

# Мейоз. Стволовые клетки

1. Изучение мейоза и оплодотворения
2. Типы мейоза
3. Фазы мейоза
4. Биологическое значение мейоза
5. Стволовые клетки, их типы и разновидности
6. Источники стволовых клеток
7. Инфаркт миокарда и его терапия стволовыми клетками

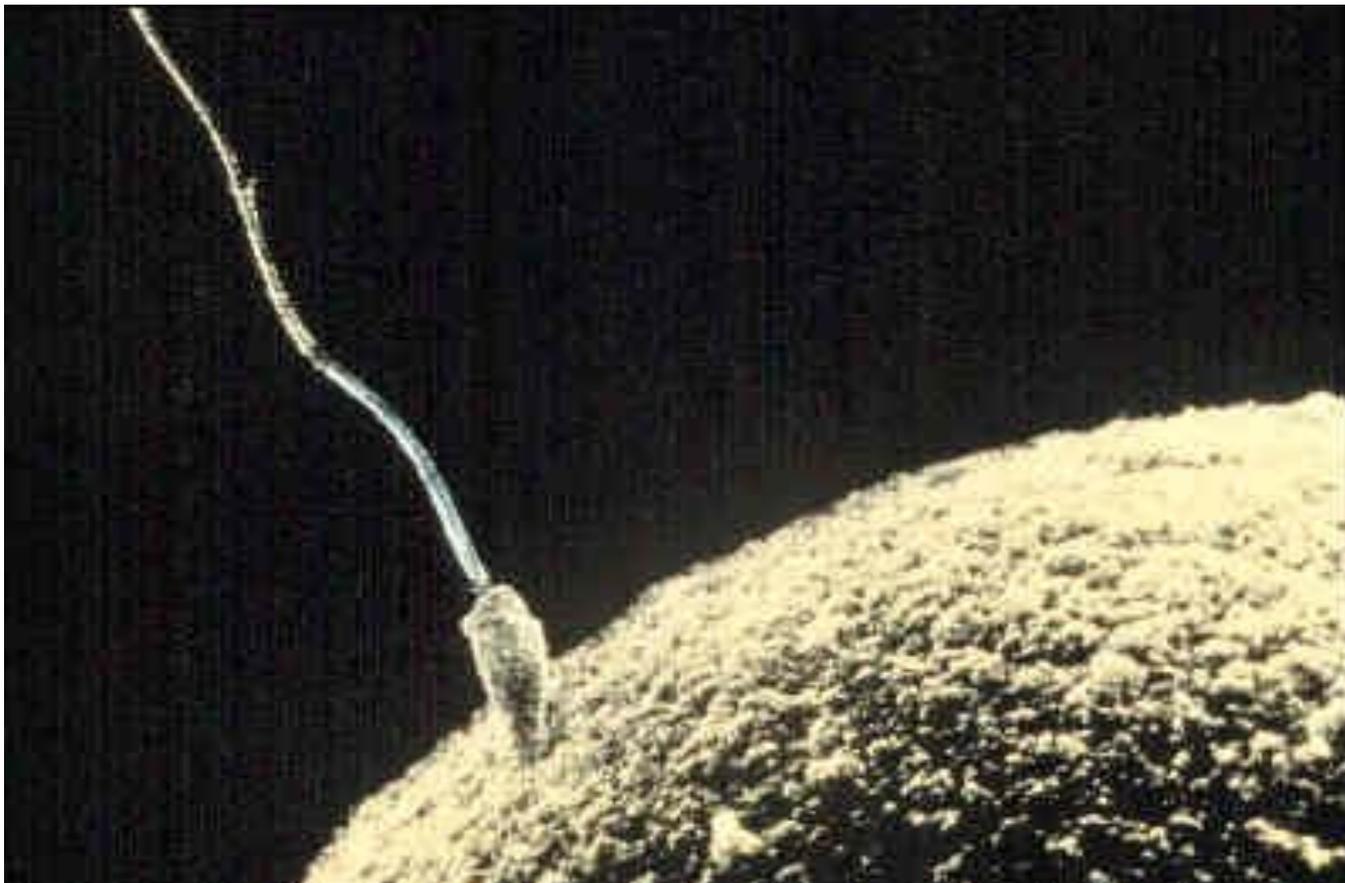
# Открытие оплодотворения и мейоза



Оскар Гертвиг  
(1849 - 1922 )

- В 1875 г. Оскар Гертвиг в работе “Материалы к познанию образования, оплодотворения и деления животного яйца” обнаружил, что оплодотворение состоит в слиянии **пронуклеусов** женской и мужской **гамет** в единое ядро **зиготы**.
- В 1890 г. в работе “Сравнение образования яиц и спермиев у нематод” он показал редукцию числа хромосом и соответствие мейоза при оогенезе и сперматогенезе.

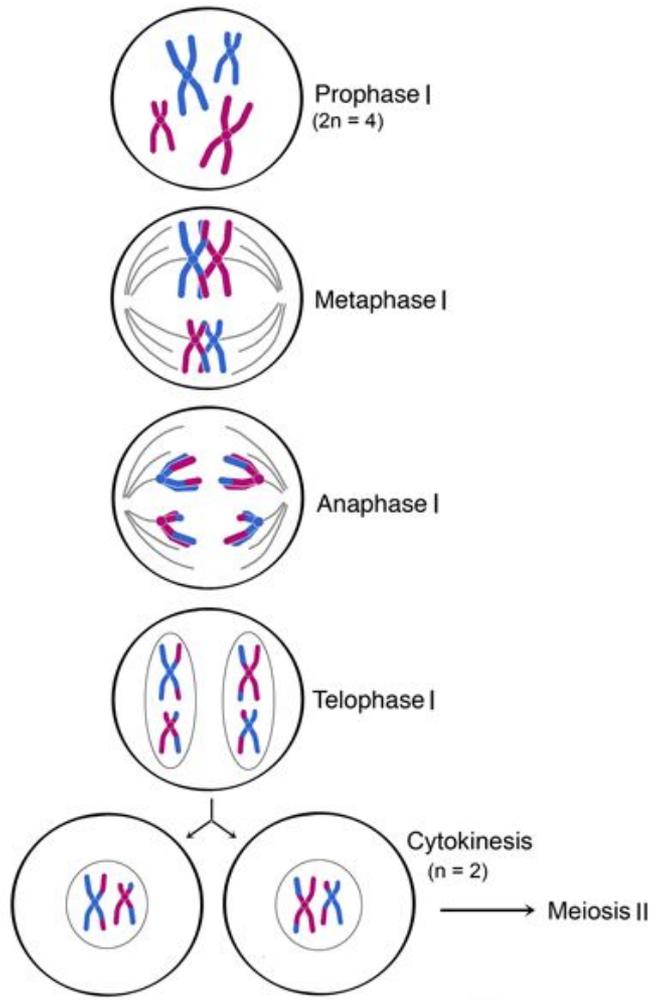
# Оплодотворение



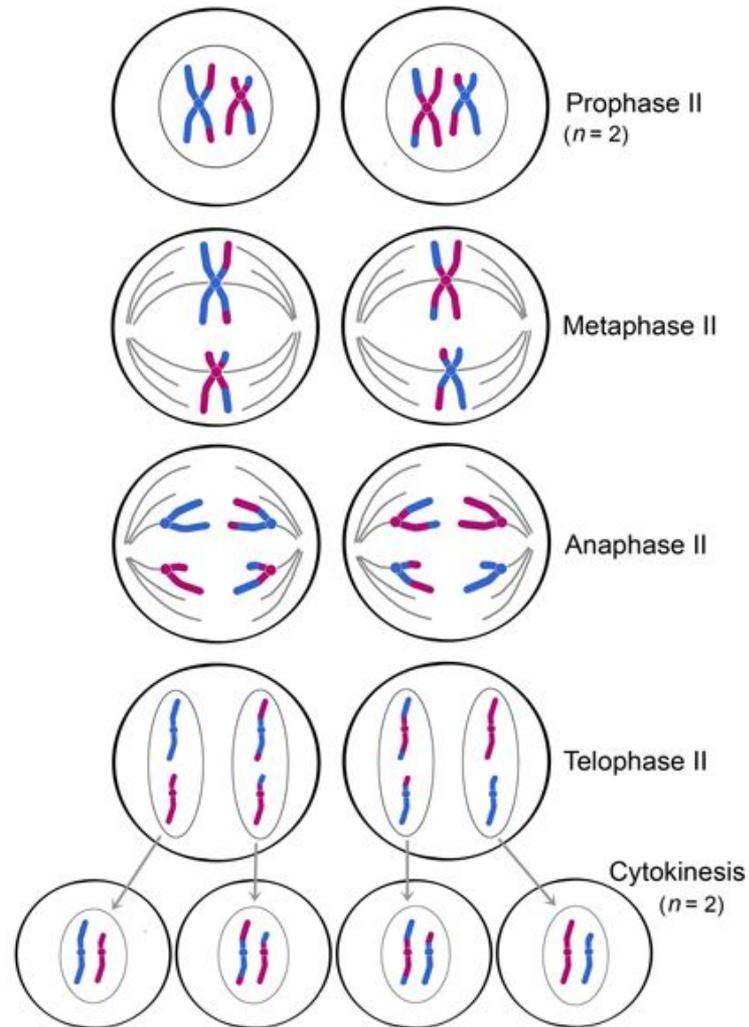
# Типы мейоза

- **Зиготный (начальный) мейоз** происходит сразу после оплодотворения. Свойственен многим водорослям и простейшим. В жизненном цикле этих организмов преобладает гаплофаза, а диплофаза редуцирована до зиготы.
- **Гаметный (конечный) мейоз** наблюдается у животных, а также у некоторых простейших и водорослей. В этом случае мейоз происходит во время гаметогенеза, и гаплофазе соответствуют гаметы (яйцеклетки и сперматозоиды).
- **Споровый (промежуточный) мейоз** характерен для высших растений. В их жизненном цикле чередуются поколения спорофита, который размножается спорами, и гаметофита, который размножается половым путем. Мейоз идет в клетках диплоидного спорофита (диплофаза). В результате спорогенеза образуются споры с гаплоидным числом хромосом. Они развиваются без оплодотворения в гаметофит (гаплофаза), продуцирующий гаметы, слияние которых в зиготу опять дает начало диплоидному спорофиту.

# Редукционное деление – мейоз I

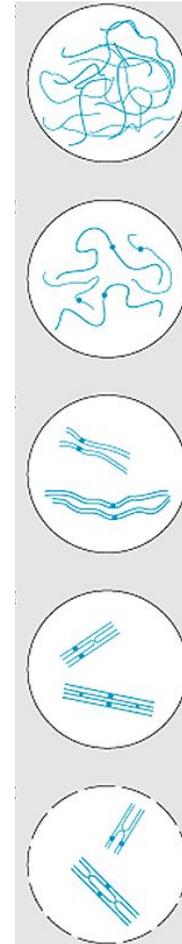


# Эквационное деление – мейоз II

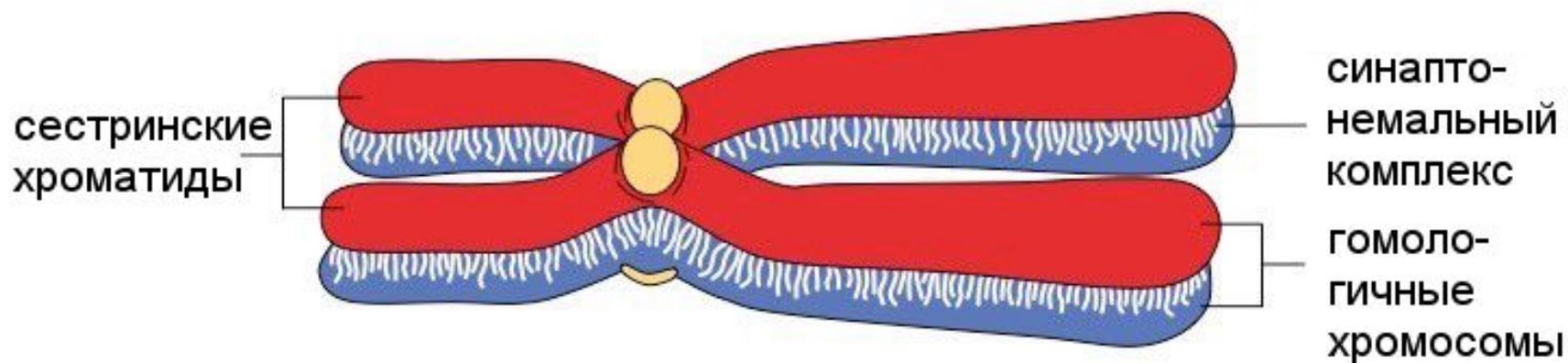


# Профаза I

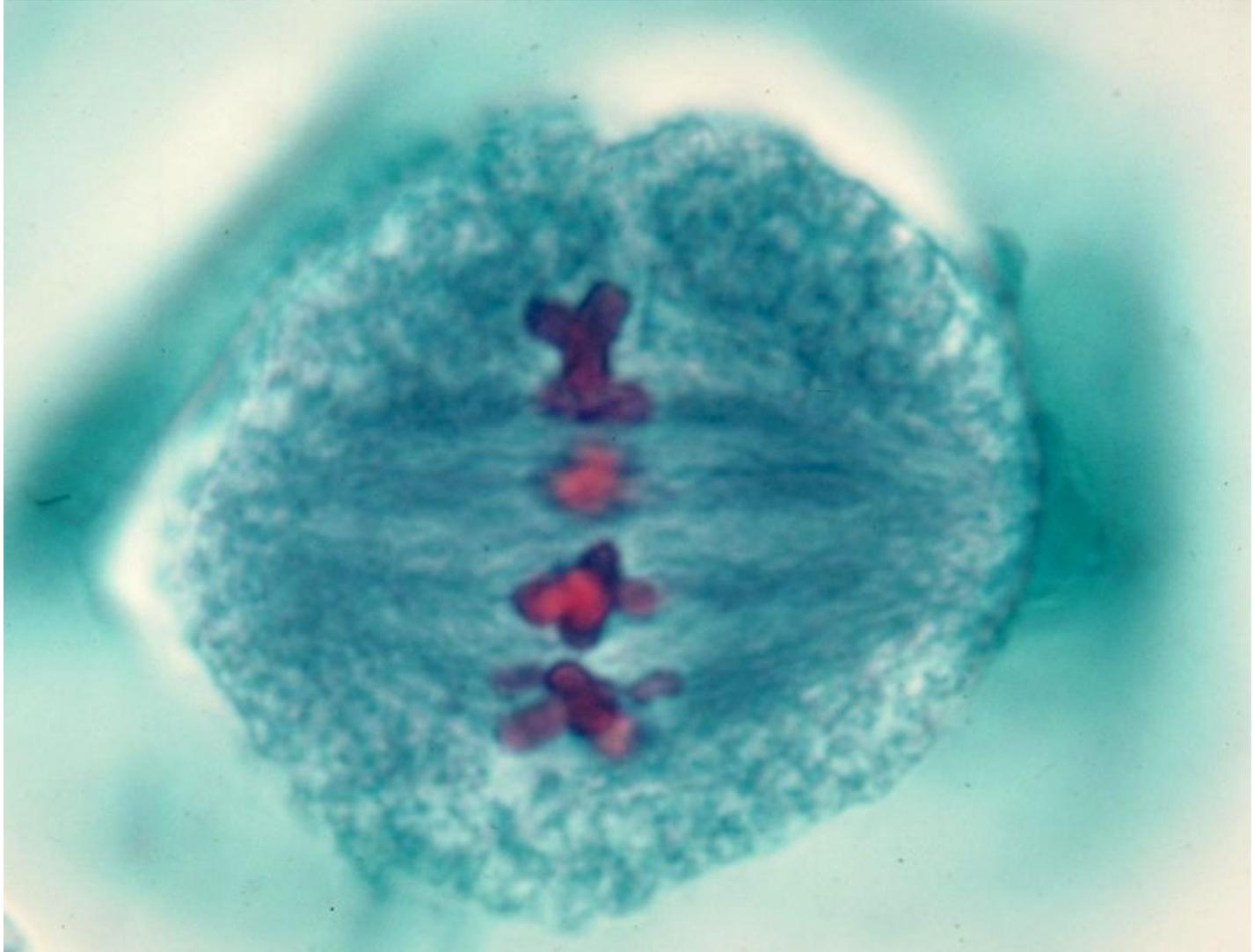
- **Лептотена** стадия тонких нитей
- **Зиготена** стадия слияния нитей
- **Пахитена** стадия толстых нитей
- **Диплотена** стадия двойных нитей
- **Диакинез** стадия отталкивания нитей



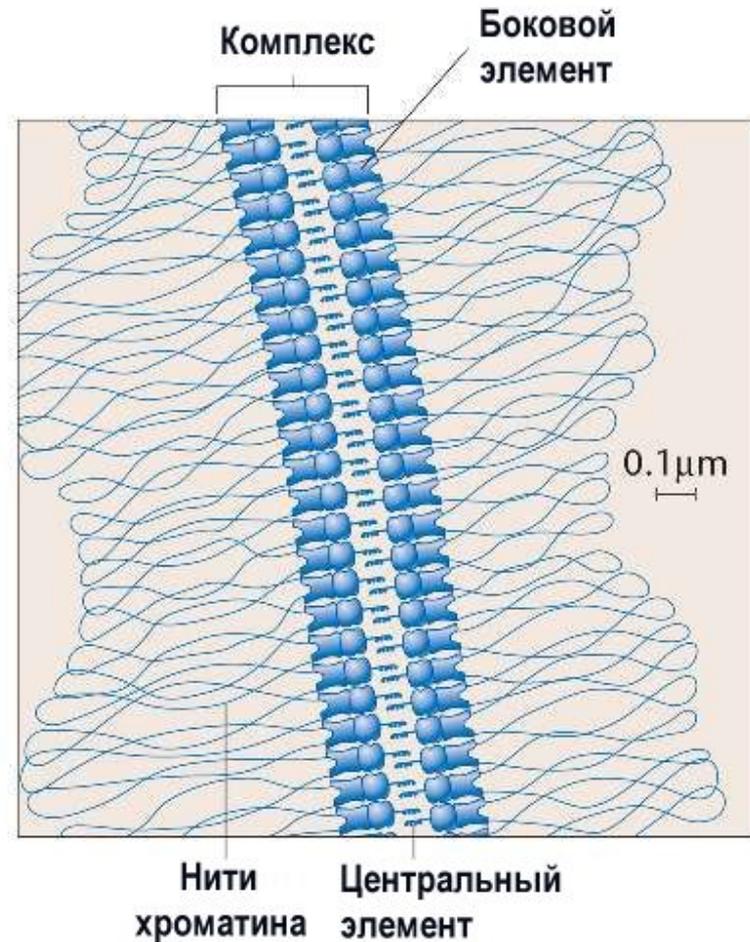
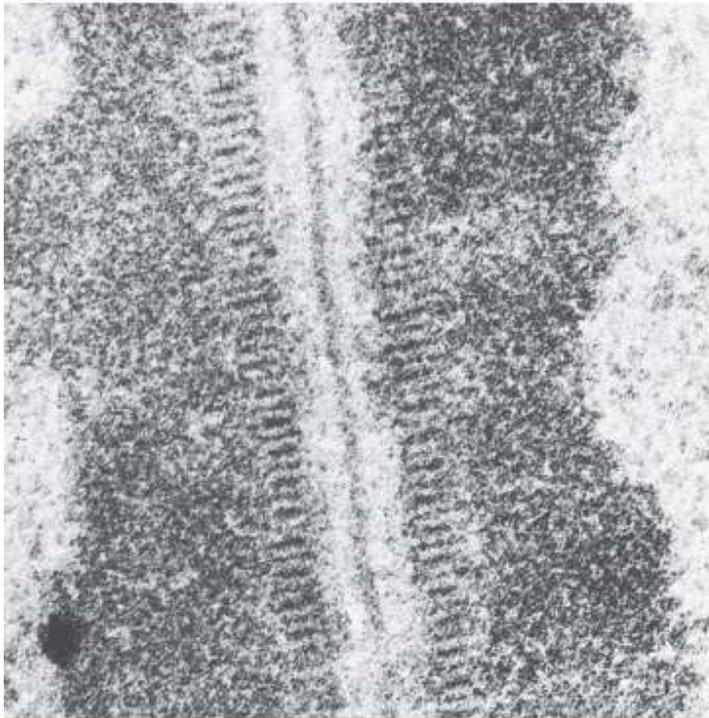
# Бивалент



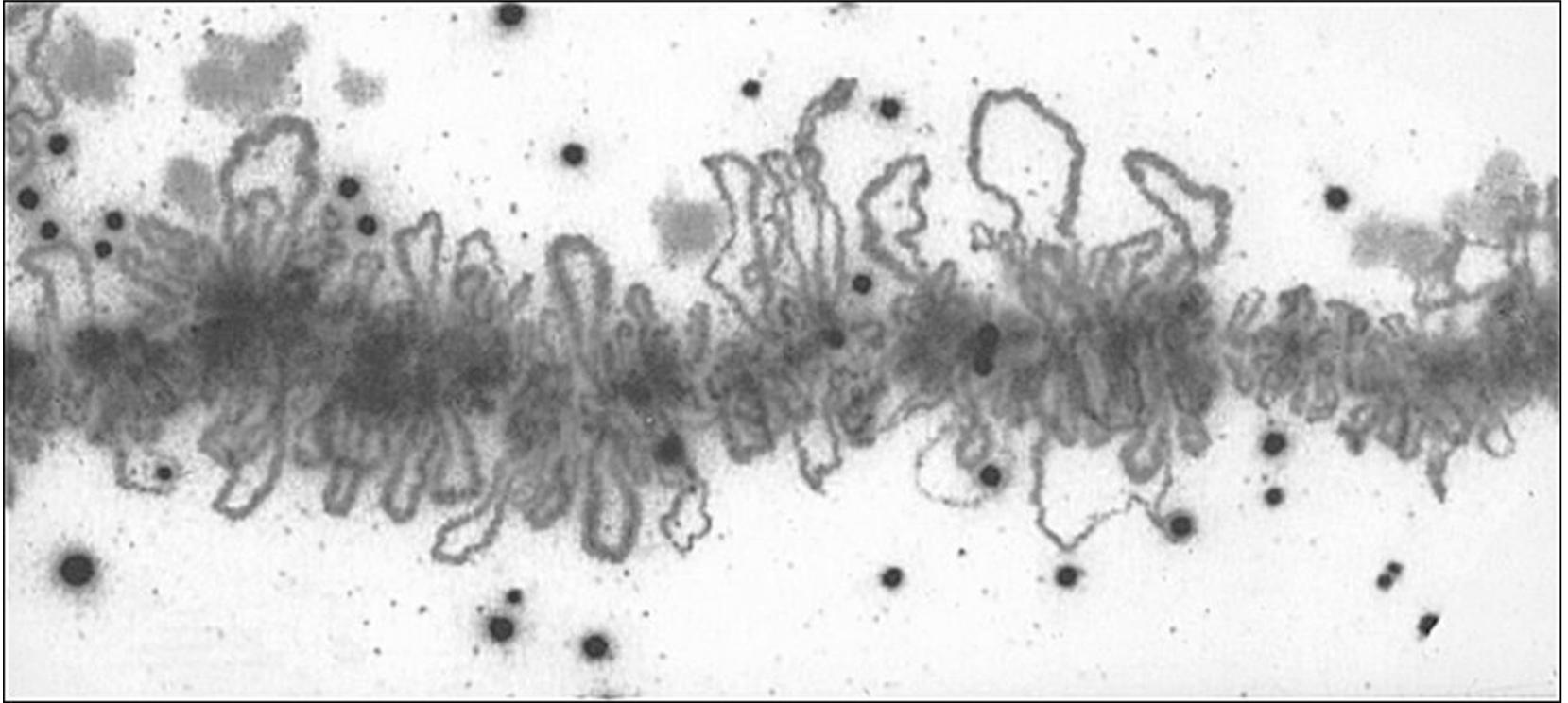
# Метафаза I



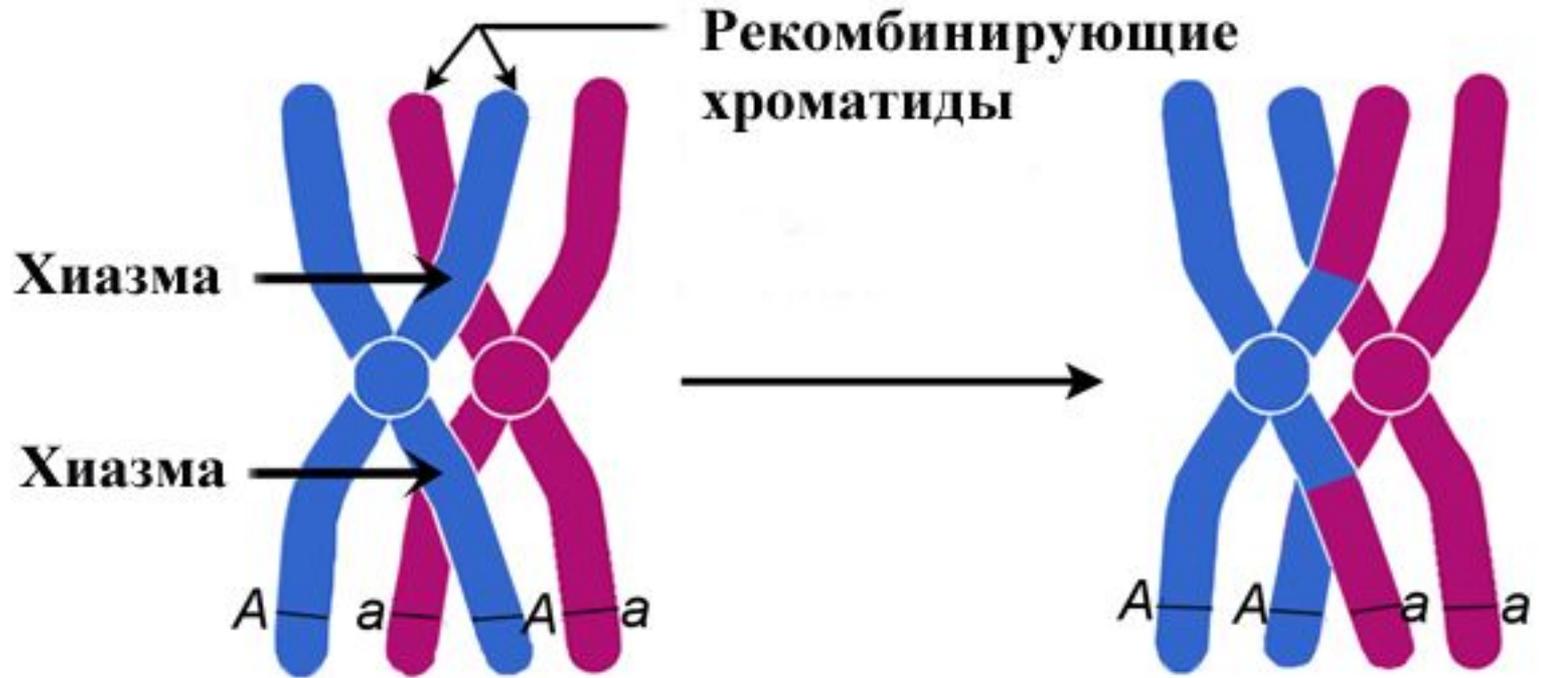
# Синаптонемальный комплекс



# Хромосомы типа ламповых щеток



# Кроссинговер



# Фазы мейоза

## Предмейотическая интерфаза

- **Мейоз I**

- **Профаза I**

- Метафаза I
- Анафаза I
- Телофаза I

- Интеркинез

- **Мейоз II**

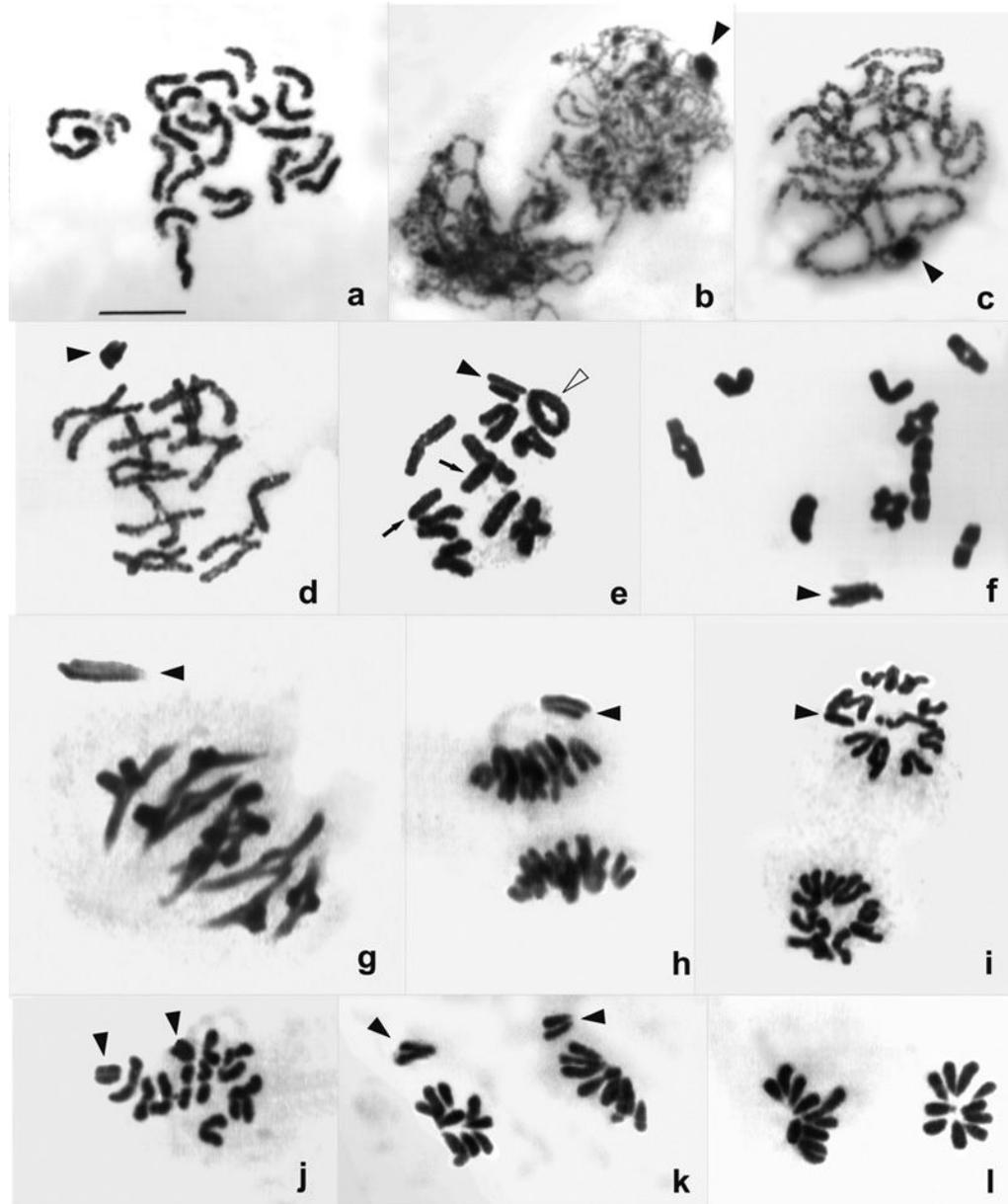
- Профаза II
- Метафаза II
- Анафаза II
- Телофаза II

- Лептотена
- Зиготена
- Пахитена
- Диплотена
- Диакинез

*Lycosa erythrognatha* ( $2n=22$ )



# Мейоз у тарантула ( $2n=22$ )



# Изменения числа хромосом, хроматид и содержания ДНК в клетках при мейозе

$n$  – число хромосом,  $ch$  – число хроматид,  $C$  – отн. количество ДНК

- Предмейотическая интерфаза  $2n:4ch:4C$
- Мейоз I
    - Профаза I  $2n:4ch:4C$
    - Метафаза I  $2n:4ch:4C$
    - **Анафаза I**  $n:2ch:2C$
    - Телофаза I  $n:2ch:2C$
  - Интеркинез
    - Профаза II  $n:2ch:2C$
    - Метафаза II  $n:2ch:2C$
    - **Анафаза II**  $n:ch:C$
    - Телофаза II  $n:ch:C$
- Лептотена
  - Зиготена
  - Пахитена
  - Диплотена
  - Диакинез

# Биологическое значение мейоза

- Компенсация полиплоидизирующего эффекта оплодотворения путем редукции числа хромосом.
- Создание комбинаторной наследственной изменчивости в результате случайного сочетания материнских и отцовских хромосом при формировании гамет.
- Усиление комбинаторной наследственной изменчивости благодаря кроссинговеру.
- Детерминация начальных этапов развития зиготы и дифференцировки сперматозоидов путем избирательной активации генов

**Стволовая клетка** - это клетка, обладающая способностью постоянно делиться и давать потомство, которое созревает в зрелые функционирующие клетки различных органов и тканей.

**Для них характерно:**

- Отсутствие специализации
- Способность к самообновлению
- Способность порождать специализированные типы клеток

# История изучения стволовых клеток

- 1868 - Эрнст Геккель вводит понятие “стволовая клетка” (СК)
- 1876 – Оскар Гертвиг описал оплодотворение у животных
- 1886 – Уильям Сэдвик впервые использует термин СК для растений
- 1909 – Унитарная теория кроветворения Александра Максимова
- 1930 – А.Максимов и У.Блум – теория дифферона
- 1953 – Лерой Стевенс начал исследования тератом у мышей
- 1957 – Е.Д.Томас провел первую трансплантацию костного мозга
- 1959 – Первое применение искусственного оплодотворения у КРС
- 1963 – Д.Тил и Э.МакКалох разработали метод селезеночных колоний
- 1968 – Первое оплодотворение яйцеклетки человека *in vitro*
- 1978 – В Англии родился первый ребенок, зачатый *in vitro*
- 1989 - М.Капеччи, М.Эванс, О.Смититс получают нокаутных мышей
- 1998 – Эмбриональные СК человека научились культивировать
- 2005 – С.Яманака и К.Такахаши получили СК из фибробластов

# Типы стволовых клеток

**Эмбриональные стволовые клетки** извлекают из 5-6 дневного эмбриона. Они обладают способностью формировать любые типы клеток организма человека.

**Эмбриональные зародышевые клетки** происходят из той части зародыша, которая формирует во взрослом организме гаметы.

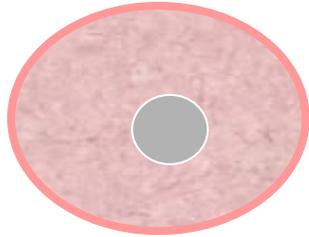
**Стволовые клетки взрослого организма** сохраняются во взрослом организме, порождая ограниченное количество дифференцированных клеточных типов в течении его жизни

**Индукцированные стволовые клетки** получают из дифференцированных клеток путем репрограммирования генома транскрипционными факторами

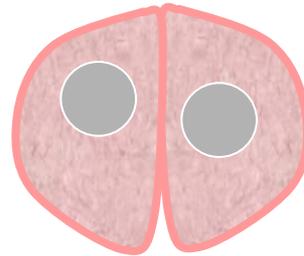
# Разновидности стволовых клеток по потенциалу развития

Тип	Описание	Пример
Тотипотентные	Каждая клетка может дать целый организм	Клетки эмбриона на 1-3 день развития
Плюри-потентные	СК могут порождать любые зрелые клетки	Клетки эмбриона на 5-14 день развития
Мульти-потентные	СК могут порождать зрелые клетки ограниченного спектра	Мезенхима зародыша, кровь из пуповины
Полипотентные	СК порождают клетки одной ткани	СК во взрослом организме

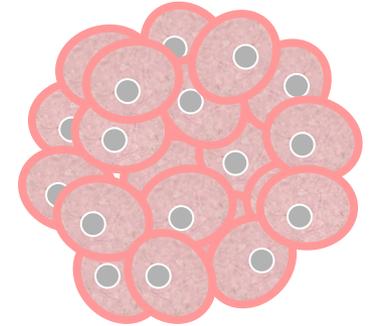
# Ранние стадии эмбриогенеза



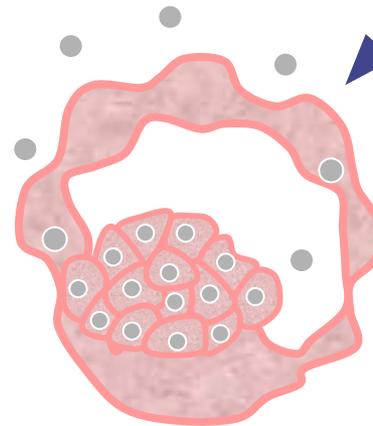
1 день  
оплодотворенная  
яйцеклетка



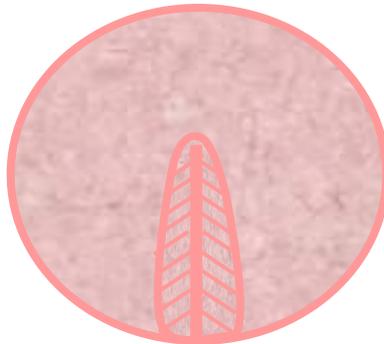
2 день  
двухклеточный  
эмбрион



3-4 дни  
многоклеточный  
эмбрион

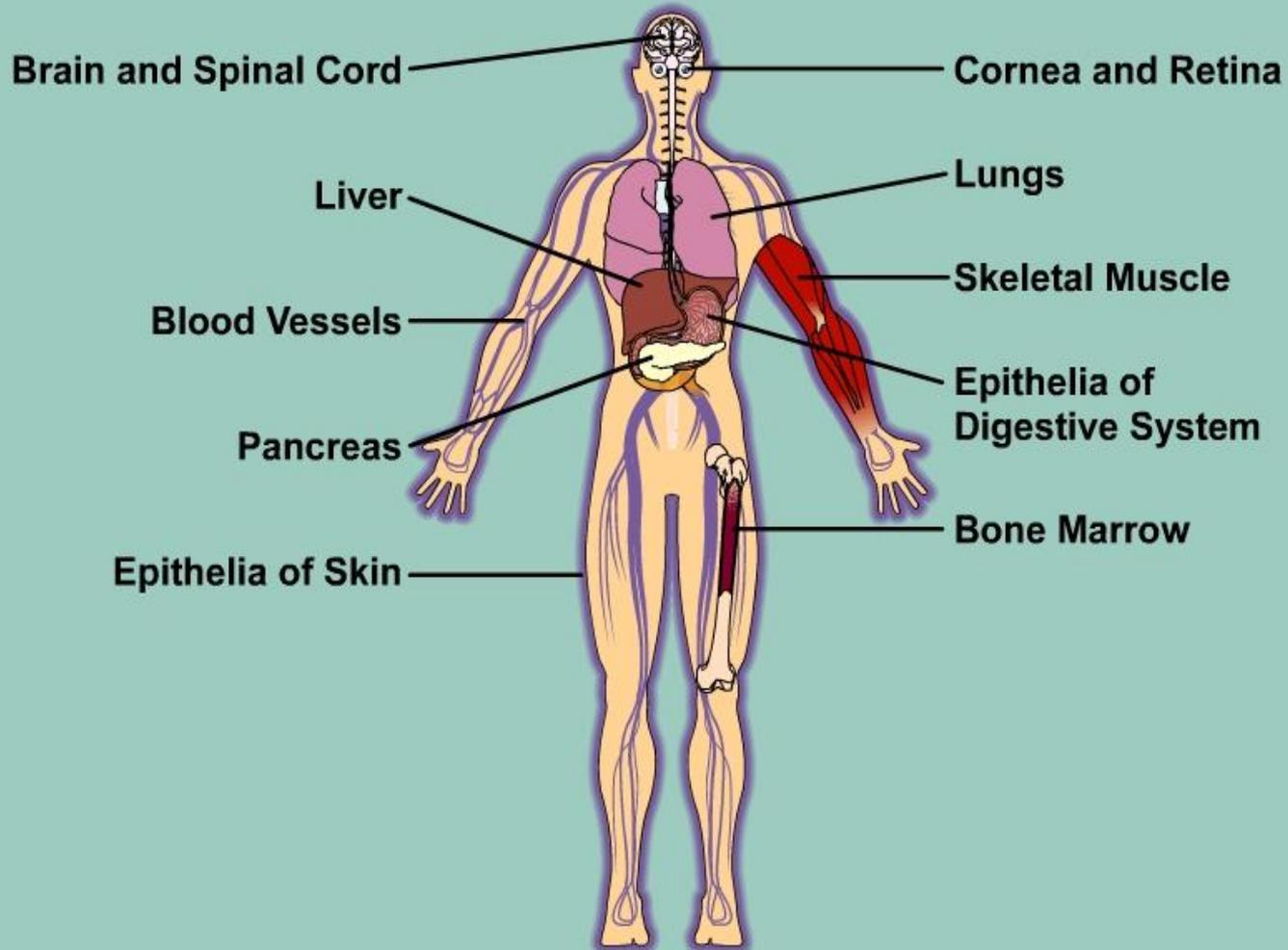


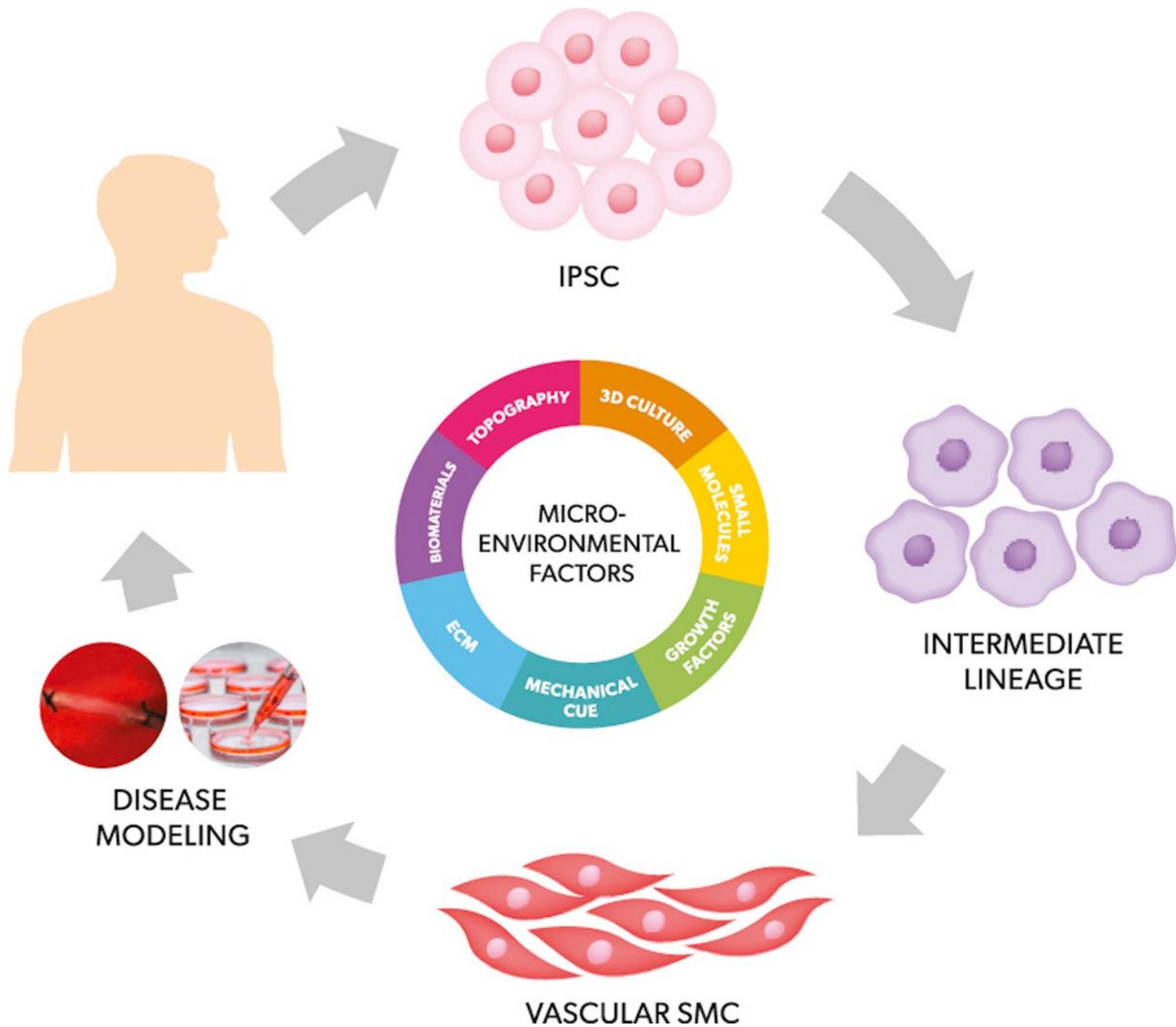
5-6 дни  
бластоциста



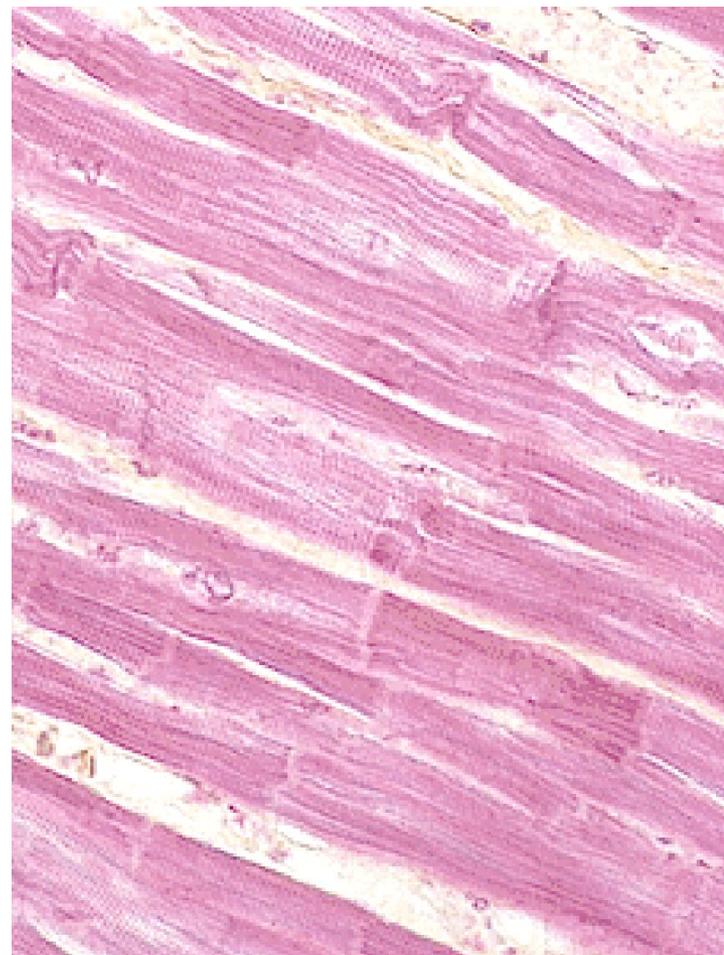
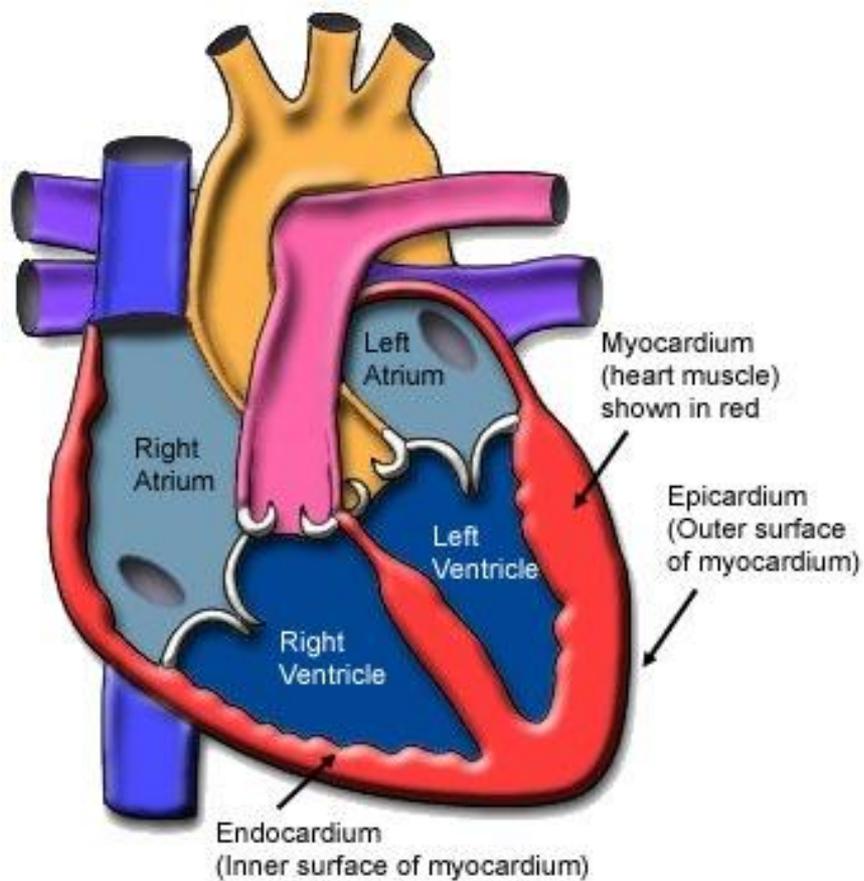
11-14 дни  
тканевая дифференцировка

# Adult Stem Cell Locations



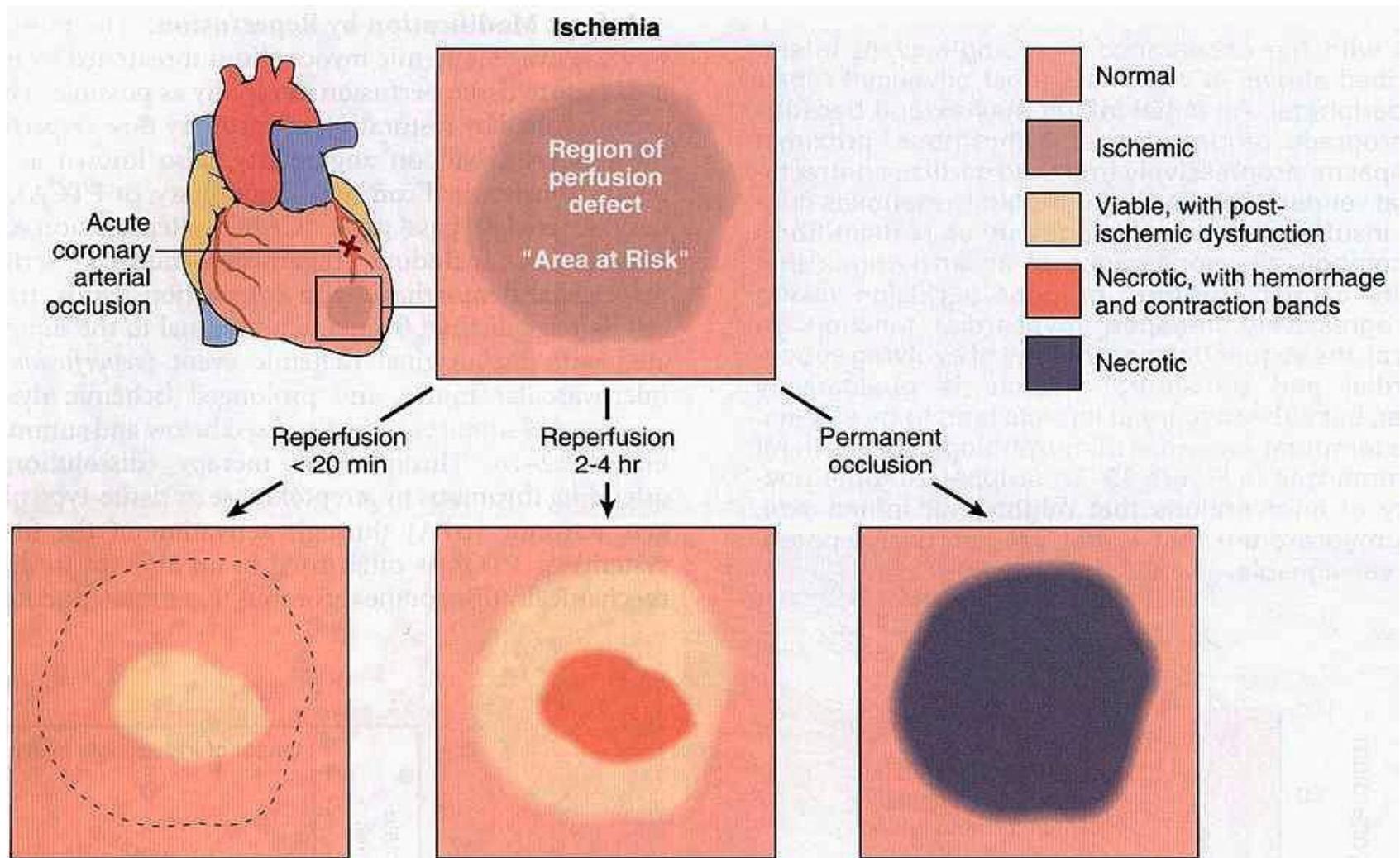


# Сердечная мышечная ткань



Гематоксилин – эозин, 200x

# Развитие инфаркта миокарда



# Патоморфология инфаркта миокарда

