конца и формируется синцитий. Клетки сообщаются посредством цитоплазматических мостиков (фузом).



Строение извитого семенного канальца (2):

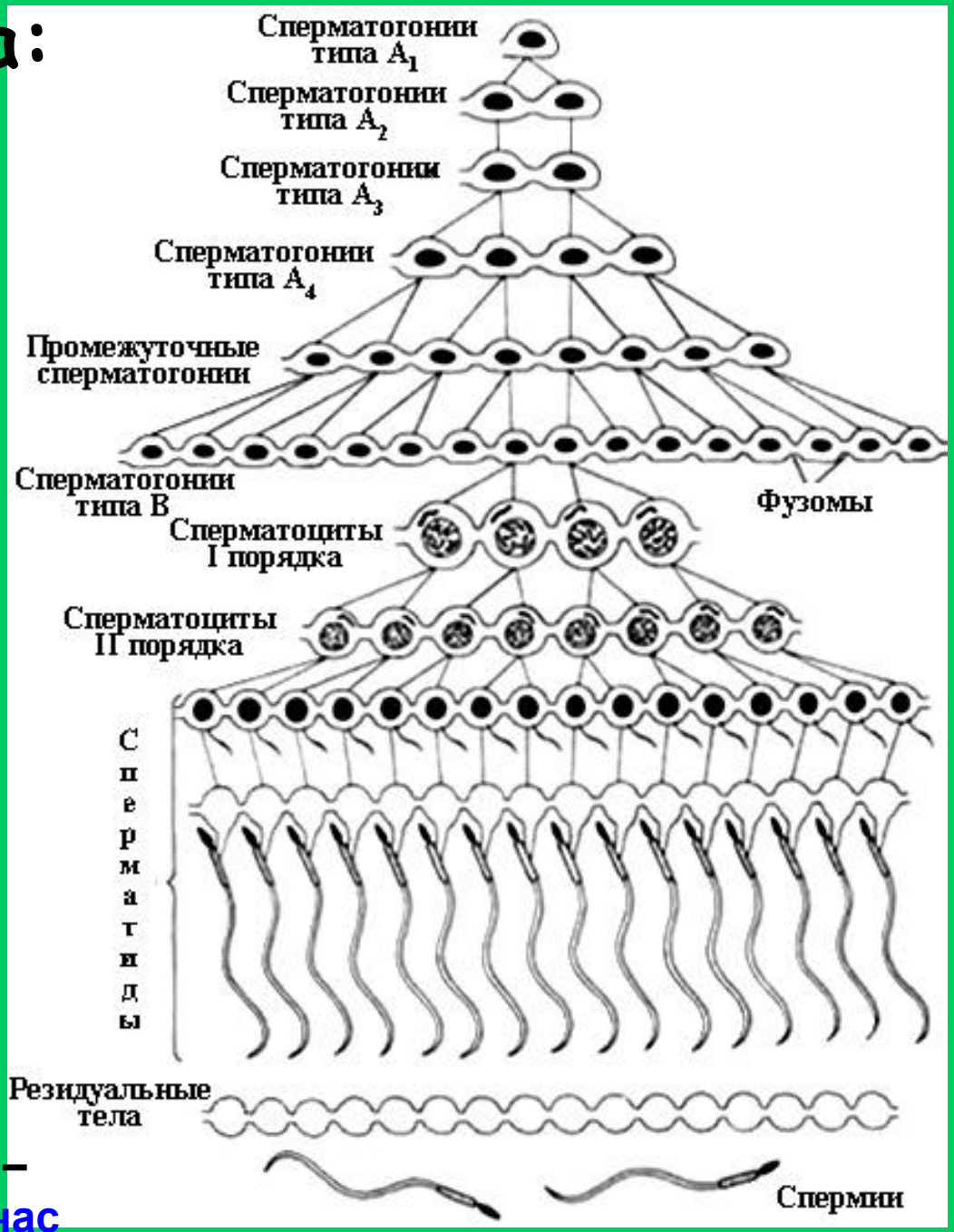




Представлена схема строения извитого семенного канальца человека и микропрепарат извитого семенного канальца крысы (разные увеличения).

Стадии сперматогенеза:

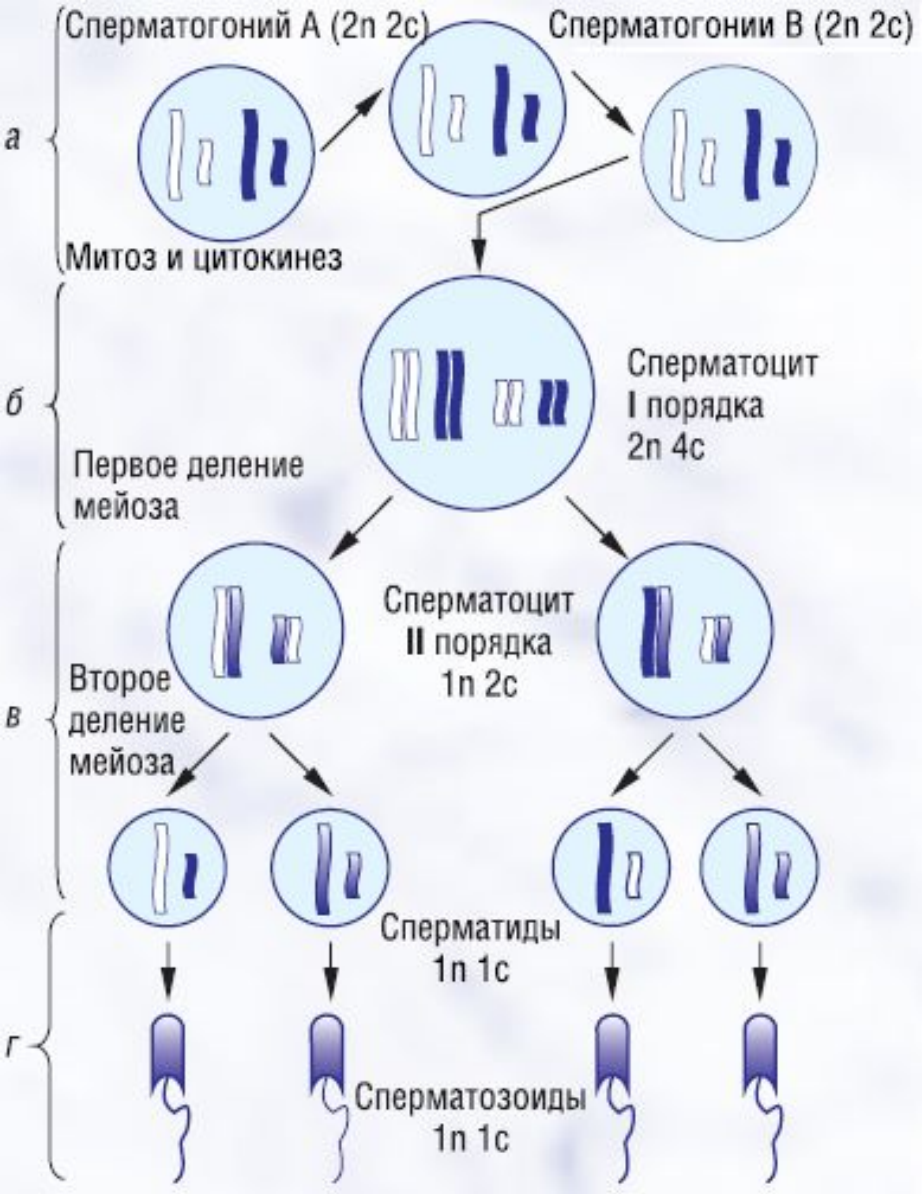
- **Стадия размножения**. Деление ППК и образование сперматогониев A_1 (стволовая клетка). Самопроизводство A_1 и образование сперматогониев A_2, затем A_3, A_4 и промежуточных сперматогониев, митоз которых приводит к образованию сперматогониев В.
- **Стадия роста**. Профаза мейоза в сперматоците I порядка.
- **Стадия созревания**. Два последовательных делениях мейоза. В результате первого деления из сперматоцита I порядка образуются 2 сперматоцита II порядка. Из них в результате второго деления образуются 4 сперматиды.
- **Стадия формирования**. Спермати-ды преобразуются в сперматозоиды (спермиогенез).



Длительность сперматогенеза человека – 74 дня. Скорость образования: **100 млн/час**

Генетическая схема сперматогенеза:

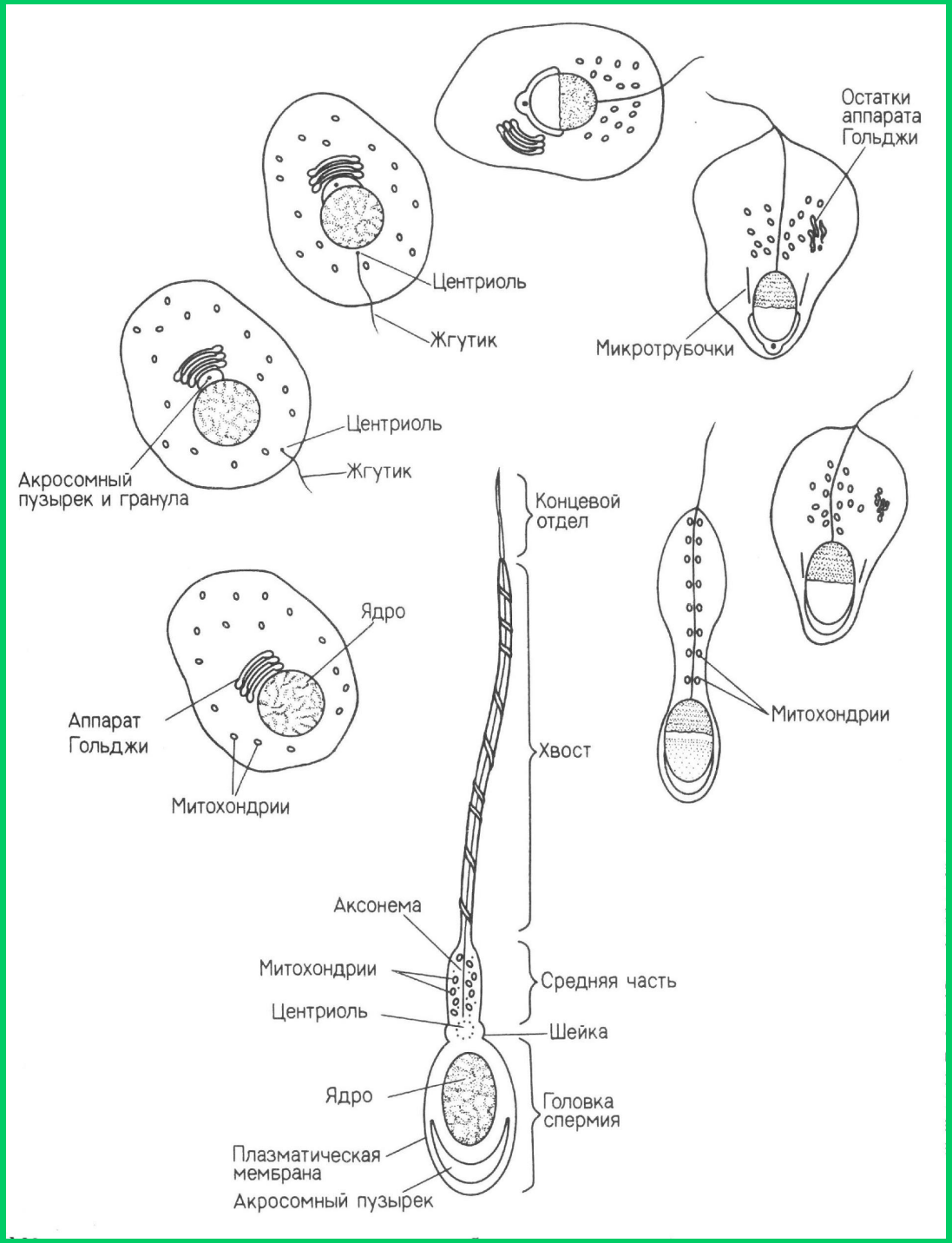
- **Стадия размножения**. Сперматогониальные митотические деления. Их число невелико (1–14) и генетически детерминировано.
- **Стадия роста**. Сперматоциты растут, в ядрах идет редупликация ДНК, образуются тетрады хромосом.
- **Стадия созревания**. В сперматоцитах I порядка диплоидное число хромосом, в сперматидах – гаплоидное. При оплодотворении происходит соединение ядерного материала мужской и женской половых клеток. Зигота несёт диплоидный набор хромосом.
- **Стадия формирования**. В ходе спермиогенеза не происходит количественного изменения числа хромосом или ДНК.



А **– стадия размножения;** ***Б*** **– стадия роста;** ***В*** **– стадия созревания;** ***Г*** **– стадия формирования**

Стадия формирования

- **Ядро уплотняется, хроматин конденсируется и становится генетически инертным.**
- **Перемещение органелл клетки: аппарат Гольджи уплотняется, прижимается к ядру и формирует акросому. Центриоли смещаются на противоположный от неё полюс, располагаясь одна ближе к ядру, другая дальше.**
- **Из дистальной к ядру центриоли начинает расти жгутик. Вокруг основания жгутика в виде спиралей располагаются митохондрии. Проксимальная центриоль участвует в формировании веретена первого деления дробления.**
- **Цитоплазма отторгается, зрелый сперматозоид практически ее лишен.**



Нейрогуморальная регуляция сперматогенеза

- **Гипоталамус**: гонадотропин (гонадотропин-рилизинг-гормон). Декапептид.
- **Гипофиз**: лютеинизирующий (лютропин, ЛГ) и фолликулостимулирующий (фоллитропин, ФСГ) гормоны. Оба – гликопротеины.
- **клетки Лейдига**: андрогены (тестостерон, 4-10 мг/день), эстрогены (17 β-эстрадиол). Стероидные гормоны.
- **клетки Сертоли**: 5 α-дигидротестостерон, 17 β-эстрадиол (оба стероиды) , андрогеновый рецептор, андроген-связывающий белок, ингибины, активины, антимюллеровский гормон, окситоцин (все – пептиды).

Семенная жидкость содержит фруктозу, простагландины, фибриноген (питание гамет и коагуляция спермы), даёт щелочную реакцию, обеспечивающую подвижность спермиев. Образуется в семенных пузырьках, простате, бульбо-уретальных железах под действием тестостерона.

Дополнительная литература по теме:

- **Физиология человека.** В 3-х томах. Т. 3. Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. С. 823–833.
- ***Johnson M.H., Everitt B.J.*** **Essential reproduction.** Blackwell Science, 1995. P. 45–59.
- ***Walker W.A.*** **Non-classical actions of testosterone and spermatogenesis** // Phil. Trans. R. Soc. B. 2010. Vol. 365. № 1546. P. 1557–1569.
- ***Sharpe R.M.*** **Regulation of spermatogenesis.** In: The physiology of reproduction. Eds E. Knobil, J.D. Neill. 1994. New York, NY: Raven Press. P. 1363–1434.
- **The biology and regulation of spermatogenesis.** Theme Issue. Compiled and edited by C. Yan Cheng and Dolores D. Mruk. // Phil. Trans. R. Soc. B. 2010. Vol. 365. № 1546.