



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И РАЗВИТИЯ



Тула 2019 г.

УДК 57.017.64 + 57.017.53

Составитель: Н.Л. Лагунова. Методические указания для студентов очной, очно-заочной и заочной формы обучения к практическим работам по биологии размножения и развития. Тула: Изд-во ТулГУ, 2019.

Приведены 15 практических работ, выполнение которых будет способствовать усвоению студентами теоретического материала по дисциплине «Биология размножения и развития» и формированию компетенций, предусмотренных образовательными стандартами естественнонаучной направленности.

Печатается по решению библиотечно-издательского совета  
Тульского государственного университета

Н.Л. Лагунова, 2019

Издательство ТулГУ, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>ЗАНЯТИЕ 1-2</i> .....	4
ТЕМА: МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БРР. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ БРР	
<i>ЗАНЯТИЕ 3</i> .....	8
ТЕМА: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БРР. ВЫБОР ТЕМЫ ДОКЛАДА	
<i>ЗАНЯТИЕ 4-5</i> .....	11
ТЕМА: РАЗМНОЖЕНИЕ. БЕСПОЛОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ, ЕГО РАЗНООБРАЗИЕ. ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ. ПАРТЕНОГЕНЕЗ. ГИНОГЕНЕЗ. АНДРОГЕНЕЗ	
<i>ЗАНЯТИЕ 6</i> .....	22
ТЕМА: КЛЕТОЧНАЯ ГИБЕЛЬ: АПОПТОЗ, НЕКРОЗ, КОНЕЧНОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ	
<i>ЗАНЯТИЕ 7</i> .....	29
ТЕМА: СТРОЕНИЕ ГАМЕТ. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ	
<i>ЗАНЯТИЕ 8</i> .....	37
ТЕМА: ДРОБЛЕНИЕ, ЕГО КЛАССИФИКАЦИЯ ПО 4 ПРИЗНАКАМ. РАЗНООБРАЗИЕ БЛАСТУЛ	
<i>ЗАНЯТИЕ 9-10</i> .....	47
ТЕМА: ГАСТРУЛЯЦИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ МЕЗОДЕРМЫ. НЕЙРУЛЯЦИЯ	
<i>ЗАНЯТИЕ 11-12</i> .....	56
ТЕМА: ЭМБРИОГЕНЕЗ ХОРДОВЫХ ЖИВОТНЫХ. ВНЕЗАРОДЫШЕВЫЕ ОРГАНЫ. ОСОБЕННОСТИ ПЛАЦЕНТЫ	
<i>ЗАНЯТИЕ 13</i> .....	72
ТЕМА: ОНТОГЕНЕЗ ЧЕЛОВЕКА. КРИТИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ. БИОРИТМОЛОГИЯ	
<i>ЗАНЯТИЕ 14</i> .....	79
ТЕМА: БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ ЧЕЛОВЕКА. GERONТОЛОГИЯ	
<i>ЗАНЯТИЕ 15</i> .....	90
ТЕМА: ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИРО (ГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ГОРМОНАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ, РОСТ И РЕГЕНЕРАЦИЯ)	
Методическая литература для самостоятельной работы.....	96

## ЗАНЯТИЕ 1-2.

### **ТЕМА: МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БРР. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ БРР**

Круг обсуждаемых вопросов:

1. Система бальной оценки дисциплины «Биология размножения и развития».
2. Цели и задачи БРР.
3. Методы исследования БРР.
4. Основные этапы становления БРР.

#### *Цели и задачи БРР*

**Задание 1.** Используя материал, изложенный в **Теме 1, Раздел №1 «Биология размножения и развития как наука»** (**Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 4)**, подготовить ответы на вопросы:

1. В чем состоит задача БРР? В чем сложность этой задачи?
2. Датируйте начало разработки проблем, которыми сегодня занимается БРР, и объясните причины сравнительной молодости этой науки.
3. Достижения каких наук легли в основу БРР?
4. Как Вы понимаете выражение «синтетический подход к изучению процессов развития»?
5. Какова цель БРР и в чем сложность ее формулировки?
6. Чем объясняется необходимость системного подхода к изучению процессов развития?
7. Для решения каких задач медицины и сельского хозяйства необходимы достижения БРР по управлению онтогенезом?

8. Какие требования предъявляются к специалистам для решения задач БРР?

### *Методы исследования БРР*

Биология размножения и развития является синтезом достижений эмбриологии, молекулярной биологии, генетики, биохимии, цитологии. В силу этого методы исследования данной науки весьма разнообразны.

Классификация общих методов БРР:

- описательные,
- сравнительные,
- экспериментально-эмбриологические,
- цитологические,
- цитохимические,
- молекулярно-биологические,
- биохимические,
- иммуно-биологические,
- экологические.

БРР по методологии отличает единство описательного, экспериментального и исторического подходов к изучению онтогенеза.

**Задание 2.** Подготовьте краткие сообщения (5-10 предложений) по частным методикам БРР, используя ресурсы Интернет:

1. Искусственное осеменение в рыбоводстве, птицеводстве и животноводстве. Исследования В. П. Врасского, В. К. Милованова.
2. Партеногенез естественный и искусственный. Работы Ж. Леба, А. А., Тихомирова, Э. Батайона, Г. Пинкуса, Б. Л. Астаурова.
3. Опыты по разделению и слиянию бластомеров, умерщвлению отдельных бластомеров.

4. Опыты по пересадкам и инактивации ядер. Эксперименты Шпемана по перемещению ядер.
5. Опыты маркировки. Карты презумптивных зачатков на стадии ранней гастрюлы.
6. Гибридизация соматических клеток, пересадка и эксплантация зачатков.
7. Опыты деления и рекомбинации частей зародыша, удаление, пересадка и эксплантация презумптивных зачатков на разных стадиях гастрюляции.
8. Получение межвидовых гибридов для изучения процессов цитодифференцировки.
9. Индукция дополнительной конечности для выяснения последовательности детерминации осей и отдельных частей конечности.
10. Методы исследования роста. Вычисление истинной скорости и константы роста (И.И. Шмальгаузен).
11. Сравнительный анализ роста животных и человека. Использование достижений в области изучения закономерностей роста животных и человека в медицине и зоотехнике.
12. Изучение регенерационной способности в мире животных и ее изменение в онтогенезе.
13. Способы стимуляции регенерации.
14. Регенерация органов на примере конечности и хрусталика глаза.

### *Основные этапы становления БРР*

**Задание 3.** Используя материал, изложенный в **Теме 2, Раздел №1 «Биология размножения и развития как наука»** (**Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 5-18**), подготовьте конспект для семинарской работы объемом не менее 5 страниц в тетради для практических работ по дисциплине. В конспекте должны быть отражены наиболее значимые, на Ваш

взгляд, достижения и открытия. Семинар будет проходить в виде групповой дискуссии и фасилитации.

**Задание 4.** Выполните задания и подготовьте ответы на вопросы:

1. Сравните основные достижения преформизма (16-17вв.) и неопреформизма (19-нач.20вв.). Какие достижения, по Вашему мнению, более значительны для развития БРР и почему? Ответ поясните.
2. Охарактеризуйте достижения эпигенетиков 18-19вв.
3. Какие открытия в области биохимической генетики в начале 20в. заложили основы современной БРР?
4. Выявите отличия в методологии и приборном обеспечении эмбриологии и БРР. Какая наука более затратная? Какой этап развития человека невозможно изучить и по какой причине?
5. Опишите исследования ученых-генетиков в области БРР. Охарактеризуйте работы русских ученых в этой области.

## ЗАНЯТИЕ 3.

### **ТЕМА: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БРР.** **ВЫБОР ТЕМЫ ДОКЛАДА**

Круг обсуждаемых вопросов:

1. Фундаментальные и прикладные проблемы БРР.
2. Примерные темы докладов.
3. Вопросы для подготовки к семинару.

*Фундаментальные и прикладные проблемы БРР. Выбор темы доклада  
в результате самостоятельного анализа публикаций*

**Задание 1.** Для выбора темы доклада кроме самостоятельного поиска в сети Интернет студентам рекомендуется ознакомиться с тематическим материалом по проблемам современной БРР, изложенном в **Теме 3, Раздел №1 «Живые системы и их свойства»** (**Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 18 - 23**).

*Образцы тем для доклада:*

1. Проблемы клонирования животных и человека.
2. Экстракорпоральное оплодотворение.
3. Генетические факторы мужского и женского бесплодия.
4. Десинхроноз как проблема современного человека.
5. Выращивание органов в лабораторных условиях.
6. Введение генов в зародышевые клетки.
7. Эпигенетические факторы наследственности.
8. Фетальная хирургия.
9. Митохондриальная теория старения.
10. Генная терапия у человека и животных.

### *Вопросы для подготовки к семинару*

1. Основные достижения и проблемы клонирования. Как применяется клонирование и трансплантология в медицине и биотехнологии?
2. Какие исследования доступнее в морально-этическом аспекте при исследовании начальных этапов индивидуального развития человека?
3. В чем заключается «русский способ» оплодотворения икры? Где и когда начались эти работы, каково их значение?
4. Объясните, почему для обработки результатов экспериментов в области современной биологии размножения и развития необходимо применять достижения системной биологии?
5. Возможно ли, по Вашему мнению, применение достижений клеточной и генной инженерии для решения проблем человечества? Дайте объяснение, используя эволюционный подход.
6. В чем особенности получения ГМО разных таксонов?
7. Как используются ГМО для решения фундаментальных и прикладных задач медицины и биотехнологии? Приведите примеры.
8. В чем прикладной и фундаментальный смысл введения генов в зародышевые клетки? Какие сложности возникают при этом? Приведите примеры.
9. Каков механизм введения генов в эмбрион? Какие конструкции при этом используются и в чем заключается возможная опасность этих технологий?
10. Для чего интенсивно проводятся работы по получению однояйцевых близнецов у животных? Видите ли Вы морально-этические проблемы в способе, которым это осуществляют?
11. В чем Вы видите биологическую опасность выведения генеративных органов сельскохозяйственных растений и животных на максимум?
12. Какие ограничения существуют у применения гемопоэтических стволовых клеток?

13. Какие органы можно выращивать и трансплантировать человеку на современном этапе развития этой технологии?
14. Что такое эпигенетика и каковы ее достижения?
15. Как Вы понимаете проблему целостности в развитии, и какие возможности откроются при ее решении?
16. В чем состоят морально-этические и метрологические особенности планирования эксперимента на животных? Приведите пример (тема эксперимента – на усмотрение выступающего).

## ЗАНЯТИЕ 4-5.

### **ТЕМА: РАЗМНОЖЕНИЕ. БЕСПОЛОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ, ЕГО РАЗНООБРАЗИЕ. ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ. ПАРТЕНОГЕНЕЗ. ГИНОГЕНЕЗ. АНДРОГЕНЕЗ**

#### Круг обсуждаемых вопросов:

1. Размножение. Основные типы деления клеток.
2. Бесполое и половое размножение, их разнообразие в растительном и животном мире.
3. Достоинства и недостатки основных типов размножения.
4. Партеногенез. Гиногенез. Андрогенез.
5. Определение пола.
6. Гинандроморфы.

#### *Размножение. Основные типы деления клеток*

**Задание 1.** Выполните тестовую работу по теме «Размножение. Митоз. Мейоз».

На вопросы предполагается один или несколько ответов.

1. Основными типами размножения организмов являются:

- 1) Половое
- 2) Бесполое
- 3) Вегетативное
- 4) Почкование
- 5) Спорообразование
- 6) Искусственное
- 7) Естественное

2. Процесс размножения очень сложен, т.к. он связан с:

- 1) Передачей генетической информации

- 2) Анатомическими свойствами организмов
- 3) Физиологическими свойствами организмов
- 4) Гормональным контролем
- 5) Рассудочной деятельностью

3. К вегетативному размножению относятся:

- 1) Простое деление на 2 дочерние клетки
- 2) Множественное деление
- 3) Почкование растительных организмов
- 4) Почкование животных организмов
- 5) Спорообразование
- 6) Прививка
- 7) Клонирование

4. Характерные черты бесполого размножения:

- 1) В размножении участвует одна родительская особь
- 2) В размножении участвует одна, но гермафродитная особь
- 3) Гаметы образуются
- 4) Половые клетки образуются не всегда
- 5) Может осуществляться фрагментацией родительской особи

5. Для бесполого размножения характерно:

- 1) Потомки идентичны
- 2) Потомки могут генетически отличаться в начале онтогенеза
- 3) Потомки могут фенотипически отличаться в конце онтогенеза
- 4) Для потомков свойственна генетическая изменчивость
- 5) Для потомков совсем не свойственна генетическая изменчивость

6. Большинство растений размножается с помощью спор. Споры образуются в результате мейотического деления материнских клеток спор. Споры растений:

- 1) Гаплоидны
- 2) Диплоидны
- 3) Могут быть как гаплоидными, так и диплоидными

7. Отличительными признаками полового размножения организмов является:

- 1) Образование половых клеток раздельнополыми организмами
- 2) Образование женских и мужских половых клеток гермафродитными организмами
- 3) Слияние генетического материала гаплоидных ядер
- 4) Наличие специализированных половых клеток – гамет
- 5) Образование гамет только в специализированных структурах (гаметангиях, гонадах)

8. Половое размножение считают ароморфозом, т.к. оно:

- 1) Повышает генетическое разнообразие
- 2) Переводит большинство генов в гомозиготное состояние
- 3) Увеличивает долю гетерозисных особей
- 4) Способствует образованию у организмов специализированных структур
- 5) Способствует образованию приспособлений и особенностей поведения

9. Некоторые растения в культуре размножаются исключительно черенками, что позволяет:

- 1) Получить больше посадочного материала, чем при размножении семенами
- 2) Получить более жизнеспособное потомство
- 3) Получить растения с новыми признаками
- 4) Сохранить признаки сорта

10. Отметьте неверный ответ. Прививки используют для размножения растений, т.к.:

- 1) Это более быстрый способ, чем выращивание из семян
- 2) При этом сохраняется желаемый набор генетических признаков
- 3) Образующийся побег сочетает в себе генетические признаки обоих родителей

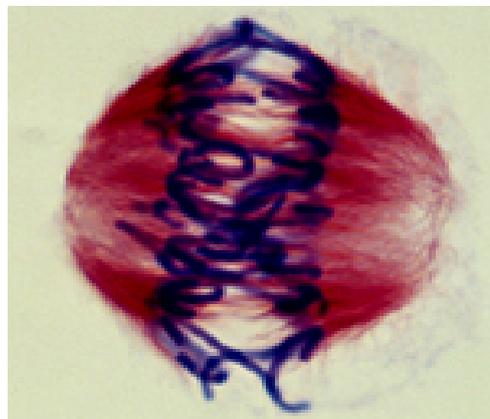
11. При митозе происходит:

- 1) Одно деление

- 2) Два деления, быстро следующих друг за другом
  - 3) Два деления, между которыми есть длительная интерфаза
12. Уменьшение числа хромосом вдвое происходит в делении мейоза:
- 1) В первом
  - 2) Во втором
  - 3) В первом начинается, во втором заканчивается
13. В анафазе 2 деления мейоза происходит расхождение:
- 1) Хромосом
  - 2) Хроматид, которые становятся хромосомами
  - 3) В этой стадии нет расхождения
14. В период между двумя делениями мейоза удвоение молекулы ДНК:
- 1) Осуществляется
  - 2) Не происходит
  - 3) У разных организмов возможны оба варианта
15. Биологическое значение мейоза состоит в:
- 1) Увеличении числа клеток
  - 2) Уменьшении вдвое числа хромосом в гаметах животных
  - 3) Уменьшении вдвое числа хромосом в спорах высших растений
  - 4) Обеспечении новых комбинаций генетического материала гамет
  - 5) Изменениях в фенотипе потомства

**Задание 2.** Рассмотрите микрофотографию деления клетки. Выполните задания.

1. Определите тип и фазу деления. Ответ аргументируйте.
2. Как по-Вашему, это нормальное деление, идущее без ошибок, или есть нарушения?



**Задание 3.** Выполните задания 1-2 с определением последовательности событий.

1. Выберите события, происходящие в процессе митоза, и определите их последовательность:

- А) Распределение хромосом по экватору клетки
- Б) Деление цитоплазмы
- В) Спирализация и утолщение хромосом
- Г) Образование новых ядер
- Д) Синапсис хроматид
- Е) Деление новых ядер
- Ж) Образование бивалентов
- З) Расхождение хроматид к полюсам клетки

2. Расположите события с точки зрения их очередности при образовании гамет:

- А) Конъюгация хромосом
- Б) Деление центромер
- В) Утолщение и спирализация хромосом
- Г) Расхождение хроматид к полюсам клетки
- Д) Расположение хромосом по экватору клетки
- Е) Кроссинговер
- Ж) Расхождение хромосом к полюсам клетки
- З) Деление цитоплазмы

**Задание 4.** Ответьте на контрольные вопросы и выполните задания.

1. Если в клетке видны хромосомы, а ядерной оболочки и ядрышка нет, какая это стадия митоза?
2. Какова вероятность того, что ребенок унаследует от бабушки по отцу все хромосомы? Обоснуйте ответ.

3. Если на клетку, имеющую 14 хромосом, подействовать колхицином, сколько будет хромосом в каждой из дочерних клеток и сколько хроматид будет в каждой хромосоме?
4. Каковы отличия митоза и цитокинеза в растительных и животных клетках?
5. Если в клетке хорошо видно веретено деления, а центромеры всех хромосом находятся в одной плоскости, какая это стадия?
6. Во время митоза в культуре ткани человека произошла элиминация одной хромосомы. Сколько хромосом будет в двух образующихся клетках?
7. Какие две стадии профазы 1 мейоза противоположны по процессам, в них происходящим?
8. Женщина получила от матери две хромосомы неправильной формы, а остальные нормальные и от отца одну хромосому неправильной формы. Какова вероятность того, что все три данные хромосомы окажутся в одной яйцеклетке, если они:
  - а) негомологичны
  - б) если одна из материнских и отцовская дефектные хромосомы гомологичны. Обоснуйте ответ.
9. Почему в результате митоза образуются диплоидные клетки с идентичным материнской клетке набором хромосом, а в ходе мейоза происходит образование генетически различных гаплоидных клеток? Обоснуйте ответ.
10. Нарисуйте схему поведения одной пары гомологичных хромосом в профазе 1 и в первом делении мейоза. Дайте характеристику процессов, происходящих во время редукционного и эквационного деления.

***Бесполое и половое размножение, их разнообразие  
в растительном и животном мире***

**Задание 5.** Заполните таблицу, используя методическую литературу по дисциплине и ресурсы Интернет:

*Таблица. Общая характеристика бесполого и полового размножения*

Показатель	Способ размножения	
	Бесполое	Половое
Клеточные источники наследственной информации для развития потомка		
Родители		
Потомство		
Главный клеточный механизм		
Эволюционное значение		
Длительность жизненного цикла		

**Задание 6:** Законспектируйте в тетрадь для практических работ основные определения понятий:

- Бесполое размножение
- Половое размножение
- Простое деление
- Митоз
- Мейоз
- Митотомия
- Палинтомия
- Множественное деление (шизогония)
- Почкование (внешнее и внутреннее)
- Фрагментация
- Стробилиция
- Полиэмбриония
- Конъюгация
- Копуляция
- Внутреннее осеменение
- Наружное осеменение

- Смешанное осеменение
- Изогамия
- Гетерогамия
- Овогамия
- Половой диморфизм.

**Задание 7.** Заполните таблицу «Разнообразие бесполого и полового размножения», используя методическую литературу по дисциплине и ресурсы Интернет.

Бесполое		Половое	
У одноклеточных	У многоклеточных	У одноклеточных	У многоклеточных
1.	1.	1.	1.
2.	2.	2.	2.
3.	3.		
4.	4.		

**Задание 8.** Найдите примеры (3 – 5) на каждый пункт таблицы по разнообразию бесполого и полового размножения. Особенно остановитесь на естественном и искусственном размножении растений.

**Задание 9.** В тетради для практических работ нарисуйте этапы бесполого и полового размножения инфузории туфельки. Сделайте обозначения и укажите на рисунках места прохождения митоза и мейоза.

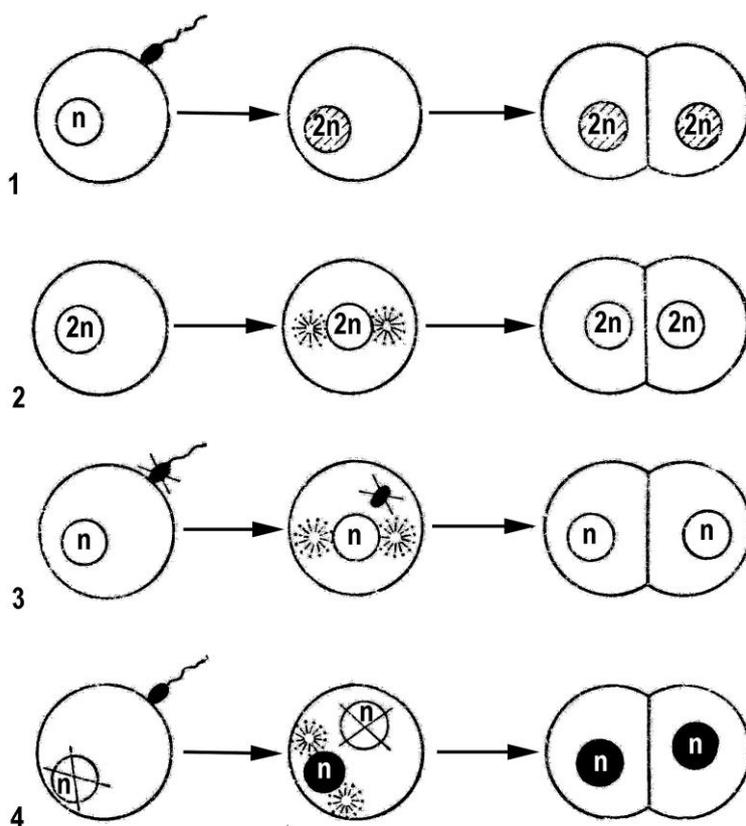
### *Достоинства и недостатки основных типов размножения*

**Задание 10.** Найдите достоинства и недостатки полового и бесполого размножения, используя методическую литературу по дисциплине и ресурсы Интернет.

нет. Особенно подробно остановитесь на эволюционном значении, количестве потомков, возможности получать точные копии и ограничениях, накладываемых особенностями осуществления.

### *Партеногенез. Гиногенез. Андрогенез*

**Задание 11.** Рассмотрите рисунок и выполните задания.



1. Определите основные типы полового размножения и дайте им определения.
2. Зарисуйте схему в альбом, сделайте подписи.

### *Определение пола*

**Задание 12.** Ознакомьтесь с тематическим материалом по определению пола, изложенном в **Теме 4, Раздел №2 «Биология размножения»** (Методические

**указания по самостоятельной работе студентов, стр. 24 - 26).** Ответьте на вопросы:

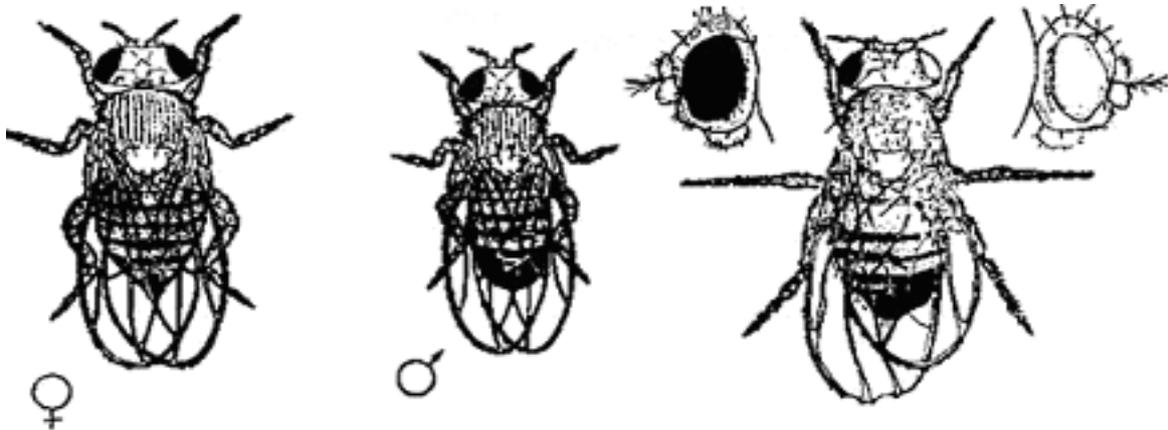
1. На каком этапе онтогенеза происходит становление пола?
2. Какие существуют три типа детерминации пола?
3. Как происходит становление пола у коловраток *Rotatoria*, тли *Phylloxera vasiatrix* и первичных кольцецов *Dirtophilus*?
4. Как происходит становление пола у морского червя *Bonellia viridis*? Какова природа индуктора в этом случае?
5. Как происходит становление пола у моллюска *Crepidula fomicata*? Какова природа индуктора в этом случае?
6. Какой тип определения пола является наиболее распространенным? Ответ обоснуйте. На чем основан этот механизм?
7. Назовите три основных типа хромосомного определения пола. Какой является более распространенным, какой – менее?
8. Какой тип хромосомного определения пола характерен для большинства прямокрылых насекомых, многих клопов, жуков, пауков, многоножек и нематод?

### ***Гинандроморфы***

**Задание 13.** Ознакомьтесь с тематическим материалом, изложенном в **Теме 4, Раздел №2 «Биология размножения»** (**Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 26 - 27).** Ответьте на вопросы:

1. Среди каких животных появляются особи-гинандроморфы?
2. Сколько видов гинандроморфов Вы знаете?
3. При каком условии гинандроморфы могут быть легко распознаны?
4. Что такое монозиготные гинандроморфы? Как они развиваются?

5. Рассмотрите рисунок. По каким генам гетерозиготны X-хромосомы в этом случае? Во время какого деления дробления была утеряна одна X-хромосома?



6. Почему у высших плацентарных млекопитающих невозможно появление гинандроморфов? Какая регуляция способна модулировать такие явления?
7. Известно, что в детерминации пола у дрозофилы Y-хромосома не участвует. Что обеспечивает ее присутствие у самцов?
8. В результате чего развиваются гинандроморфы мозаичного типа? Как их можно обнаружить?
9. При каких условиях могут развиваться дизиготные гинандроморфы?

## ЗАНЯТИЕ 6.

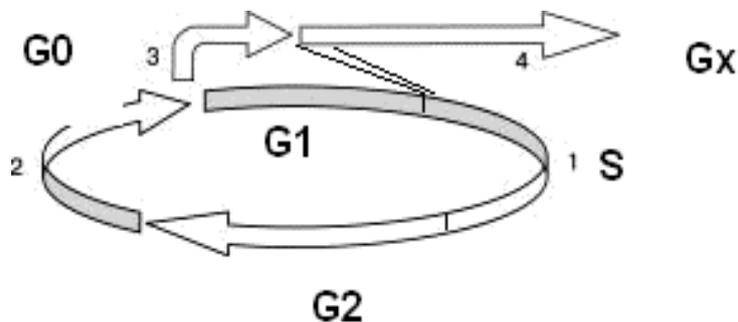
### ТЕМА: КЛЕТОЧНАЯ ГИБЕЛЬ: АПОПТОЗ, НЕКРОЗ, КОНЕЧНОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ

Круг обсуждаемых вопросов:

1. Жизненный цикл клетки. Конечное дифференцирование.
2. Апоптоз – запрограммированная гибель клетки.
3. Некроз.
4. Изменение судьбы клетки.

#### *Жизненный цикл клетки. Конечное дифференцирование*

**Задание 1.** Нарисуйте в тетради для практических работ схему жизненного цикла клетки и сделайте обозначения:



1 - интерфаза  $G_1+S+G_2$ ;

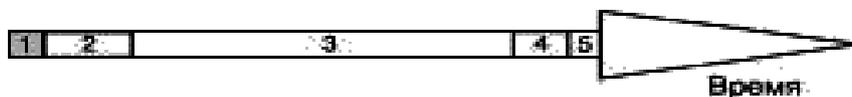
2 - митоз;

3 - стадия пролиферативного покоя  $G_0$ ;

4 - дифференцировка и функционирование специализированной клетки  $G_x$

Клетка в состоянии *конечного дифференцирования* (специализированная клетка) не способна к делению (например, нейрон, эритроцит). Ее жизненный цикл условно можно изобразить на оси времени линией, разделенной на несколько отрезков. Эти отрезки дают представление о временном соотношении периодов жизни такой клетки: рождения, созревания и активного функционирования, угасания (старения) и естественной гибели.

**Задание 2.** Нарисуйте в тетради для практических работ схему этапов жизненного цикла специализированной клетки и сделайте обозначения:



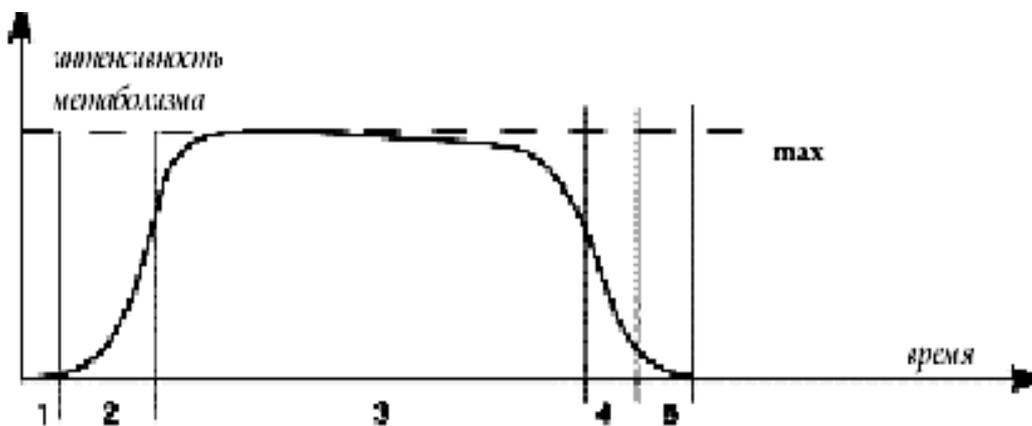
- 1 - рождение в процессе деления материнской клетки;
- 2 - созревание и дифференцировка;
- 3 - активное функционирование;
- 4 - угасание (старение);
- 5 - запрограммированная клеточная гибель

Время протекания каждого этапа и продолжительность жизненного цикла для однотипных клеток в нормальных условиях практически одинаковы. Например, как Вы знаете из курса Цитологии, эритроциты живут 90-125 дней, а тромбоциты – всего 4 суток. Это говорит о том, что клетки используют для отсчета времени своей жизни некий механизм, *алгоритм*, заложенный в них природой. И в каждый момент жизни клетка строго следует законам, продиктованным этим алгоритмом.

На всех этапах клеточного цикла варьируют значения некоторых параметров жизнедеятельности клетки, и, в частности, отмечается различная скорость и *интенсивность* протекания процессов *метаболизма*. Это обусловле-

но, в первую очередь, непрерывно меняющейся **активностью ферментов**, благодаря которым протекают все реакции в клетке. Ферменты могут синтезироваться в клетке “по мере надобности” по механизму включения и выключения генов, активироваться несколькими способами, временно блокироваться или полностью разрушаться.

**Задание 3.** Нарисуйте в тетради для практических работ график зависимости интенсивности метаболизма специализированной клетки от этапа жизненного цикла и сделайте обозначения:



- 1 - рождение в процессе деления материнской клетки;
- 2 - созревание и дифференцировка;
- 3 - активное функционирование;
- 4 - угасание (старение);
- 5 - запрограммированная клеточная гибель

### ***Апоптоз – запрограммированная гибель клетки. Некроз***

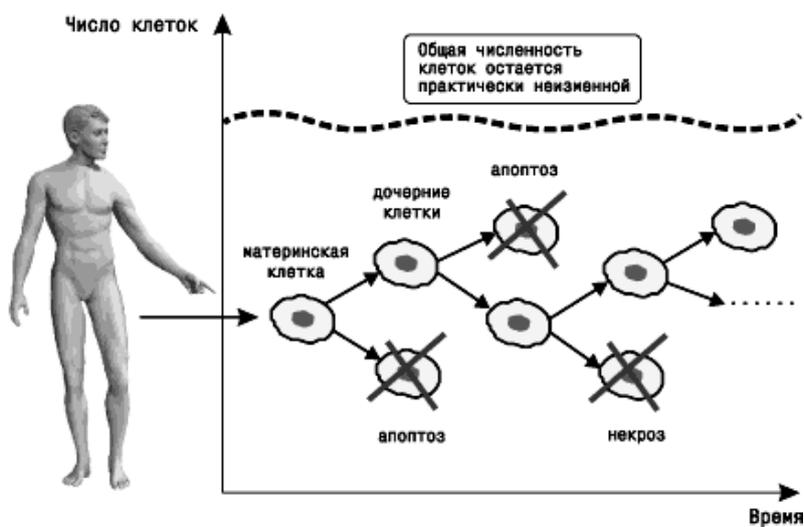
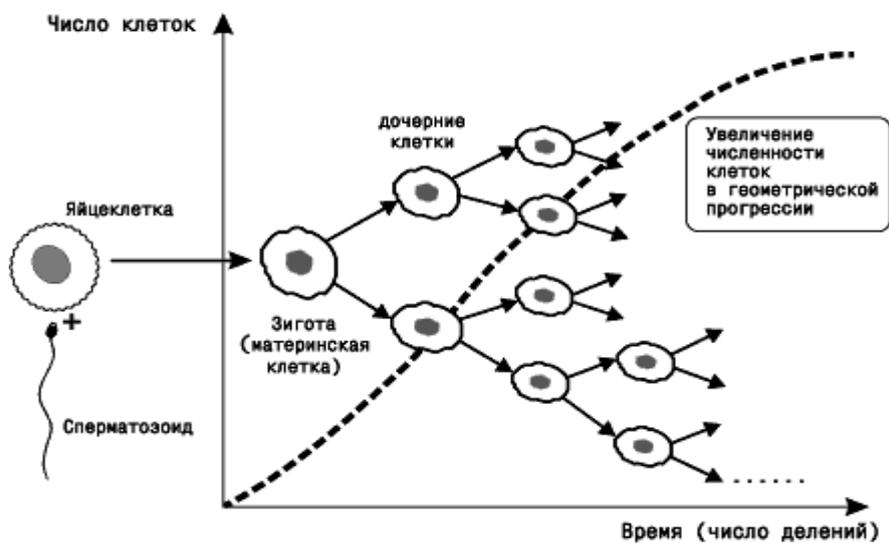
Поддержание постоянства численности клеток во взрослом организме происходит за счет уравнивания процессов возникновения новых клеток (митоза) и гибели клеток, естественной (апоптоза) или случайной (некроза).

При смещении равновесия, например, гибели большого количества клеток в результате травмы или другого негативного воздействия, включаются ме-

ханизмы регенерации (увеличение интенсивности деления клеток для замещения погибших). Таким образом, общая численность клеток поддерживается практически на постоянном уровне.

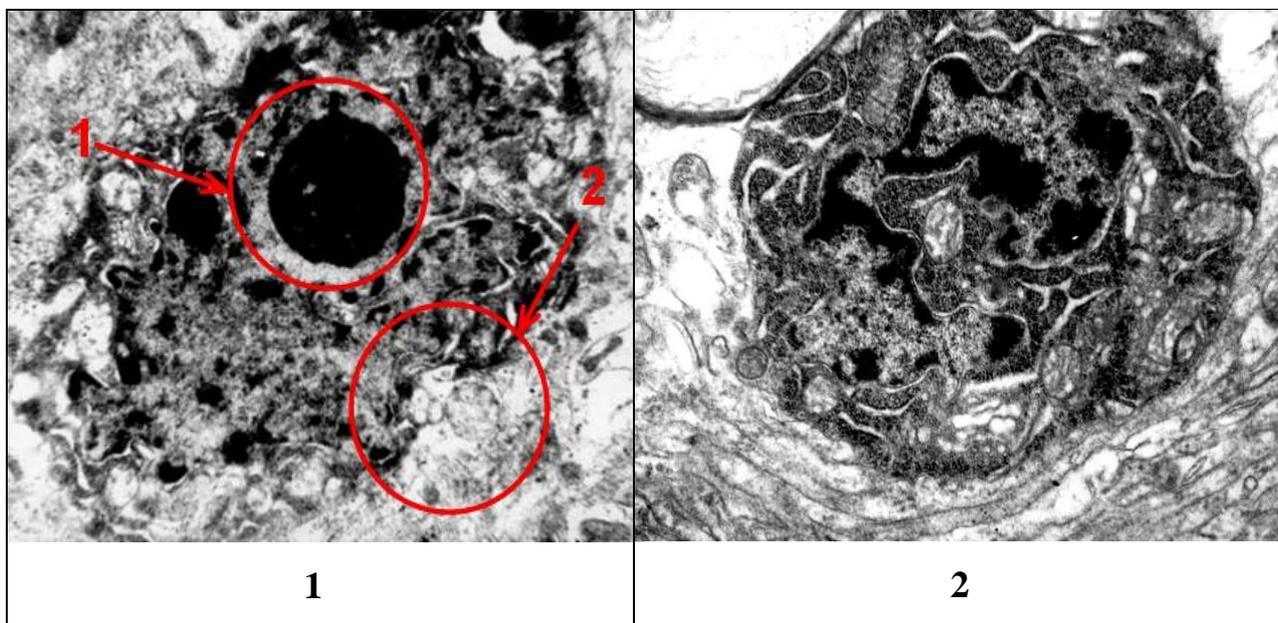
**Задание 4.** Нарисуйте в тетради для практических работ на одном рисунке 2 графические зависимости, отражающие:

1. увеличение численности клеток на этапе эмбриогенеза
2. поддержание постоянства общей численности клеток во взрослом организме.



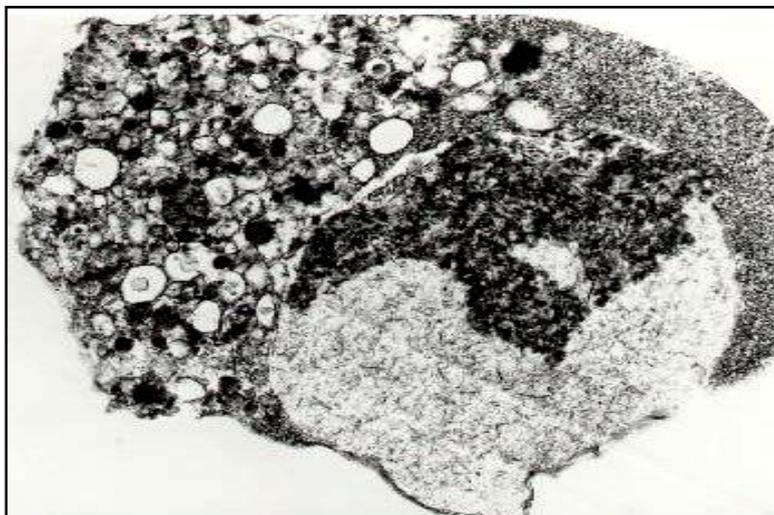
**Задание 5.** Используя лекционный материал и ресурсы Интернет, выполните задания.

1. Рассмотрите микрофотографии 1 и 2. Как Вы считаете – это один процесс из жизни клетки или разные? Ответьте на вопросы.



- 1) На какой микрофотографии начало процесса, на какой – завершение?
- 2) Какая клетка представлена на микрофотографии, если при функционировании в ее ядре самое большое количество эухроматина?
- 3) Назовите морфологические изменения на микрофотографии 1, обозначенные стрелками и опишите вызвавшие их процессы.
- 4) Как Вы считаете – процессы, изображенные на микрофотографиях, имеют положительное или отрицательное значение для организма?

2. Какой процесс из жизни клетки изображен на микрофотографии? Ответьте на вопросы.



- 1) Оцените значение изображенного клеточного процесса для организма.
- 2) Опишите, что было до этого состояния клетки и что будет после.
- 3) С помощью какой разновидности электронной микроскопии получена эта микрофотография?

### *Изменение судьбы клетки*

**Задание 6.** Согласно последним исследованиям, нарушения апоптоза клеток приводят к разным последствиям:

- 1) Повышение выживаемости клеток
- 2) Снижение выживаемости клеток
- 3) Вступление клеток в некроз.

Дайте характеристику каждому процессу и объясните, какие из них используются в медицине и почему.

**Задание 7.** Используя лекционный материал и ресурсы Интернет, заполните таблицу.

*Таблица. Различия между апоптозом и некрозом*

<i>Свойство</i>	<i>Некроз</i>	<i>Апоптоз</i>
Возможен запуск процесса стимуляцией извне		
Контролируемость процесса		
Может быть нормальным физиологическим актом		
Энергозависимость процесса		
Уменьшение объема клетки		
Нарушение целостности мембраны на ранних стадиях процесса		
Ядро разрушается в последнюю очередь		

Специальные элементы клетки разрушаются в последнюю очередь		
Выход лизирующих ферментов в межклеточное пространство		
Повреждение соседних клеток		
Утилизация клеток фагоцитозом		
Изменения межклеточного вещества		
Диагностика на ранних стадиях затруднена		
Исследуется для клинического применения		

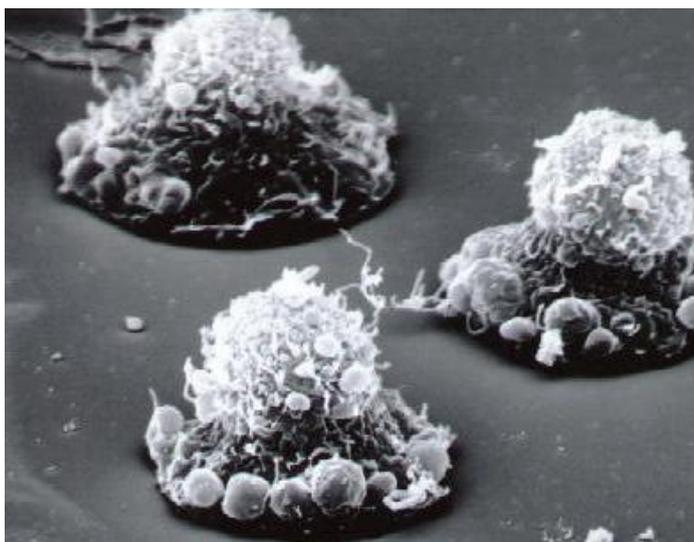
**Задание 8.** Рассмотрите микрофотографию. Ответьте на вопросы.

1) Как называется это явление?

2) Назовите морфологические изменения клетки на микрофотографии и опишите вызвавшие их процессы.

3) Как Вы считаете – процесс, изображенный на микрофотографии, имеет положительное или отрицательное значение для организма? Надо ли его предотвращать и в каких случаях?

4) С помощью какой разновидности электронной микроскопии получена эта микрофотография? Что еще можно исследовать в клетке только с помощью этой микроскопии?



## ЗАНЯТИЕ 7.

### **ТЕМА: СТРОЕНИЕ ГАМЕТ. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ**

Круг обсуждаемых вопросов:

1. Гаметогенез (прогенез).
2. Строение гонад.
3. Гаметы. Строение сперматозоида.
4. Строение яйцеклеток и их классификация по количеству и расположению желтка.
5. Оплодотворение.

#### *Гаметогенез (прогенез)*

**Задание 1.** Ознакомьтесь с тематическим материалом, изложенном в **Теме 5, Раздел №2 «Биология размножения»** (**Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 28 - 33**). Ответьте на вопросы:

1. Какова взаимосвязь митоза и мейоза в гаметогенезе?
2. В какую фазу клетки-предшественницы гамет усиленно ассимилируют питательные вещества, укрупняются, претерпевают глубокую физико-химическую перестройку?
3. Сколько сперматозоидов образуется из 1 сперматоцита первого порядка?
4. В какую фазу проходит морфологическая реорганизация клеточных структур мужских гамет? Сколько продолжается эта фаза?
5. Сколько яйцеклеток образуется из 1 оогония?
6. Опишите, как протекает период малого и большого роста в оогенезе.
7. Каков период роста у ооцитов человека?
8. Какова роль фолликулярных клеток яичника в период большого роста овогенеза?

9. Назовите необходимое условие для прохождения второго деления мейоза в фазе созревания оогенеза.

10. Как Вы считаете, можно ли считать гаметогенез критическим периодом онтогенеза? Ответ поясните.

**Задание 2:** в тетрадь для практических работ нарисуйте таблицу, впишите пропущенные слова.

*Таблица. Отличия сперматогенеза от овогенеза у человека*

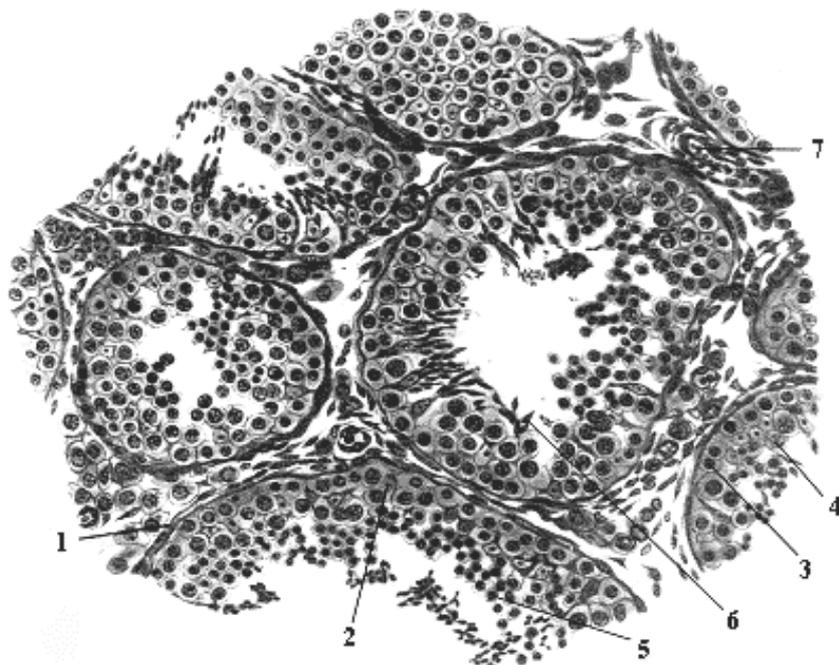
№	Сперматогенез	Овогенез
1.	Фаза размножения происходит только с момента полового созревания и продолжается в течение ...	Фаза размножения происходит только в ..... и непродолжительное время после рождения
2.	Фаза роста сразу следует за ....., по времени .....	Фаза роста очень длительная, делится на ..... и .....
3.	Фаза созревания характеризуется ..... делением сперматозоидов	Фаза созревания характеризуется ..... делением овоцитов: образуется одна ..... и .....
4.	Есть фаза .....	Фаза ..... отсутствует
5.	«Экономичность» сперматогенеза: из одной сперматогонии образуется .....	«Расточительность» овогенеза: из одной овогонии образуется .....
6.	Продолжается в течение .....	Прекращается после .....

### *Строение гонад*

**Задание 3.** Изучите микроструктуры препаратов 1-2, используя пояснения.

Препарат 1. Семенник крысы, окраска гематоксилин – эозином.

Семенники млекопитающих относятся к канальцевому типу. Каждый семенник (яичко) состоит из долек (250-300). В каждой дольке располагается по 2-3 извитых канальца. При малом увеличении в зависимости от плоскости сечения они овальные, округлые или петлевидные.



В разных канальцах и в разных участках по длине одного канальца можно видеть различные сочетания половых клеток (находятся на разных стадиях сперматогенеза). Это обусловлено волнообразным распространением процесса сперматогенеза по длине семенного

канальца.

Между извитыми канальцами находится интерстициальная ткань, которая представляет собой рыхлую соединительную ткань, включающую кровеносные сосуды и нервы. В этой ткани встречаются отдельные крупные клетки полигональной формы с круглым светлым ядром - клетки Лейдига.

*Задание 1.* Рассмотрите и зарисуйте несколько сечений канальцев для восстановления общего хода сперматогенеза.

Наружная часть стенки канальца образована соединительнотканной оболочкой. Изнутри канальцы выстланы фолликулярным эпителием (клетки Сертоли) Контуры этих клеток не различимы из-за большого числа половых клеток, но видны крупные светлые ядра овальной, треугольной или конусовидной

формы. Клетки Сертоли формируют многочисленные цитоплазматические отростки, в сети которых развиваются половые клетки. Тела этих клеток тянутся от базальной мембраны до просвета семенного канальца.

Сами половые клетки располагаются следующим образом: у базальной мембраны канальца в зоне размножения локализованы наиболее мелкие клетки с темным ядром - сперматогонии, за ними ближе к центру канальца, в зоне роста располагаются сперматоциты первого и второго порядка, далее в несколько рядов располагаются клетки сперматиды, ядра которых имеют вытянутую форму, хвосты отсутствуют. Тут же встречаются зрелые сперматозоиды, хвосты которых обращены в полость канальцев, а головки - к периферии.

*Задание 2.* Сделайте обозначения, используя пояснения и изображение среза семенника в Атласе.

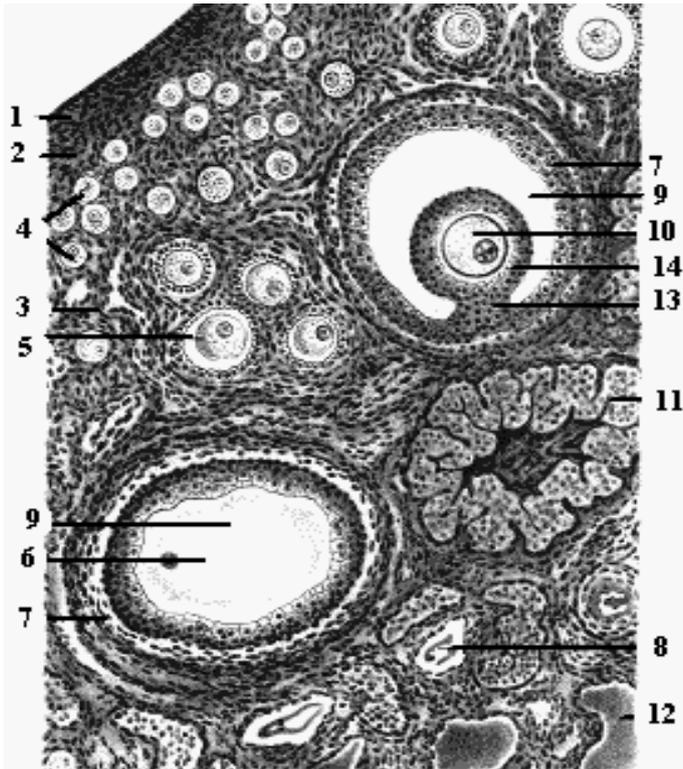
*Задание 3.* Выполните задания и ответьте на вопросы:

1. Поясните роль базальной мембраны в данной ткани и в эпителиях. Как связана эта роль с рыхлой волокнистой соединительной тканью, подстилающей ее?
2. Назовите функции клеток Лейдига и клеток Сертоли. Опишите их морфологию.
3. Как регулируется сперматогенез в организме? Объясните, почему в регуляции данного процесса затронуты нервные и гормональные механизмы.

**Препарат 2.** Яичник млекопитающих, окраска гематоксилин - эозином (срез яичника кошки).

*Задание 1.* Необходимо рассмотреть и зарисовать фрагмент коркового вещества.

Яичник млекопитающих - это плотный орган, содержащий соединительнотканную строму.



Снаружи покрыт целомическим эпителием и белочной оболочкой и состоит из коркового и мозгового вещества. В корковом веществе располагаются яйцевые фолликулы с заключенными в них ооцитами на разных этапах роста. Яйцеклетки млекопитающих изолецитального типа, а тип гаметогенеза - фолликулярный.

Самые мелкие фолликулы располагаются в поверхностных участках коркового вещества - это первичные фолликулы, имеющие оболочку из одного слоя фолликулярных клеток. Глубже располагаются вторичные, третичные и многослойные фолликулы, отличающиеся количеством слоев фолликулярных клеток. Кроме того, наиболее зрелые фолликулы окружены соединительнотканной оболочкой - текой. В теке находятся капилляры, питающие фолликул.

Между цитоплазматической мембраной и фолликулярными клетками видна оболочка, окрашенная в розовый цвет - первичная блестящая оболочка (*zona pellucida*). Эта оболочка пронизана отростками фолликулярных клеток (*corona radiata*). На более поздних этапах роста ооцита в толще фолликулярных клеток появляется щель, которая заполняется серозной жидкостью. При этом ооцит постепенно освобождается от фолликулярных клеток и связывается со стенкой фолликула небольшим количеством фолликулярных клеток - яйценосный бугорок. Такая структура называется Граафов пузырь. Процесс развития фолликула заканчивается овуляцией и преобразованием его в желтое тело, являющееся эндокринной железой.

Помимо развивающихся фолликулов и желтого тела в корковом веществе можно увидеть атретичные фолликулы, внутри которых находится погибающий ооцит, окрашенный в интенсивно розовый цвет, или сформировавшийся соединительнотканый рубец.

*Задание 2.* Сделайте обозначения, используя пояснения и изображение среза яичника в Атласе.

*Задание 3.* Выполните задания и ответьте на вопросы:

1. Укажите вторичные, третичные и многослойные фолликулы. Какие из них окружены текой? Что в ней находится?
2. Чем характеризуется Граафов пузырек? Чем заканчивается процесс его формирования?
3. Что такое желтое тело? Найдите его на рисунке и укажите его функцию.

### ***Гаметы. Строение сперматозоида***

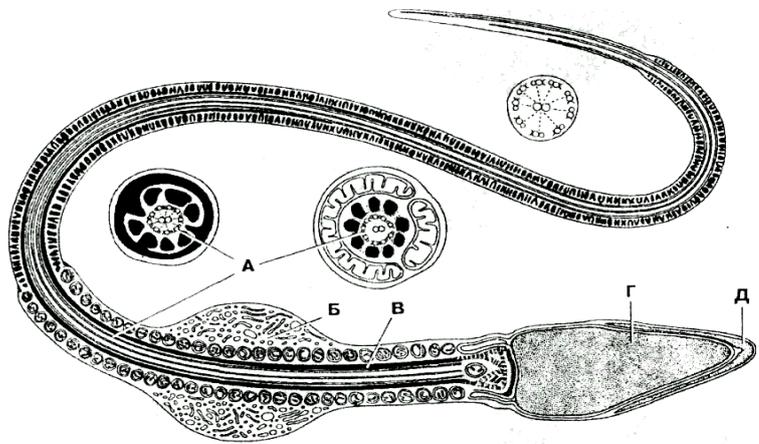
**Задание 4.** По приведенным внизу пунктам отличий половых клеток от соматических составьте таблицу и зарисуйте в тетради для практических работ.

1. Набор хромосом у половых клеток гаплоидный, у соматических клеток – диплоидный.
2. Для половых клеток характерно сложное, стадийное развитие; при этом имеет место особый способ деления – мейоз.
3. Половые клетки имеют специальные приспособления: – сперматозоид имеет акросому (для проникновения через оболочки яйцеклетки) и мощный двигательный аппарат – хвостик; яйцеклетка имеет желток (запас питательных веществ и строительных материалов) и оболочки (I, II, а у некоторых видов и III).

4. У половых клеток особое ядерно-цитоплазматическое отношение: у мужских половых клеток очень высокое (преобладает ядро над цитоплазмой), в женских половых клетках очень низкое (преобладает цитоплазма над ядром).
5. Обмен веществ в зрелых половых клетках до оплодотворения находится на очень низком уровне (почти до анабиоза).
6. Биологическое назначение: если из соматической клетки может образоваться лишь такая же дочерняя клетка, то из половых клеток формируется целый новый организм.

**Задание 5.** Опишите строение сперматозоида по обозначениям. Ответьте на вопросы:

- 1) Где находятся структуры, состоящие из тубулина?
- 2) Укажите локализацию протеаз.
- 3) Чем отличается строение жгутика по длине?



***Строение яйцеклеток и их классификация по количеству  
и расположению желтка***

**Задание 6.** Нарисуйте в альбом ооцит, используя Атлас. Обозначьте ядро ооцита (1) и в нем ядрышки (2), цитоплазму (3), равномерно заполненную относительно небольшим количеством желтка, блестящую оболочку (4), зернистый слой из фолликулярных клеток (5), базальную мембрану (6) и соединительнотканную оболочку (7).

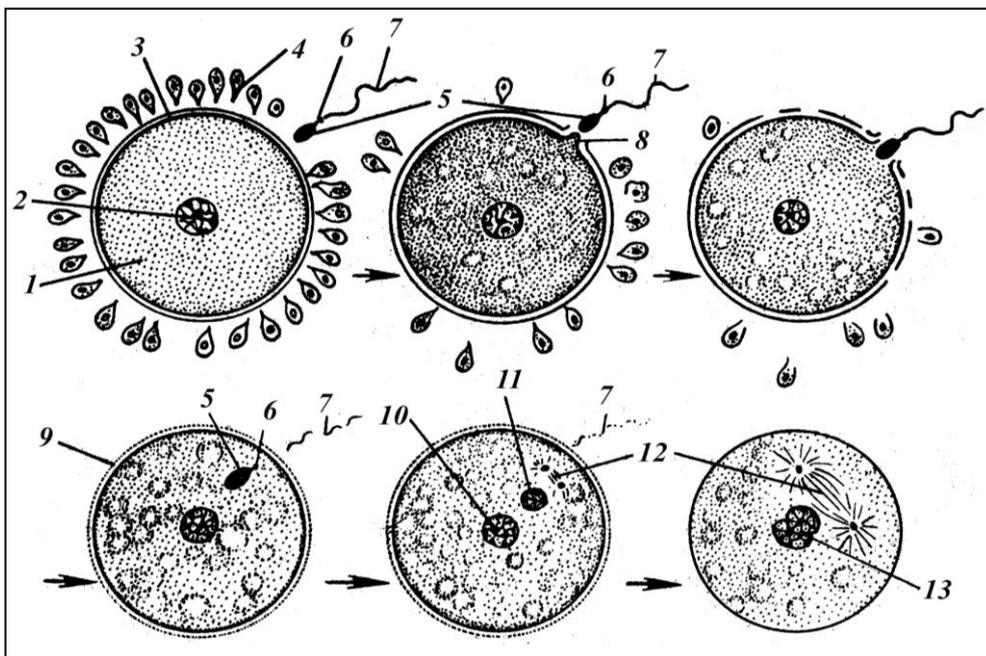
**Задание 7.** Ознакомьтесь с тематическим материалом, изложенном в **Теме 6, Раздел №2 «Биология размножения» (Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 33 - 34)** и найдите соответствие между классификацией яйцеклеток по количеству желтка и классификацией яйцеклеток по

распределению желтка. Нарисуйте в виде схемы в тетрадь для практических работ, проиллюстрировав примерами (2-3 на каждый тип).

### *Оплодотворение*

**Задание 8.** Ознакомьтесь с тематическим материалом, изложенном в **Теме 7, Раздел №3 «Биология развития» (Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 35 - 36)**, нарисуйте схему оплодотворения в альбом и уточните на рисунке следующие аспекты:

1. Количество фолликулярных клеток.
2. Наличие редукционных телец.
3. Активация более чем 1 сперматозоидом.
4. Морфология оболочки оплодотворения.
5. Состояние обоих пронуклеусов - метафаза.



## ЗАНЯТИЕ 8.

### **ТЕМА: ДРОБЛЕНИЕ, ЕГО КЛАССИФИКАЦИЯ ПО 4 ПРИЗНАКАМ.** **РАЗНООБРАЗИЕ БЛАСТУЛ**

Круг обсуждаемых вопросов:

1. Дробление. Генетика, физиология и биохимия дробления.
2. Правила дробления.
3. Классификация дробления по 4 признакам.
4. Образование бластул, их картирование.
5. Разнообразие бластул.

#### *Дробление. Генетика, физиология и биохимия дробления*

**Задание 1.** Прочитайте и законспектируйте в тетрадь для практических работ.

*Дробление* – это многократное деление зиготы после оплодотворения, в результате которого образуется многоклеточный зародыш. Зигота делится очень быстро, клетки уменьшаются в размерах и не успевают расти. Поэтому зародыш не увеличивается в объеме.

Клетки, образующиеся в результате дробления зиготы, называются **бластомерами**, а перетяжки, отделяющие их друг от друга, называются **бороздами дробления**. Если возникновение оболочки оплодотворения считается показателем активации яйца, то деление (дробление) служит первым признаком действительной активности оплодотворенного яйца. Характер дробления зависит от количества и распределения желтка в яйце, а также от наследственных свойств ядра зиготы и особенностей цитоплазмы яйца (последние целиком определяются генотипом материнского организма).

Митотические циклы в периоде дробления сильно укорочены, особенно в самом начале. Например, весь цикл деления в яйцах морского ежа длится 30-40

мин при продолжительности S-фазы всего 15 мин. G<sub>1</sub> и G<sub>2</sub> периоды практически отсутствуют, так как в цитоплазме яйцевой клетки создан необходимый запас всех веществ, и тем больший, чем она крупнее. Перед каждым делением происходит синтез ДНК и гистонов.

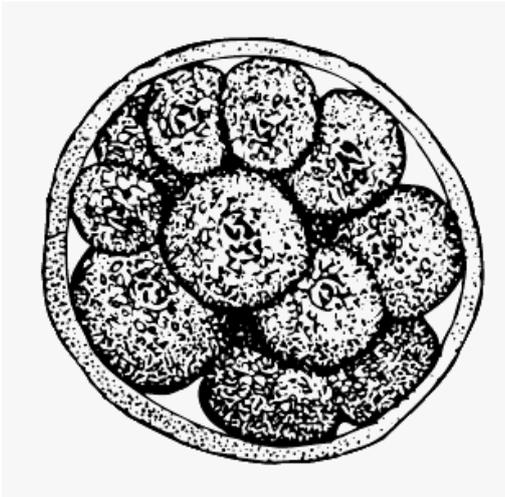
Скорость продвижения репликационной вилки по ДНК в ходе дробления обычная. Вместе с тем в ДНК бластомеров наблюдается больше точек инициации, чем в соматических клетках. Синтез ДНК идет во всех репликациях одновременно, синхронно. Поэтому время репликации ДНК в ядре совпадает с временем удвоения одного, притом укороченного, репликационного. Показано, что при удалении из зиготы ядра дробление происходит и зародыш доходит в своем развитии почти до стадии бластулы. Дальнейшее развитие прекращается.

В начале дробления другие виды ядерной активности, например, транскрипция, практически отсутствуют. В разных типах яиц транскрипция генов и синтез РНК начинаются на разных стадиях. В тех случаях, когда в цитоплазме много различных веществ, как, например, у земноводных, транскрипция активируется не сразу. Синтез РНК у них начинается на стадии ранней бластулы. Напротив, у млекопитающих синтез РНК уже начинается на стадии двух бластомеров.

В периоде дробления образуются РНК и белки, аналогичные синтезируемым в процессе овогенеза. В основном это гистоны, белки клеточных мембран и ферменты, необходимые для деления клеток. Названные белки используются сразу же наравне с белками, запасенными ранее в цитоплазме яйцеклеток. Наряду с этим в период дробления возможен синтез белков, которых не было ранее. В пользу этого свидетельствуют данные о наличии региональных различий в синтезе РНК и белков между бластомерами. Иногда эти РНК и белки начинают действовать на более поздних стадиях.

Важную роль в дроблении играет деление цитоплазмы - цитотомия. Она имеет особое морфогенетическое значение, так как определяет тип дробления. В процессе цитотомии сначала образуется перетяжка с помощью сократимого

кольца из микрофиламентов. Сборка этого кольца проходит под непосредственным влиянием полюсов митотического веретена. После цитотомии бластомеры олиголецитальных яиц остаются связанными между собой лишь тоненькими мостиками. Именно в это время их легче всего разделить. Это происходит потому, что цитотомия ведет к уменьшению зоны контакта между клетками из-за ограниченной площади поверхности мембран.



Сразу после цитотомии начинается синтез новых участков клеточной поверхности, зона контакта увеличивается, и бластомеры начинают плотно соприкасаться. Борозды дробления проходят по границам между отдельными участками овоплазмы, отражающим явление овоплазматической сегрегации. Поэтому цитоплазма разных бластомеров различается по химическому составу.

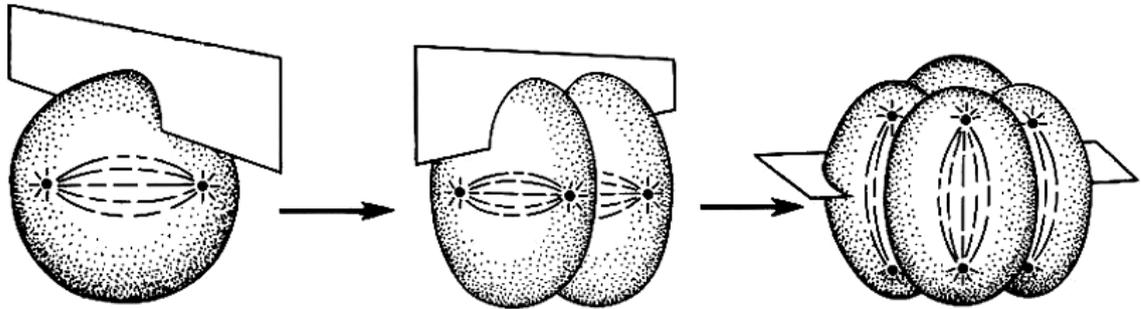
Когда в результате дробления бластомеров становится много (у земноводных, например, от 16 до 64 клеток), они образуют структуру, напоминающую ягоду малины и названную *морулой*.

**Задание 2.** Прочитайте. Нарисуйте ход борозд дробления в тетрадь для практических работ и сделайте обозначения всех возможных борозд дробления.

По направлению различают следующие борозды дробления:

1. **меридиональные** – это борозды, которые делят зиготу от анимального к вегетативному полюсу;
2. **экваториальная** борозда разделяет зиготу по экватору;
3. **широтные** борозды проходят параллельно экваториальной борозде;
4. **тангенциальные** борозды проходят параллельно поверхности зиготы.

Экваториальная борозда всегда одна, а меридианальных, широтных и тангенциальных может быть много. Направление борозд дробления всегда определяется положением веретена деления.



### *Правила дробления*

**Задание 3.** Прочитайте и перепишите в тетрадь для практических работ.

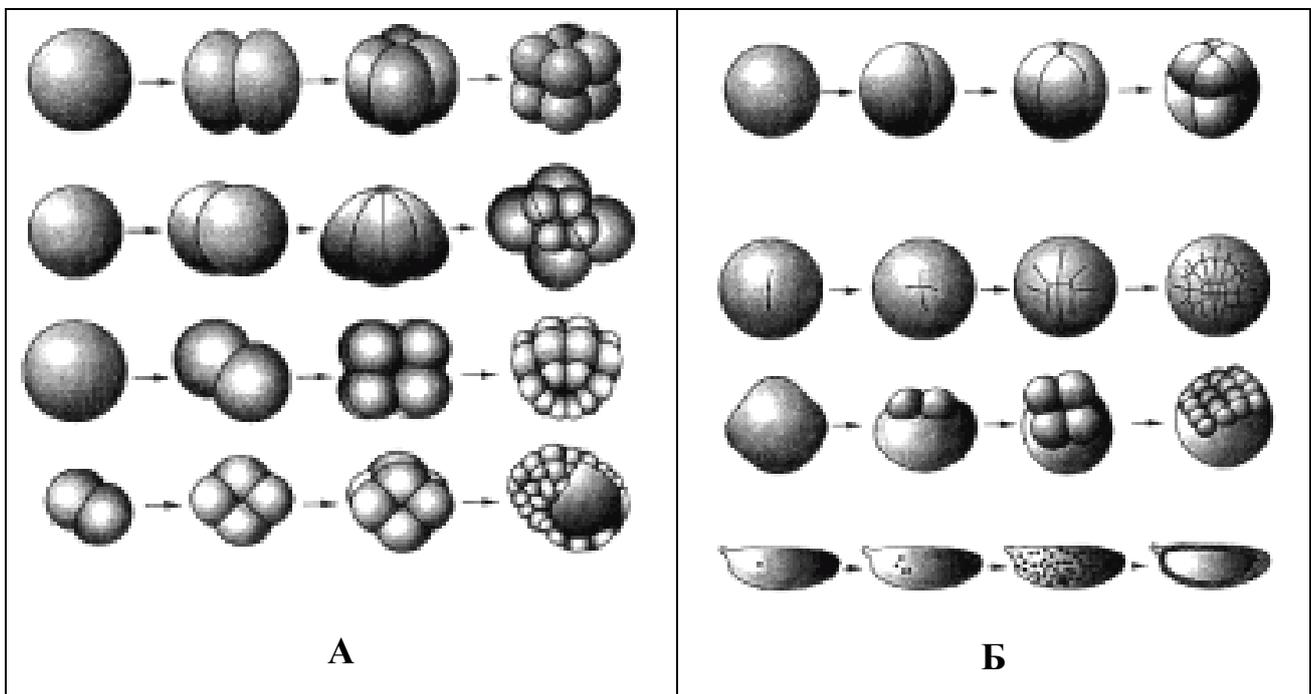
Установлено, что дробление подчиняется определенным правилам, названным именами исследователей, которые их впервые сформулировали.

1. **Правило Пфлюгера:** веретено всегда тянется в направлении наименьшего сопротивления.
2. **Правило Бальфура:** скорость голобластического дробления обратно пропорциональна количеству желтка (желток затрудняет деление как ядра, так и цитоплазмы).
3. **Правило Сакса:** клетки обычно делятся на равные части, и плоскость каждого нового деления пересекает плоскость предшествующего деления под прямым углом.
4. **Правила Гертвига:**
  - 1) ядро и веретено обычно располагаются в центре активной протоплазмы;

- 2) ось каждого веретена деления располагается по длинной оси массы протоплазмы;
- 3) плоскости деления обычно пересекают массу протоплазмы под прямым углом к ее осям.

### *Классификация дробления по 4 признакам*

1. **Задание 4.** Рассмотрите рисунок восьми основных типов дробления (А-Б).



Нарисуйте их в альбом и подпишите названия каждого типа по 4 признакам классификации:

2. *по полноте обхвата*: полное (голобластическое), неполное (меробластическое);
3. *по размеру бластомеров*: равномерное, неравномерное;
4. *по согласованности*: синхронное, асинхронное;

*по положению бластомеров друг относительно друга*: радиальное, спиральное, билатеральное, вращательное-чередующееся (для алецитальных, олиголецитарных и мезолецитальных яйцеклеток); билатеральное и дискоид-

дальное (для полилецитальных яйцеклеток), поверхностное (для централецитальных яйцеклеток) и анархическое.

Приведите примеры животных на каждый тип дробления.

### ***Образование бластул, их картирование***

**Задание 5.** Прочитайте и законспектируйте в тетрадь для практических работ.

По мере продолжения дробления бластомеры становятся все мельче и все плотнее прилегают друг к другу, приобретая гексагональную форму. Такая форма повышает структурную жесткость клеток и плотность слоя. Продолжая делиться, клетки раздвигают друг друга и в итоге, когда их число достигает нескольких сотен или тысяч, формируют замкнутую полость – ***бластоцель***, в которую поступает жидкость из окружающих клеток. Это образование носит название ***бластулы***. Ее формированием (в котором клеточные движения не участвуют) завершается период дробления яйца.

Образование однослойного зародыша в форме шара с полостью внутри - ранняя стадия развития, ее прохождение зависит от таких условий внешней среды, как:

- температура,
- содержание кислорода,
- освещенность,
- химический состав,
- рН среды,
- влажность,
- радиация,
- ультрафиолетовое излучение,
- количество питательных веществ.

Под влиянием этих факторов процесс дробления и образование бластулы может ускоряться или замедляться, либо развивающийся зародыш погибает.

При голобластическом дроблении стадия бластулы считается завершённой, когда в результате деления клеток соотношение между объемами их цитоплазмы и ядра становится таким же, как в соматических клетках.

В оплодотворенном яйце объемы желтка и цитоплазмы совершенно не соответствуют размерам ядра. Однако в процессе дробления количество ядерного материала несколько увеличивается, тогда как цитоплазма и желток только делятся. В некоторых яйцах отношение объема ядра к объему цитоплазмы в момент оплодотворения составляет примерно 1:400, а к концу стадии бластулы – примерно 1:7. Последнее близко к соотношению, характерному и для первичной половой и для соматической клетки.

Поверхности поздней бластулы оболочников и земноводных можно *картировать*. Для этого на разные участки бластулы наносят прижизненные (не наносящие вреда клеткам) красители. Сделанные цветные метки сохраняются в ходе дальнейшего развития и позволяют установить, какие органы возникают из каждого участка. Эти участки называют *презумптивными*, т.е. такими, судьбу которых при нормальных условиях развития можно предсказать.

Если на стадии поздней бластулы или ранней гаструлы переместить эти участки или поменять местами, их судьба изменится. Подобные эксперименты показывают, что до какой-то определенной стадии развития каждый бластомер способен превратиться в любую из множества разнообразных клеток, составляющих организм.

**Задание 6.** Нарисуйте стадии эмбрионального развития ланцетника в альбом и сделайте обозначения.

А - бластула; предполагаемые эмбриональные зачатки:

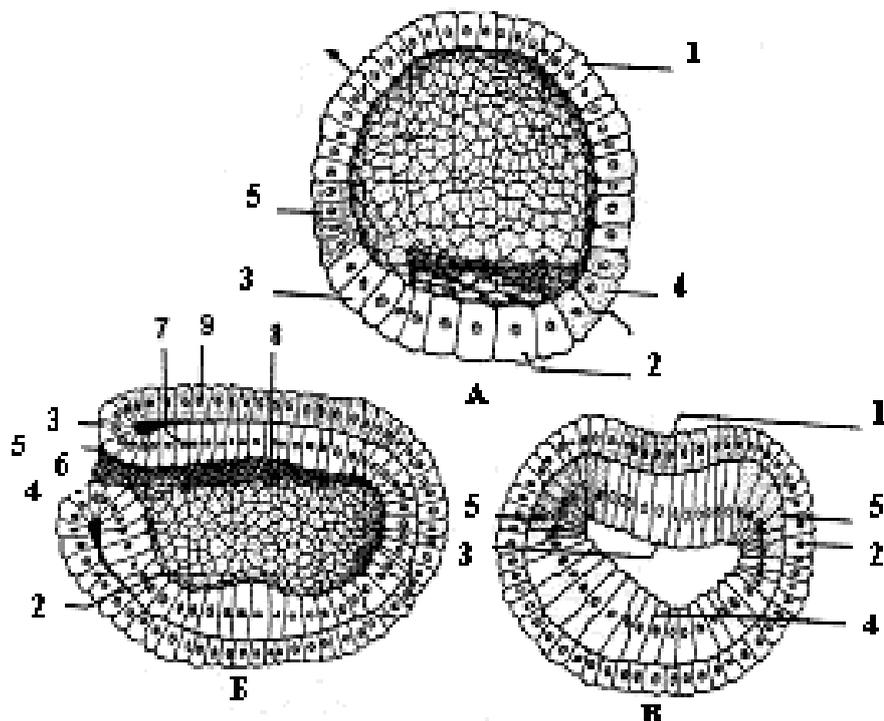
1 - кожная эктодерма;

2 - кишечная энтодерма;

- 3 - материал хорды;
- 4 - материал мезодермы;
- 5 - нейральная эктодерма.

Б - гастрюла; зародышевые листки, бластопор и предполагаемые эмбриональные зачатки:

- 2 - кишечная энтодерма;
- 3 - дорсальная губа бластопора;



- 4 - вентральная губа бластопора;
- 5 - боковая губа бластопора;
- 6 - бластопор;
- 7 - материал хорды;
- 8 - материал мезодермы;
- 9 - нейральная эктодерма.

В - обособление материала нервной трубки (начало нейруляции) и предполагаемый зачаток мезодермы.

- 1 - нейральная эктодерма;
- 2 - кожная эктодерма;
- 3 - гастроцель;
- 4 - кишечная энтодерма;
- 5 - зачаток мезодермы.

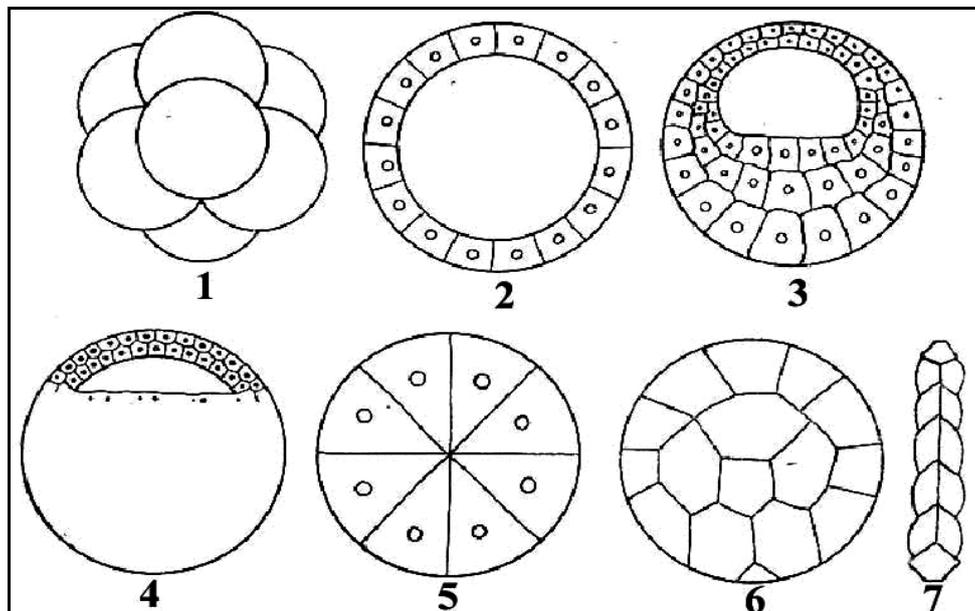
## Разнообразие бластул

Клетки, образующие стенку бластулы (бластомеры) образуют *бласто-дерму* (стенку зародыша), внутри нее находится бластоцель - *первичная полость тела*. При формировании бластулы бластоцель может и не образовываться.

Различают 7 типов бластул, которые составляют 2 группы – имеющие бластоцель и не имеющие ее. В гомолецитальных яйцах бластоцель может располагаться в центре. Обычно такая бластула представляет собой полый шарик, бластоцель которого заполнена жидкостью.

В телолецитальных яйцах с дискоидальным дроблением бластоцель обычно бывает сдвинут желтком и располагается эксцентрически, ближе к анимальному полюсу и прямо под *бластодиском*. В этом случае бластула представлена уплощенной структурой.

**Задание 7.** Нарисуйте в альбом 7 типов бластул и подпишите их, используя теоретический материал, приведенный ниже. Перепишите теорию в тетрадь.



Бластулы, *имеющие бластоцель*:

**целобластула** – типичная бластула, бластодерма состоит из одного слоя бластомеров; бластоцель располагается в центре (ланцетник);

**амфибластула** – бластодерма на вегетативном полюсе состоит из нескольких рядов клеток; бластоцель смещена к анимальному полюсу (круглоротые, хрящевые рыбы, земноводные);

**дискобластула** – бластоцель в виде узкой щели располагается под клетками бластодермы, образующей зародышевый щиток (костистые рыбы, пресмыкающиеся, птицы).

Бластулы, *не имеющие бластоцель:*

**морула** (*morula* – ягода шелковицы) – шаровидный зародыш, похож на ягоду шелковицы (плацентарные млекопитающие);

**стерробластула** (*sterros* – плотный) – крупные бластомеры глубоко заходят в полость бластоцели и заполняют ее (некоторые членистоногие);

**перибластула** – бластомеры располагаются по периферии недробящегося желтка (некоторые насекомые);

**плакула** – бластула в виде пластинки, раздробленной с двух сторон (дождевые черви).

## ЗАНЯТИЕ 9-10.

### **ТЕМА: ГАСТРУЛЯЦИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ МЕЗОДЕРМЫ. НЕЙРУЛЯЦИЯ**

#### Круг обсуждаемых вопросов:

1. Прослушивание и обсуждение докладов по проблемам современной БРР.
2. Гастрюляция.
3. Образование мезодермы.
4. Нейруляция.

#### *Гастрюляция*

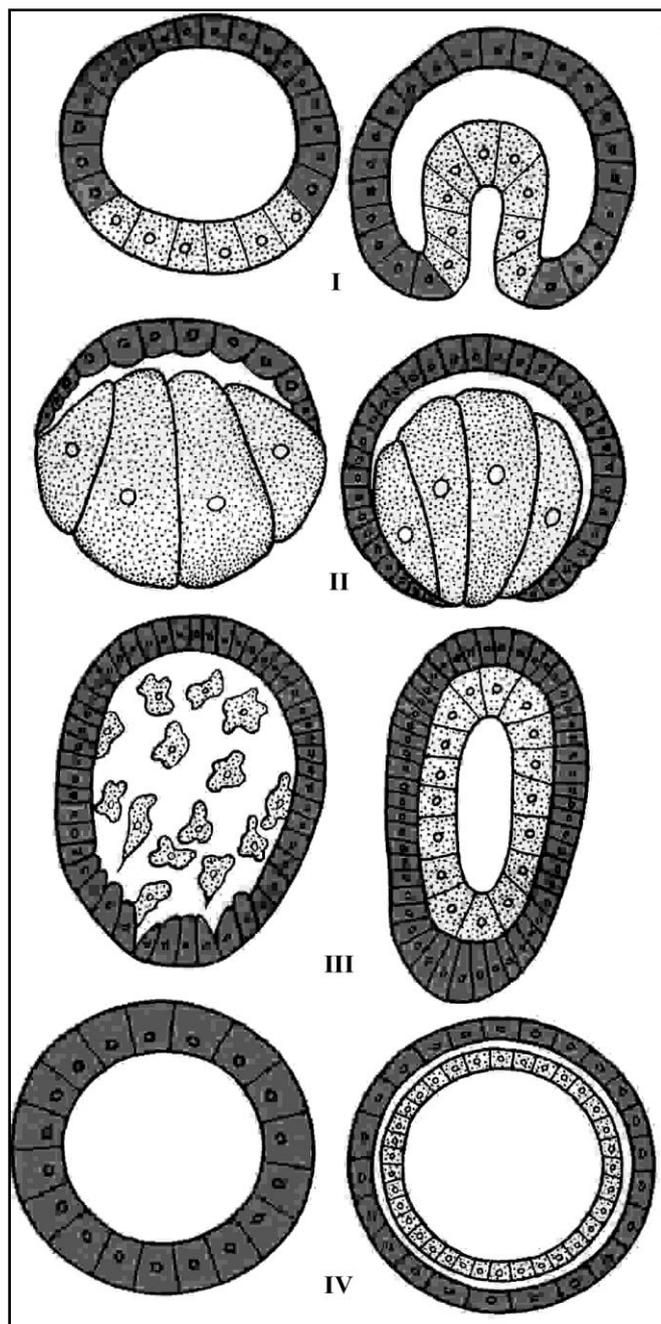
**Задание 1.** Прочитайте и законспектируйте в тетрадь для практических работ. Нарисуйте в альбом 4 типа гастрюляции бластул и подпишите их: I – инвагинация; II – эпиболия, III – иммиграция, IV – деламинация.

**Гастрюляция** (от лат. *gaster* – желудок) – сложный процесс химических и морфологических изменений, который сопровождается размножением, ростом, направленным перемещением и дифференцировкой клеток, в результате чего образуются зародышевые листки – источники зачатков тканей и органов, и комплексы осевых органов.

На этой стадии развития организмов образуется двухслойный зародыш – **гаструла**. Именно на этом этапе образуется два зародышевых листка – **эктодерма** (наружный) и **энтодерма** (внутренний). Гаструле соответствуют по строению современные кишечнополостные животные. На поздней стадии гастрюляции образуется третий зародышевый листок – **мезодерма** (средний).

Эти листки в последствии дают начало эмбриональным зачаткам, из которых формируются ткани и органы.

Различают четыре типа гастрюляции.



**Иммиграция** (вселение) – самая примитивная, исходная форма гастрюляции. Все остальные типы гастрюляции являются производными от нее. В этом случае происходит перемещение клеток бластодермы в бластоцель, где они оседают на внутренней поверхности и образуют *энтодерму*, а наружные клетки образуют *эктодерму*. При этом формируется гастральная полость – *гастроцель* – полость первичной кишки (кишечнополостные).

**Инвагинация** (впячивание) – бластодерма на вегетативном полюсе прогибается внутрь бластоцели и достигает клеток анимального полюса. При этом образуется гастроцель, которая сообщается с внешней средой отверстием – *бластопором* – первичным ртом.

**Эпиболия** (обрастание) – на анимальном полюсе бластулы клетки делятся быстрее и напоззают на крупные клетки вегетативного полюса. Из клеток анимального полюса образуется *эктодерма*, а из клеток вегетативного полюса – *энтодерма*. Такой тип гастрюляции характерен для животных, у которых яйцеклетка содержит повышенное количество желтка (круглоротые, земноводные).

**Деламинация** (расслоение) – клетки бластодермы делятся, дочерние клетки перемещаются в бластоцель, образуя *энтодерму*, а наружные клетки образуют *эктодерму*. При этом бластопор не формируется, поэтому гастрощель не сообщается с внешней средой. Такой тип гастрюляции характерен животным, утратившим большие запасы желтка в яйцеклетках (кишечнополостные, высшие плацентарные).

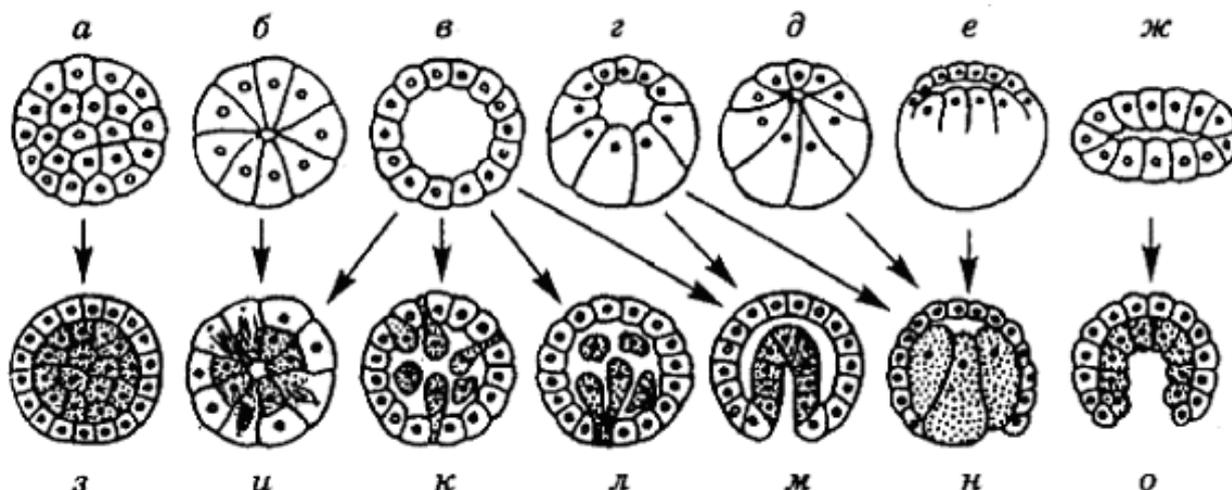
**Задание 2.** Прочитайте. Используя методическую литературу по дисциплине и ресурсы Интернет, приведите 3-4 примера на каждую группу животных (таксон на уровне типа).

С развитием бластопора животных разделяют на две группы:

*первичноротые* – бластопор превращается в настоящий рот;

*вторичноротые* – первичный рот превращается в анальное отверстие на заднем конце туловища, а на переднем – заново возникает ротовое отверстие.

**Задание 3.** Нарисуйте в альбом типы бластул и связанные с ними типы гастрюляции. Сделайте обозначения и обоснуйте связь строения и дальнейших преобразований. Добавьте в свой рассказ тип яйцеклетки и дробления в каждом случае.



**Задание 4.** Выполните задания и ответьте на вопросы:

1. Дайте определение эпиболии. Объясните, каков механизм образования зародышевых листков этим способом. Для животных с каким типом яйцеклеток это характерно и почему?
2. Как называется тип гастрюляции, при котором клетки бластодермы делятся, дочерние клетки перемещаются в бластоцель, образуя энтодерму, а наружные клетки образуют эктодерму? Что можно сказать о формировании бластопора в этом случае и как это отразится на сообщении гастрюцели с внешней средой? Для животных с каким типом яйцеклеток это характерно?
3. Как Вы думаете, есть ли связь между разными типами гастрюляции, т.е. можно ли считать один тип предельной формой другого типа? Приведите примеры. Ответ обоснуйте. Примените эту же логику к типам бластул.

### ***Образование мезодермы***

**Задание 5.** Прочитайте и запишите в тетрадь для практических работ.

На поздней стадии гастрюляции начинает формироваться третий зародышевый листок – **мезодерма**. Он может формироваться четырьмя различными способами.

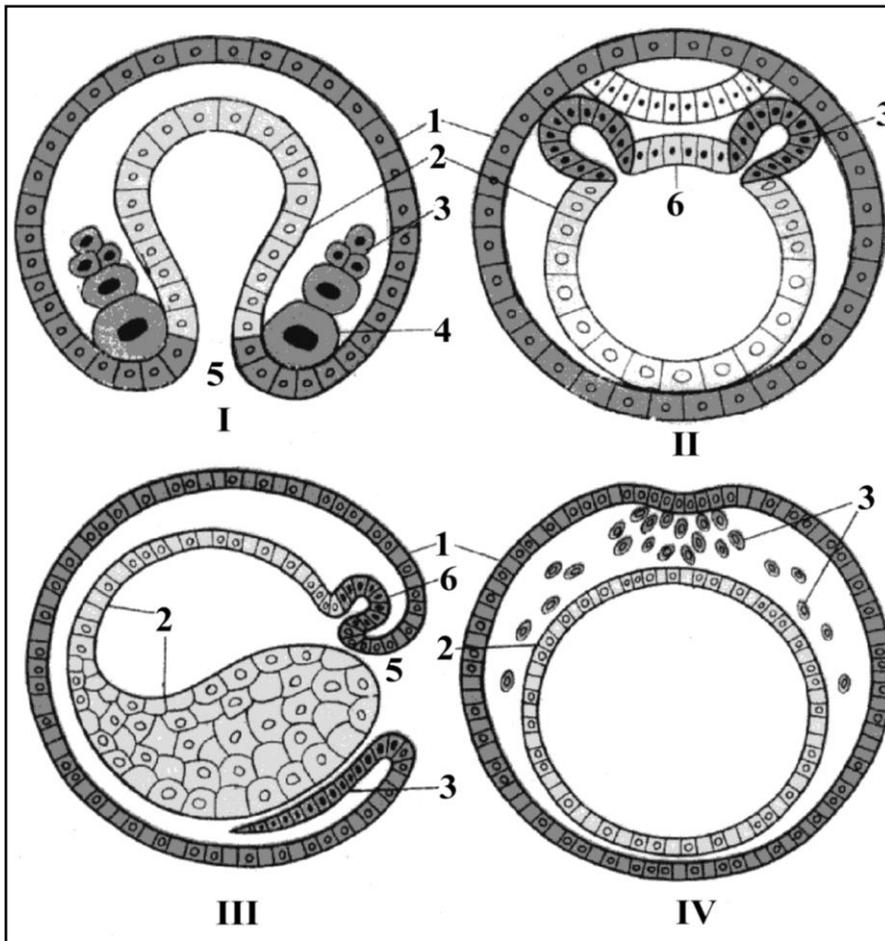
**Телобластический** – мезодерма образуется за счет нескольких крупных клеток на заднем конце зародыша – **телобластов**, которые располагаются между эктодермой и энтодермой. За счет расслоения клеток мезодермы образуется вторичная полость тела – **целом**. Такой способ образования мезодермы характерен для первичноротых животных.

**Энтероцельный** – мезодерма образуется из клеток энтодермы одновременно с формированием целома. Характерно для вторичноротых животных.

**Эктодермальный** – мезодерма образуется из части клеток эктодермы, которые размещаются между ней и энтодермой. Такой способ образования мезодермы характерен для пресмыкающихся, птиц, млекопитающих и человека.

**Смешанный** (переходный) – мезодерма формируется одновременно с эктодермой и энтодермой в процессе гастрюляции. Характерно для хрящекостных рыб, земноводных.

**Задание 6.** Нарисуйте в альбом 4 типа образования мезодермы и ответьте на вопросы к каждому типу.



Тип I.

- 1) Как называется этот тип образования мезодермы?
- 2) Какими цифрами обозначены листки кожной эктодермы? кишечной энтодермы?
- 3) Как называются нескольких крупных клеток на заднем конце зародыша?
- 4) За счет расслоения клеток какого зародышевого листка образуется вторичная полость тела (целом)?

5) Для каких животных характерен такой способ образования мезодермы?

Тип II.

- 1) Как называется этот тип образования мезодермы?
- 2) Из клеток какого зародышевого листка происходит ее образование?
- 3) Какой процесс идет одновременно?
- 4) Для каких животных характерен такой способ образования мезодермы?

### Тип III.

- 1) Как называется этот тип образования мезодермы?
- 2) Какова его особенность по времени закладки?
- 3) Что обозначено цифрой 5? Цифрой 6?
- 4) Для каких животных характерен такой способ образования мезодермы?

### Тип IV.

- 1) Как называется этот тип образования мезодермы?
- 2) Из клеток какого зародышевого листка происходит ее образование?
- 3) Какова особенность расположения клеток, дающих начало мезодерме?
- 4) Для каких животных характерен такой способ образования мезодермы?

## ***Нейруляция***

**Задание 7.** Прочитайте и законспектируйте в тетрадь для практических работ.

После гаструляции начинается следующий этап эмбрионального развития – **нейруляция**. Происходит дальнейшая дифференцировка зародышевых листков с образованием из них тканей, органов и систем органов – **гистогенез, органогенез, системогенез**.

Мезодерма подразделяется на 3 части. Дорсальная часть – **сомиты**, которые, в свою очередь, состоят из **дерматомов, миотомов и склеротомов**. Вентральная часть мезодермы – **спланхнотомы**, состоящие из **париетальных и висцеральных листков**. Часть мезодермы, соединяющая сомиты со спланхнотомами в передней части туловища, сегментируется и называется **нефрогонотомы** (синоним: **сегментные ножки**), а в задней части туловища не сегментируется и называется **нефрогенной** тканью.

На этой стадии развития закладывается осевой скелет – **хорда**. У хордовых животных и человека из эктодермы формируется **нервная трубка**.

При развитии многослойного зародыша последовательно образуются три полости: **бластоцель, гастроцель, целом**. В дальнейшем происходят следую-

щие преобразования: бластоцель может слиться с гастроцелью, как это происходит у земноводных, а может уменьшиться до узких щелей и превратиться в полости кровеносной системы, гастроцель превращается в полость средней кишки организма, а целом образует вторичную полость тела.

Пространство между тремя зародышевыми листками заполняется *мезенхимой*. Она образуется путем выселения клеток из всех трех листков, но преимущественно из мезодермы.

В эмбриогенезе из зародышевых листков образуются следующие ткани и структуры:

**из эктодермы:**

1) *эпидермис кожи и его производные* (сальные, потовые, молочные железы, ногти, волосы),

2) *нервная ткань, нейросенсорные и сенсоэпителиальные клетки органов чувств, эпителий ротовой полости* и его производные (слюнные железы, эмаль зубов, эпителий аденогипофиза), эпителий и железы *анального отдела прямой кишки*;

**из энтодермы:**

1) часть энтодермы, образованная из *прехордальной пластинки – эпителий и железы пищевода и дыхательной системы*,

2) часть энтодермы, образованная из *гипобласта – эпителий и железы всей пищеварительной трубки* (включая печень и поджелудочную железу); участвует при образовании *переходного эпителия мочевого пузыря* (аллантаис);

**из мезодермы:**

1) *дерматомы* – собственно кожа (дерма кожи),

2) *миотомы* – скелетная мускулатура,

3) *склеротомы* – осевой скелет (кости, хрящи),

4) *нефрогонотомы* (сегментные ножки) – эпителий мочеполовой системы,

5) *спланхнотомы* – эпителий серозных покровов (плевра, брюшина, околосердечная сумка), гонады, миокард, корковая часть надпочечников,

б) *нефрогенная* ткань – эпителий нефронов почек;

**из мезенхимы:**

1) все виды *соединительной ткани* (кровь и лимфа, рыхлая и плотная волокнистая соединительная ткань, соединительная ткань со специальными свойствами, костные и хрящевые ткани),

2) *гладкая мышечная* ткань,

3) *эндокард*.

**Задание 8.** Выполните тестовые задания, ответы обоснуйте.

1. Пояс верхних и нижних конечностей позвоночных животных формируется из зародышевого листка:

1) Эктодермы

2) Мезодермы

3) Энтодермы

4) Энтодермы и мезодермы

5) Эктодермы и мезодермы

2. Из мезодермы у животных развиваются:

1) Скелетная мускулатура

2) Гладкая мускулатура

3) Сердечная мускулатура

4) Рыхлая соединительная ткань

5) Плотная оформленная соединительная ткань

- 6) Слизистая ткань
- 7) Ретикулярная ткань
- 8) Эпидермис кожи
- 9) Сосочковый слой кожи
- 10) Легкие
- 11) Щитовидная и паращитовидная железа
- 12) Слюнная железа
- 13) Костная ткань
- 14) Хрящевая ткань
- 15) Эпителий мочевого пузыря
- 16) Печень
- 17) Гонады

## ЗАНЯТИЕ 11-12.

### **ТЕМА: ЭМБРИОГЕНЕЗ ХОРДОВЫХ ЖИВОТНЫХ. ВНЕЗАРОДЫШЕ- ВЫЕ ОРГАНЫ. ОСОБЕННОСТИ ПЛАЦЕНТЫ**

Круг обсуждаемых вопросов:

1. Прослушивание и обсуждение докладов по проблемам современной БРР.
2. Эмбриогенез хордовых животных.
3. Внезародышевые (провизорные) органы.
4. Плацента, ее функции. Классификация плацент.

#### *Эмбриогенез хордовых животных*

**Задание 1.** Ознакомьтесь с тематическим материалом, изложенном в **Теме 8, Раздел №3 «Биология развития» (Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 37 - 47)** и подготовьте развернутый конспект в тетради для практических работ.

Рекомендуется для лучшего освоения материала оформить его в виде таблицы с иллюстрацией схематическими рисунками.

**Задание 2.** Выполните задания и ответьте на вопросы.

1. Опишите начальные этапы онтогенеза низших хордовых животных. На примере какого животного это удобнее сделать?
2. Сравните прохождение гастрюляции у пресмыкающихся, птиц и млекопитающих.
3. Как образуется первичная полоска и гензенов узелок, перемещение материала и образование хордо-мезодермального зачатка птиц?
4. Проведите сравнительный анализ начальных этапов онтогенеза рыб и земноводных.

5. Опишите начальные этапы органогенеза пресмыкающихся.
6. Назовите особенности гастрюляции у млекопитающих.
7. Каким образом осуществляется развитие зародыша на стадии нейрулы?  
Приведите примеры из эмбриогенеза хордовых животных разных классов.
8. Как проходит сегментация мезодермы и образование несегментированной мезодермы у рептилий и птиц?
9. Опишите образование сомитов (дерматом, склеротом, миотом) у разных животных. Каким органам и тканям они дают начало?
10. Используя рисунки в Атласе, подготовьте описание двух последовательных стадий гастрюляции у амфибий, птиц и млекопитающих. Гастрюляция каких животных протекает похожим образом?

**Задание 3.** Используя лекционный материал и ресурсы Интернет, заполните таблицу.

*Таблица. Особенности эмбриогенеза млекопитающих*

<b>Особенности эмбриогенеза</b>	<b>Яйцекладущие</b>	<b>Сумчатые</b>	<b>Плацентарные</b>
<i>Яйцеклетка:</i> 1. по количеству желтка 2. по расположению желтка			
<i>Дробление</i>			
<i>Бластула</i>			
<i>Гастрюла:</i> способ образования			

Мезодерма: способ образова- ния			
Внезародышевые оболочки и органы			

**Задание 4.** Рассмотрите рисунок стадий эмбрионального развития зародыша.

По типу развития определите, что это за зародыш. Выполните задания и ответьте на вопросы.

Рисунок А.

1. Как называется этот этап ИРО?
2. Можно ли здесь выделить эмбриональные зачатки кожной эктодермы? кишечной энтодермы? материал хорды? Если нет, то почему? Если да, то как это можно определить, пока клетки недифференцированы?

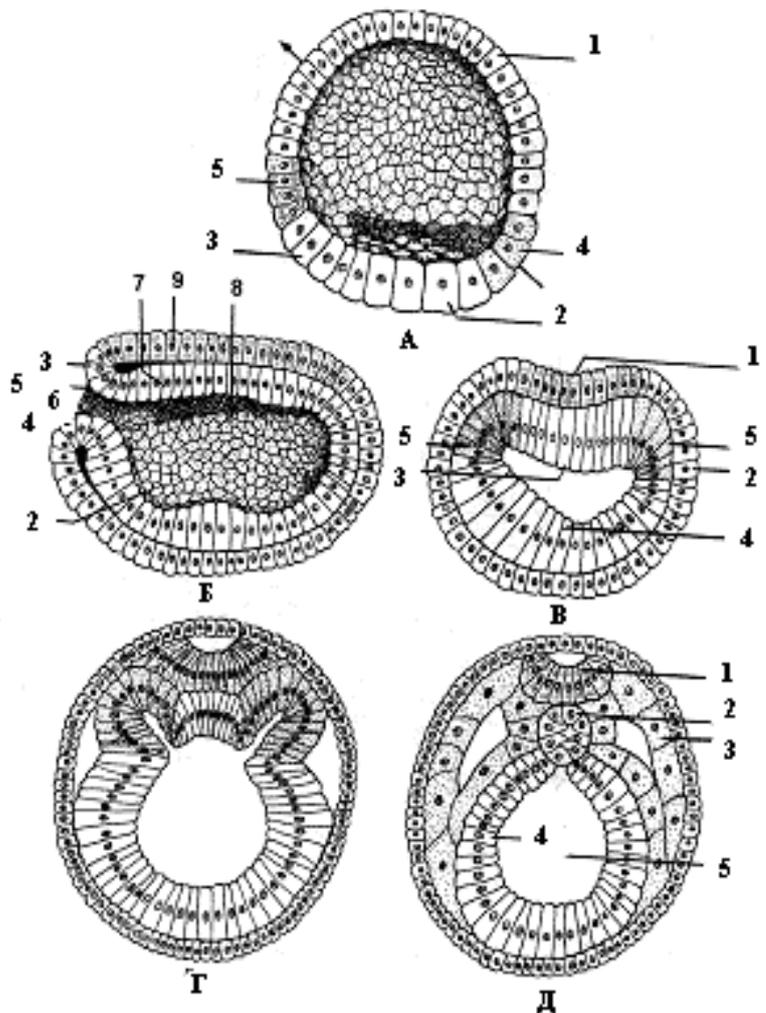


Рисунок Б.

1. Как называется этот этап ИРО?
2. Найдите три губы бластопора и назовите их.

3. Где должна находиться нейральная эктодерма? материал хорды? материал мезодермы?

Рисунок В.

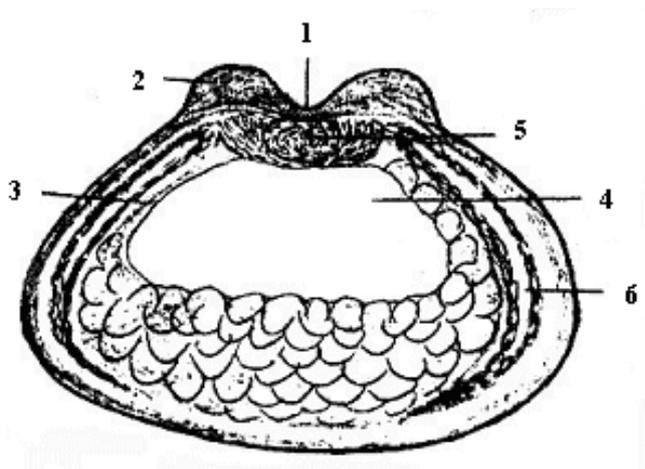
1. Какой процесс здесь начинается?
2. Как называется полость внутри зародыша?

Рисунок Г-Д.

1. Как называется этот этап ИРО?
2. Какие осевые органы здесь закладываются?
3. Найдите на рисунке мезодерму. Что представляет собой сегментированная мезодерма?
4. Почему полость кишки называется вторичной?

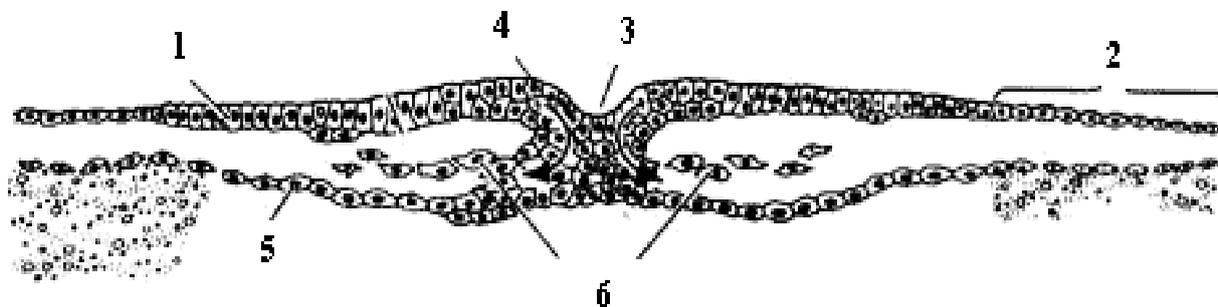
**Задание 5.** Рассмотрите рисунок стадии эмбрионального развития зародыша. По типу развития определите, что это за зародыш. Выполните задания и ответьте на вопросы.

1. Как называется этот этап ИРО?
2. Найдите на рисунке три зародышевых листка.
3. Что обозначено цифрой 1? Цифрой 4? В чем особенность образования этой полости у данного зародыша? Во что она потом преобразуется?



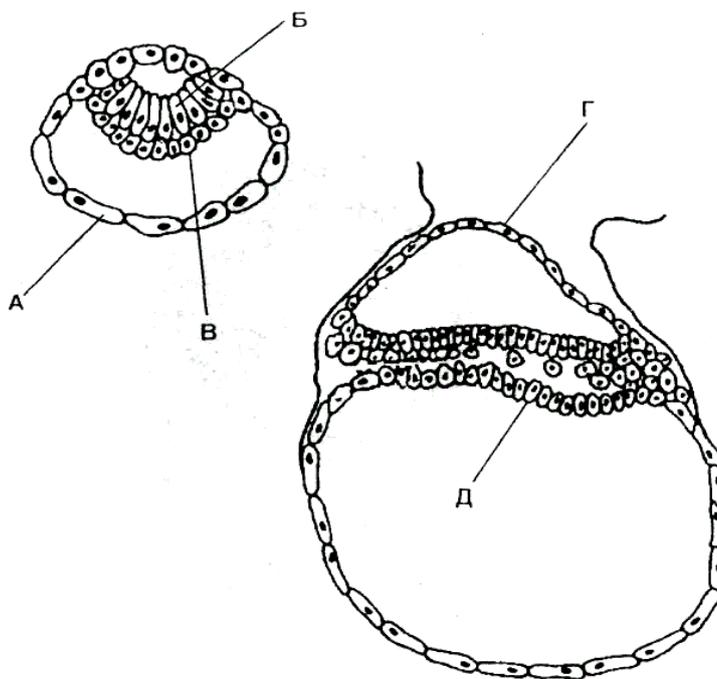
4. Как называются складки под цифрой 2?
5. Какая структура обозначена цифрой 5? Сохраняется ли она у взрослого животного?
6. Почему данный зародыш в дорзальном направлении темнее, чем в вентральном? Назовите не менее двух причин.

**Задание 6.** Рассмотрите рисунок. Подпишите обозначения и ответьте на вопросы.



1. Какая стадия развития, какого зародыша представлена на рисунке?
2. Как называется тонкая полоска с утолщением в ее средней части?
3. Какова морфология клеток верхнего слоя в периферических участках среза и в области первичной полоски?
4. Укажите и опишите локализацию и морфологию кишечной энтодермы и мезодермы.

**Задание 7.** Рассмотрите рисунки стадий эмбрионального развития зародыша. Подпишите обозначения и ответьте на вопросы.

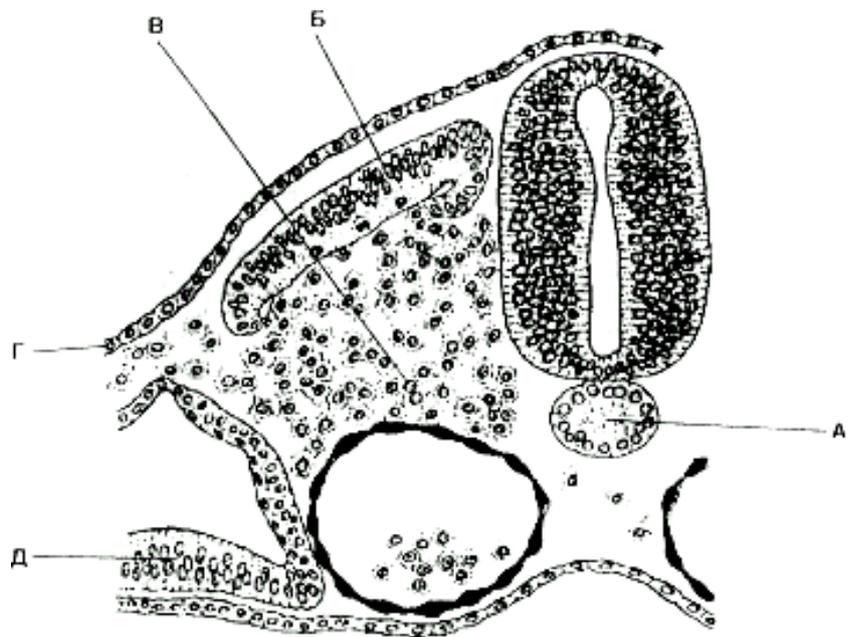


1. Зародыш животного какого класса представлен на рисунке?
2. Укажите стадию развития зародыша и его возраст в каждом случае. Ответ обоснуйте.
3. Укажите источник развития зародышевой мезодермы.

4. Укажите структуру, из которой развивается энтодерма желточного мешка.
5. Как называются полости зародыша на рисунке? Какие функции они выполняют?

**Задание 8.** Рассмотрите рисунок, определите классовую принадлежность зародыша и стадию его развития. Выполните задания и ответьте на вопросы.

1. Укажите зачаток, клетки которого выселяются, мигрируют в вентральном направлении и дифференцируются затем в клетки скелетных тканей. Как он называется? К какому зародышевому листку относится?



2. Найдите на рисунке хорду. Под каким осевым органом она располагается? Какой зародышевый листок дает ей начало?
3. Укажите листки спланхнотома. Что находится между париетальным и висцеральным листком? В образовании каких структур в дальнейшем участвуют листки спланхнотома?
4. Что находится между листками спланхнотома, хордой и кишечной энтодермой? Какие клетки находятся внутри?
5. Найдите на рисунке мезенхиму. Развитие каких тканей она предопределяет?

**Задание 9.** Изучите микроструктуры препарата, используя описание.

**Препарат 1.** Сагиттальный разрез зародыша крысы.

На данном препарате хорошо различимы мозговые пузыри и канал спинного мозга, верхняя и нижняя челюсть, органы пищеварительной системы - ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, петли кишечника и печень. В области грудной клетки отчетливо видны сердце и легкие. Кроме того, хорошо различимы верхние и нижние конечности. Снаружи зародыш окружен тонкой амниотической оболочкой и хорионом, который можно различить по характерной ворсинчатой структуре.

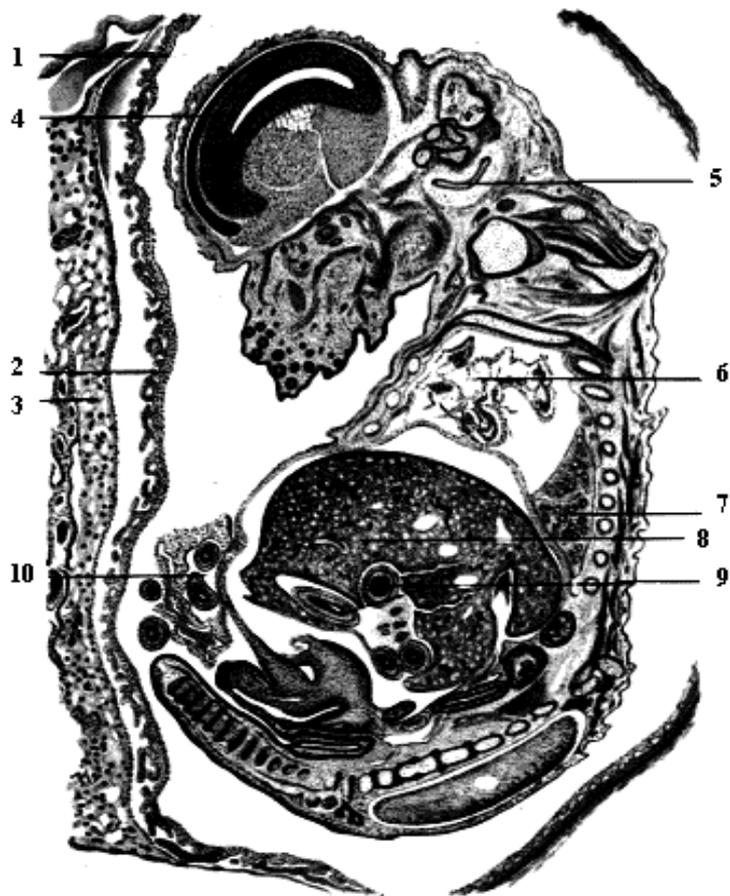
*Задание 1.* Зарисуйте в альбом зародыш крысы и определите его возраст.

*Задание 2.* Выделите цветом производные зародышевых листков с обозначениями конкретных структур зародыша (цифры 1-10).

*Задание 3.* Ответьте на вопросы 1-3.

1. Чем окружен зародыш снаружи? Охарактеризуйте функции внезародышевых (проvisorных) органов.

2. Опишите уровень развития нервной системы и органов чувств зародыша крысы.



3. Какие системы органов зародыша развиты на этом этапе? Обоснуйте свой ответ.

### ***Внезародышевые (провизорные) органы***

**Задание 10.** Прочитайте и законспектируйте в тетрадь для практических работ.

**Провизорные органы (внезародышевые)** – это временные органы, которые функционируют только в эмбриональном периоде развития организмов. К ним относятся: амнион, желточный мешок, аллантоис, серозная оболочка и хорион.

**Амнион** – образуется из *внезародышевой эктодермы* и *мезенхимы* (у птиц участвует еще и париетальный листок спланхнотомов). Функция амниона – создание благоприятной защитной водной среды вокруг зародыша.

**Желточный мешок** – образуется из *внезародышевой энтодермы* и *мезенхимы* (у птиц участвует еще и висцеральный листок спланхнотомов). Основная функция желточного мешка – обеспечение питания зародыша. Кроме этого в нем образуются первые кровеносные сосуды, первые клетки крови и половые клетки – гонобласты.

**Аллантоис** («мочевой мешок») – это слепое выпячивание *энтодермы* в заднем отделе первичной кишки. Выполняет выделительную функцию, т.к. в нем накапливаются метаболиты обменных процессов, происходящих у плода. У млекопитающих аллантоис является проводником пупочных сосудов плода и участвует при формировании эпителия мочевого пузыря.

**Серозная оболочка** – образуется из *внезародышевой эктодермы* и *париетального листка спланхнотомов*; хорошо развита у птиц. Основная функция – обеспечение дыхания зародыша, кроме того, выполняет защитную функцию.

**Хорион.** При формировании плаценты у млекопитающих со стороны плода участвуют *трофобласт* и *внезародышевая мезенхима*. А со стороны

матери – функциональный *слой слизистой оболочки матки*. Трофобласт и внезародышевая мезенхима образуют *хорион*. Это происходит следующим образом: вначале трофобласт представляет собой полый пузырек из *одного слоя клеток*, в последующем клетки трофобласта начинают усиленно размножаться и поэтому трофобласт становится *многослойным*. Причем клетки наружных слоев сливаются друг с другом и образуют *симпласт* – этот слой называется *симпластическим трофобластом*; самый внутренний слой трофобласта сохраняет клеточное строение и называется *клеточным трофобластом (цитотрофобластом)*.

Параллельно с этим из эмбриобласта выселяются клетки – *внезародышевая мезенхима* и она покрывает внутреннюю поверхность цитотрофобласта. Эти три слоя вместе (симпластический и клеточный трофобласт, внезародышевая мезенхима) называются *хорионом* или *сосудистой оболочкой*.

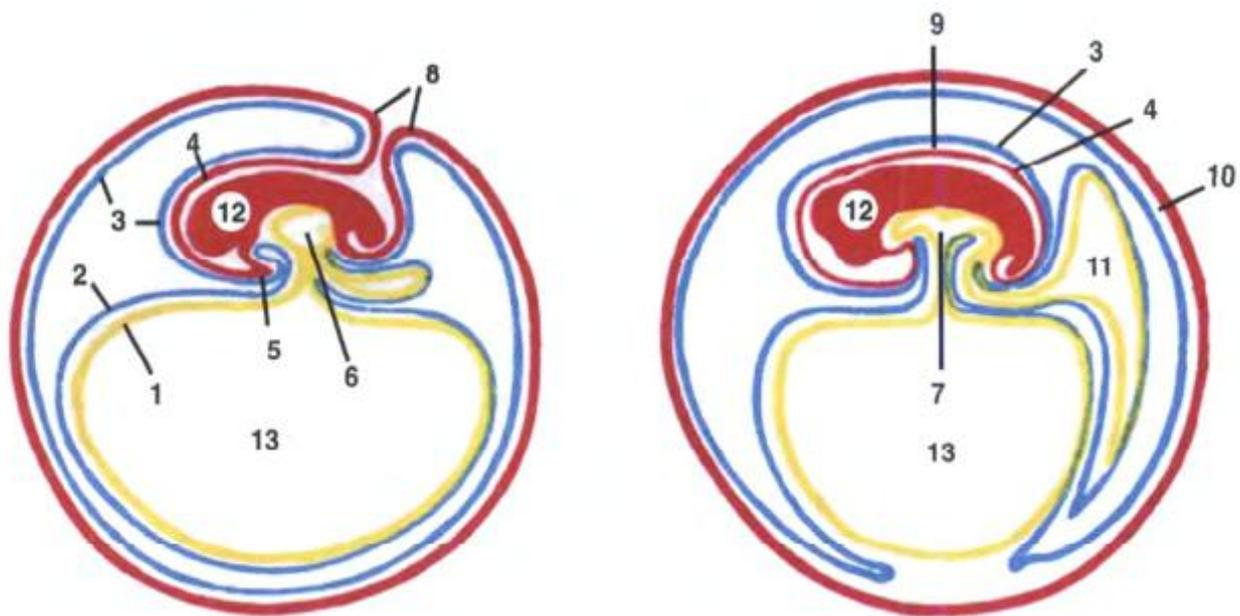
В дальнейшем симпластический трофобласт по всему периметру хориона образует выросты – *первичные ворсинки хориона*. Они начинают выделять протеолитические ферменты, которые разрушают эпителий матки и через образовавшуюся брешь зародыш внедряется в толщу слизистой матки, т.е. происходит *имплантация*. Эпителий матки за зародышем восстанавливается и поэтому зародыш оказывается замурованным в толще слизистой матки.

Затем все три слоя хориона вместе образуют *вторичные ворсинки хориона*, которые проникают через стенки кровеносных сосудов слизистой матки и плавают в крови матери, т.е. начинается *плацентация* зародыша. В дальнейшем во вторичные ворсинки хориона вырастают сосуды плода, и они превращаются в *третичные ворсинки*. Кровь в сосудах плода в этих ворсинках и кровь матери не смешиваются, потому что между ними находится *плацентарный барьер*, который состоит из трофобласта, соединительной ткани и эндотелия сосудов плода.

Плацентарный барьер проницаем для воды, электролитов, питательных веществ и продуктов диссимилиации, а также для антигенов эритроцитов плода и антител материнского организма, токсических веществ и гормонов.

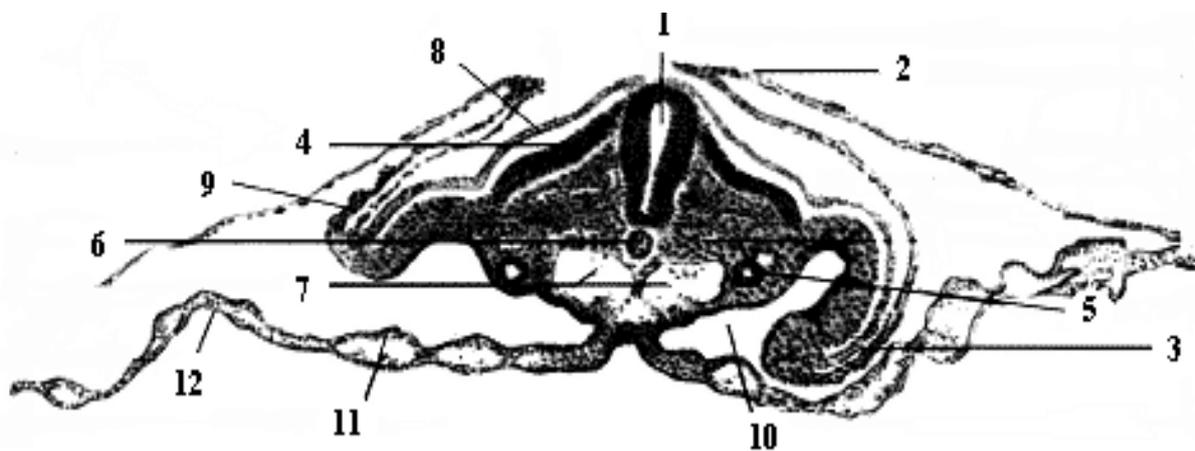
У млекопитающих, в том числе и у человека, из провизорных органов хорошо выражены и активно функционируют хорион и амнион, а желточный мешок и аллантаис развиты плохо (рудиментарны). Серозная оболочка у млекопитающих вообще отсутствует.

**Задание 11.** Нарисуйте в альбом образование внезародышевых органов у птиц. Сделайте обозначения, консультируясь с Атласом.



**Задание 12.** Изучите микроструктуры препарата, используя описание.

Препарат 1. Туловищная и амниотическая складки зародыша курицы (поперечный срез).



На данном препарате видны туловищные и амниотические складки. Благодаря образованию туловищных складок зародыш приподнимается над желтком. Эти складки как бы врастают под зародыш. Амнион образуется в виде складок внезародышевой эктодермы и париетального листка мезодермы.

Первой (приблизительно на 30 - 40 час развития, стадия -12-15 пар сомитов) появляется головная складка амниона, которая растет назад над головой зародыша, одевая его в виде капюшона. Позже образуются боковые складки, растущие назад и навстречу друг другу и постепенно сливающиеся в направлении к заднему концу тела, где на стадии 27 пар сомитов образуется хвостовая складка амниона. Процесс слияния амниотических складок продолжается до стадии 31 - 34 пар сомитов (3 суток инкубации).

В результате слияния амниотических складок образуется одновременно две оболочки: серозная и амнион, и между ними располагается внезародышевая целомическая полость - экзоцелом.

По мере развития серозная оболочка срастается еще с одной внезародышевой оболочкой - аллантоисом и образуется хориоаллантоис. Аллантоис образуется как вырост задней кишки зародыша. Снаружи он покрыт мезодермой, под которой лежит энтодерма.

*Задание 1.* Зарисуйте в альбом зародыш курицы и определите его возраст.

*Задание 2.* Выделите цветом производные зародышевых листков с обозначениями конкретных структур зародыша (цифры 1-12).

*Задание 3.* Ответьте на вопросы 1-3.

1. Что дает образование туловищных складок, учитывая обилие желтка?
2. Сколько пар сомитов образуется к моменту слияния амниотических складок? На какие сутки инкубации?
3. Какие оболочки образуются при слиянии амниотических складок и приводит ли это к выявлению экзоцелома?

### ***Плацента, ее функции. Классификация плацент***

**Задание 13.** Прочитайте и законспектируйте в тетрадь для практических работ.

По характеру строения и взаимоотношений между ворсинками хориона и тканями слизистой оболочки матки у млекопитающих выделяют четыре типа плаценты.

**Эпителиохориальная** (полуплацента) – ворсинки хориона входят в углубления (крипты) слизистой оболочки матки и лишь соприкасаются с её эпителием. Питательные вещества и кислород для развивающегося зародыша поступают из маточного молочка, которое секретируют маточные железы слизистой оболочки матки.

При родах ворсинки хориона вытягиваются из крипт и слизистая оболочка не разрушается. Такой тип плаценты характерен для некоторых сумчатых (барсук) и плацентарных млекопитающих (свинья, лошадь, верблюд, бегемот, дельфин, кит).

**Десмохориальная** (соединительнотканнохориальная) – ворсинки хориона проникают в слизистую оболочку матки, разрушают эпителий и контактируют с рыхлой соединительной тканью эндометрия, располагаясь ближе к кровеносному руслу. При этом связь с материнским организмом тоже не очень

тесная, как и при эпителиохориальной плаценте, но поверхность хориона при этом увеличивается.

При родах на поверхности слизистой остаются участки без эпителия, которые в последствии регенерируют. Этот тип плаценты встречается у жвачных парнокопытных животных (корова, овца).

**Эндотелиохориальная** (вазохориальная) – ворсинки хориона разрушают эпителий, рыхлую соединительную ткань слизистой оболочки матки, прорастают в стенку сосудов матери и контактируют с их внутренней стенкой – эндотелием. При таком типе плаценты зародыш лучше обеспечивается питательными веществами и кислородом. Но при этом величина плаценты значительно уменьшается.

При родах происходит отторжение части тканей стенки матки и возникает небольшое кровотечение. В последствии слизистая оболочка матки быстро регенерирует. Такой тип плаценты характерен для хищных млекопитающих (кошачьи, псовые, кунцеобразные) и ластоногих (тюлени, моржи).

**Гемохориальная** (*haima* – кровь) – ворсинки хориона проходят через эпителий матки, полностью разрушают стенки кровеносных сосудов (на их месте в дальнейшем образуются кровяные лакуны) и омываются кровью матери. Питание зародыша происходит путем осмоса (через стенку ворсинок хориона) из крови матери.

При родах разрушается вся отпадающая оболочка слизистой матки и возникает сильное кровотечение. Регенерация длительная, так как дефект стенки матки значительный. Различают два вида гемохориальной плаценты – **ворсинковую** и **лабиринтную**.

**Ворсинковая** – ворсинки хориона сильно ветвятся, что приводит к значительному увеличению его поверхности. Такой вид плаценты у приматов и человека.

**Лабиринтная** – контакт трофобласта с кровью матери достигается за счет возникновения разветвленных впячиваний трофобласта, которые сливаются

ся в сложный лабиринт каналов. Этот вид плаценты характерен для насекомоядных млекопитающих (крот, ёж, выхухоль), рукокрылых (летучие мыши), грызунов (крыса, бобер), зайцеобразных (кролик).

В зависимости от формы и характера распределения ворсинок хориона различают четыре типа плаценты.

**Диффузный** – почти вся поверхность плодного пузыря равномерно (диффузно) покрыта ворсинками. Хорион всей своей поверхностью прилегает к стенке матки (у свиньи).

**Котиледонный** – ворсинки хориона собраны в группы – *котиледоны*. Между ними поверхность плодного пузыря не имеет ворсинок (у жвачных).

**Поясный** – хорион с разветвленными ворсинками имеет форму широкого пояса, который охватывает плодный пузырь (у хищных).

**Дискоидальный** – участок ворсинчатого хориона имеет форму диска (у павианов, человекообразных обезьян, человека).

Плацента выполняет следующие функции:

1. **Трофическую** – обеспечивает питание плода.
2. **Дыхательную** – способствует обогащению крови, приносимой в лакуны, кислородом, который вследствие разницы парциальных давлений проникает через хориальный эпителий в кровь зародыша.
3. **Экскреторную** – обеспечивает выделение в кровь матери продуктов обмена веществ, накапливаемых в крови зародыша и приносимых пупочными артериями и ворсинками хориона.
4. **Защитную** – осуществляет иммунологическую защиту, предохраняет тело зародыша от проникновения в него различных агентов.
5. **Барьерную** – исключает проникновение в плод вредных веществ.

6. **Эндокринную** – образует женские половые гормоны, которые компенсируют пониженную функцию эндокринных желез во второй половине беременности.

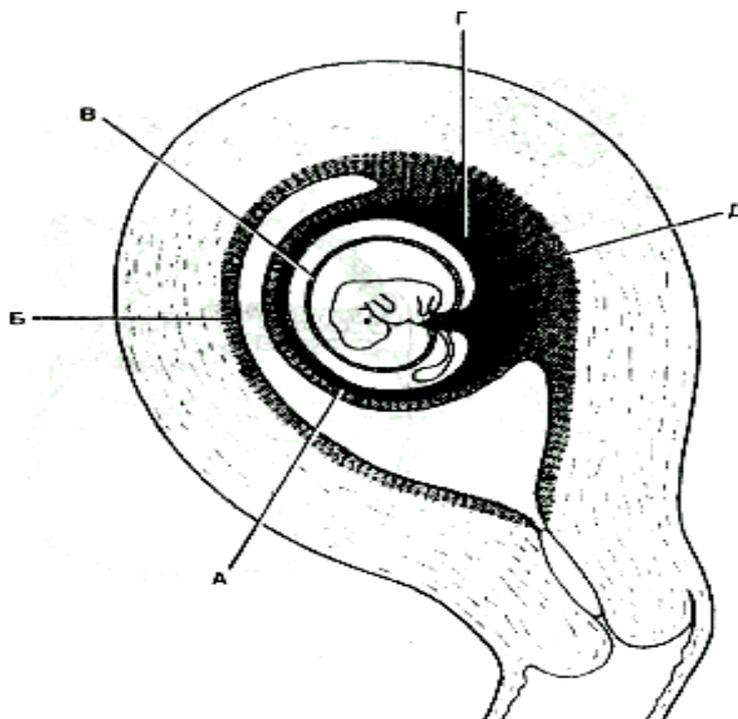
**Задание 14.** Рассмотрите рисунок и выполните задания.

1. Укажите структуру организма матери, отделяющую плодное яйцо от миометрия.

2. Найдите провизорную структуру плода, развивающуюся из трофобласта и вступающую в контакт с капсулярной частью децидуальной оболочки.

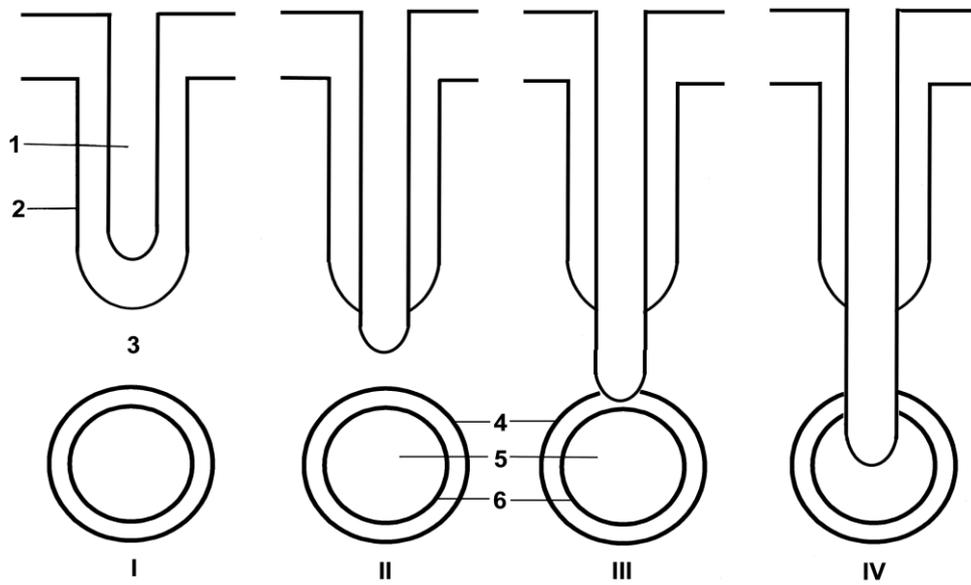
3. Плацента какого типа сформируется у этого зародыша? Охарактеризуйте ее.

4. Какие провизорные органы характерны для этого зародыша кроме плаценты?



**Задание 15.** Нарисуйте в альбом 4 типа плацент и сделайте обозначения. На рисунке необходимо найти соединительную ткань слизистой оболочки матки и эпителий маточной крипты, ворсинку хориона, а также стенку, просвет и эндотелий кровеносной сосудистой системы слизистой оболочки матки.

Обоснуйте специфику восстановления слизистой матки после родов, связанную с особенностями строения плацент.



## ЗАНЯТИЕ 13.

### **ТЕМА: ОНТОГЕНЕЗ ЧЕЛОВЕКА. КРИТИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ. БИОРИТМОЛОГИЯ**

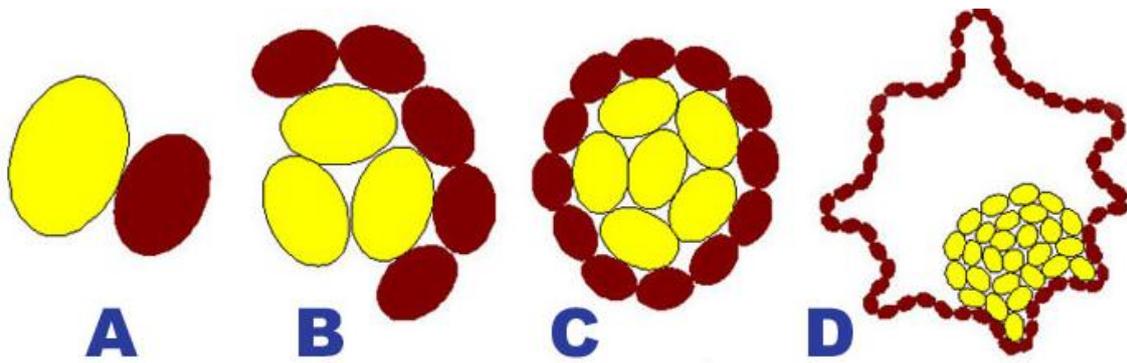
Круг обсуждаемых вопросов:

1. Прослушивание и обсуждение докладов по проблемам современной БРР.
2. Онтогенез человека.
3. Критические периоды развития.
4. Биоритмы живых организмов и влияние на них внешних факторов.

#### *Онтогенез человека*

**Задание 1.** Выполните задания и ответьте на вопросы, используя лекционный материал и ресурсы Интернета.

1. Охарактеризуйте начальный период развития человека (первая неделя).
2. Каковы особенности и продолжительность дробления бластомеров зародыша человека? Как питается эмбрион на этом этапе?
3. Опишите образование бластоцисты. Какова морфология процесса и продолжительность?
4. Что такое трофобласт и эмбриобласт? Каковы размеры и морфология бластодермического пузырька?
5. Охарактеризуйте зародышевый период развития человека (со 2 недели по 8 неделю).
6. Как проходит первая фаза гаструляции? Как называется этот механизм и что образуется в результате?
7. Рассмотрите рисунок, выполните задания и ответьте на вопросы.

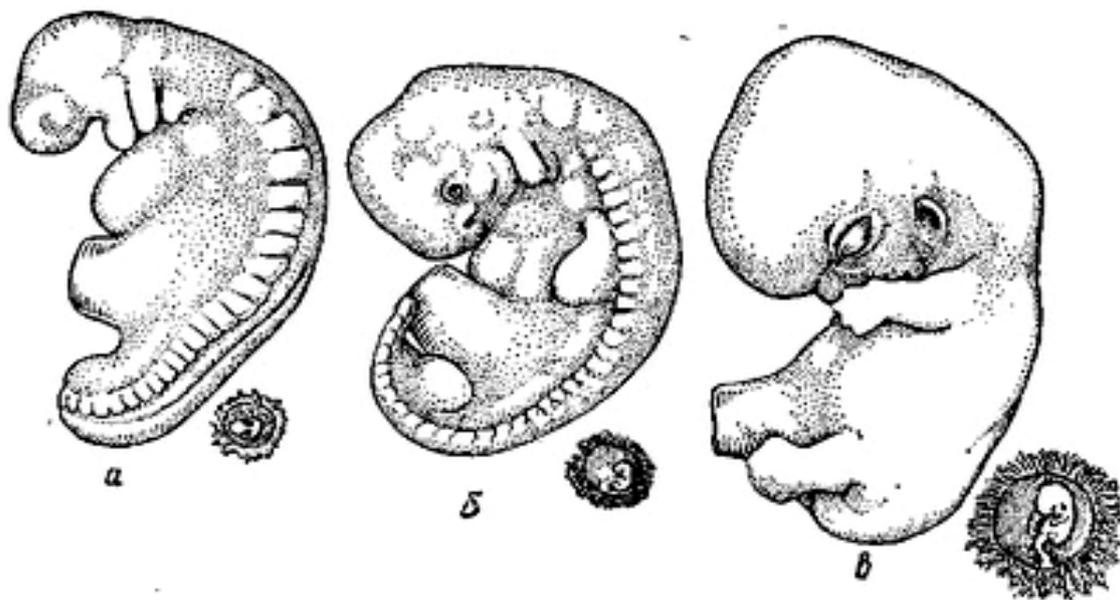


- 1) Опишите процессы под буквами А и В.
  - 2) Какой бластомер изображен более крупным, желтого цвета и какой мельче, коричневого цвета?
  - 3) Что развивается из этих бластомеров?
  - 4) Какие клетки делятся быстрее?
  - 5) Как называется клеточная масса, обозначенная буквой С? Что находится внутри, что снаружи?
  - 6) Какой этап развития зародыша изображен под буквой Д?
  - 7) Чем заполнена внутренняя полость?
  - 8) Как называются выросты, образованные одним слоем мелких коричневых клеток и каким органом они являются?
  - 9) В состав какого органа войдет клеточная масса выростов?
8. Охарактеризуйте образование первичного желточного мешка.
  9. За счет каких эмбриональных тканей образуется хорион?
  10. Из чего образуется зародышевая ножка и какие движения совершает зародыш благодаря ей?
  11. Как проходит вторая фаза гаструляции? Что образуется в результате?
  12. С помощью какого механизма происходит образование мезодермы?
  13. Что такое внеэмбриональная мезодерма и зачем она нужна?
  14. Что происходит после врастания аллантоисной энтодермы в зародышевую ножку?
  15. Охарактеризуйте роль симпластического трофобласта в изменении трофики эмбриона.

16. Опишите процесс, изображенный на рисунке и дайте ему характеристику. Перечислите типы питания зародыша, связанные с его положением относительно слизистой оболочки матки.



17. Как происходит окончательное формирование внезародышевых органов?
18. Перечислите основные функции плаценты, плодных оболочек и пуповины.
19. Какова проницаемость плаценты к гомо- и гетерогенным веществам?
20. Как происходит органогенез и гистогенез у человека?
21. Что такое асинхронное развитие тканей и органов?
22. Укажите сроки закладки органов и наиболее принципиальные перестройки тканевых структур в период органогенезов.
23. Как происходит увеличение длины плода с возрастом?
24. Когда заканчивается закладка органов зародыша?
25. Что такое критические периоды развития? Перечислите основные.
26. Охарактеризуйте плодный период (с 9 недели до рождения).
27. Как происходит рост и дальнейшее развитие органов и частей тела в плодный период?
28. Как и когда происходит формирование рефлексов плода?
29. Опишите формирование иммунной системы плода и эмоций.
30. Рассмотрите рисунки а - в и датировать их в количестве недель после оплодотворения. Опишите процессы, происходящие в это время в зародыше.



31.Какие существуют признаки зрелости и доношенности плода?

32.Какие существуют наследственно-генетические факторы, влияющие на развитие плода?

### ***Критические периоды развития***

**Задание 2.** Прочитайте и законспектируйте в тетрадь для практических работ.

Критические периоды характеризуются наибольшей скоростью развития организма, поэтому он становится более чувствительным к различным вредным воздействиям. Внешние факторы, к которым особенно велика чувствительность в эти периоды, могут ускорять, замедлять или приостанавливать развитие организма.

В 1960 г. эмбриолог П.Г.Светлов предложил оригинальную гипотезу критических периодов. Он различал три группы воздействий внешней среды:

1 – ***повреждающие*** воздействия, приводящие к смерти или патологии;

2 – ***модифицирующие*** воздействия, вызывающие отклонения не патологического характера (морфозы или мутации);

3 – **закономерное** действие среды, обеспечивающее нормальное развитие организма.

Эти воздействия (наличие или недостаток кислорода, питание, температура и т.д.) явно не наблюдаются, но представляют большой интерес, так как влияют на последующую устойчивость организма и его нормальное развитие.

Критические периоды онтогенеза связаны с целым рядом событий:

1. В эти периоды происходит включение в действие определенной новой части наследственной информации, которая обеспечивает развитие организма на следующем этапе.

2. В результате детерминации организм вступает в новый этап развития.

3. Происходит смена типа питания, и в связи с этим интенсифицируется обмен веществ.

4. Временно снижается регуляторная деятельность развивающегося организма.

5. Временно замедляется рост структур организма, возрастает его энтропия.

Все критические периоды можно разделить на несколько видов.

1. Периоды, критические **для всего организма**, когда вредные воздействия могут привести к гибели зародыша. Наиболее частая гибель зародыша происходит в первый лунный месяц эмбриогенеза.

2. **Частные** критические периоды – различные для каждого органа и ткани.

3. Критические периоды **для клетки**.

4. Возможны критические периоды **для отдельных органелл** клетки.

Для организма в целом критическими периодами являются следующие события:

1. Развитие половых клеток – **прогенез**. Половые клетки во время размножения могут быть подвержены самым разнообразным мутациям.

2. **Оплодотворение.** В этот период происходит сегрегация цитоплазмы и активируются обменные процессы, происходят ранние детерминация и дифференцировка, которые чувствительны к различным воздействиям.

3. **Гаструляция.** На этой стадии развития происходит образование стадиоспецифических и тканеспецифических антигенов.

4. **Имплантация,** при которой происходит смена типов питания зародыша (6–7 сутки для человека).

5. **Плацентация.** Характеризуется также сменой типа питания и образованием органоспецифических антигенов (конец 2-й недели беременности у человека).

6. Развитие осевых зачатков – **нотогенез, гистогенез и органогенез.** Вредные факторы среды в это время могут вызывать различные аномалии развития. В дальнейшем для каждого органа определяются свои критические периоды.

7. **Рождение.** Оно связано с резким изменением окружающей среды, что является сильной стрессовой реакцией для организма. Одновременно начинается функционирование дыхательной системы и малого круга кровообращения, происходит перестройка в связи с этим сердечно-сосудистой системы, возрастает нагрузка на сердце.

В **постнатальном развитии** организмов критическими периодами являются период **новорожденности** и период **полового созревания.** В период новорожденности происходит адаптация ребенка к новым условиям существования, резко возросшему объему информации и антигенов внешней среды. В период полового созревания включаются новые регуляторные механизмы, происходит становление репродуктивной системы, активируется рост, происходит перестройка многих органов, изменяется психика.

**Задание 3.** Заполните таблицу, пользуясь специальной литературой и ресурсами Интернета.

Таблица 1. Характеристика периодов эмбрионального развития человека

<i>Период</i>	<i>Продолжительность периода</i>	<i>Критические события</i>	<i>Другие важные события</i>
Начальный	1-я неделя		
Зародышевый	2–8-я неделя		
Плодный	9-я неделя – до рождения		

### ***Биоритмы живых организмов и влияние на них внешних факторов***

**Задание 4.** Выполните задания и ответьте на вопросы, используя лекционный материал и ресурсы Интернета.

1. Какие классификации биоритмов существуют? Приведите примеры.
2. Объясните, как происходит становление биоритмов.
3. В чем ошибочность теорий, описывающих биоритмы простыми математическими закономерностями? Приведите пример.
4. Охарактеризуйте связь биоритмов с внешними ритмами.
5. В чем опасность инфразвука для животных и человека?
6. Как соподчиняются между собой ритмы частот колебаний разных органов, клеток, органелл?
7. Охарактеризуйте влияние гравитационного и электромагнитного полей на живые организмы и их биоритмы.
8. Докажите важность биоритмов для стабилизации живых организмов и развития их саморегуляции.
9. Чем занимается хронобиология? В каких сферах жизни применяют ее достижения и практические рекомендации?
10. Что такое хронобиотики? Как Вы считаете, почему в основной своей массе они растительного происхождения?

## ЗАНЯТИЕ 14.

### ТЕМА: БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ ЧЕЛОВЕКА. ГЕРОНТОЛОГИЯ

#### Круг обсуждаемых вопросов:

1. Прослушивание и обсуждение докладов по проблемам современной БРР.
2. Биологический возраст человека.
3. Возрастная изменчивость у взрослых.
4. Геронтология.
5. Тест для субъективной оценки биологического возраста человека.

#### *Биологический возраст человека*

**Задание 1.** Рассмотрите таблицу возрастной периодизации онтогенеза человека.

*Таблица. Возрастная периодизация онтогенеза человека*

<i>Этап онтогенеза</i>	<i>Возраст</i>
Новорожденные	1 – 10 дней
Грудной возраст	10 дней – 1 год
Раннее детство	1 – 3 года
Первое детство	4 – 7 лет
Второе детство	8 – 12 лет (мальчики), 8 – 11 лет (девочки)
Подростковый возраст	13 – 16 лет (мальчики), 12 – 15 лет (девочки)
Юношеский возраст	17 – 21 год (юноши), 16 – 20 лет (девушки)
Зрелый возраст, I период	22 – 35 лет (мужчины), 21 – 35 лет (женщины)
Зрелый возраст, II период	36 – 60 лет (мужчины), 36 – 55 лет (женщины)
Пожилой возраст	61 – 74 года (мужчины), 56 – 74 года (женщины)
Старческий возраст	75 – 90 лет (мужчины и женщины)
Долгожители	90 лет и выше

Перепишите таблицу в тетрадь для практических работ и дайте краткую характеристику каждому возрасту (2-4 предложения).

### ***Возрастная изменчивость у взрослых***

**Задание 2.** Прочитайте и законспектируйте в тетрадь для практических работ.

Как правило, биологический возраст оценивают по уровням развития и состоянию ведущих систем, т.е. лидирующих в темпе возрастной изменчивости и старения – сердечно-сосудистой, нервной, иммунной.

Какая же ткань начинает стареть первой?

Первый, самый ранний и самый важный признак и причина старения заключается в уменьшении количества живых **нейронов мозга**, которое начинается уже с 15–16 лет, а в коре мозга – с 30 лет. Поэтому устойчивость организма к различным вредным влияниям постепенно уменьшается, понижается порог чувствительности к разным «неполадкам», растет вероятность возникновения необратимых процессов и явлений. Уже с 27–29-летнего возраста снижается общий уровень обменных процессов, а к 100 годам обменные показатели достигают всего 50% их уровня в 30 лет.

Таким образом, максимум интенсивности для большинства функций нашего организма приходится обычно на возраст 20–25 лет. После этого начинается постепенное снижение интенсивности с нарастанием его темпа. Можно сказать, что, едва достигнув зрелости, наш организм начинает медленно склоняться к старости.

Сразу же после окончания роста и развития начинаются изменения в **иммунной системе**, в способности организма противостоять заболеваниям. Достоверно известно, что с возрастом происходит постепенное нарушение всех иммунных функций; снижаются точность и скорость иммунного ответа, ослабевает активность антигенов, нарушаются межклеточные взаимодействия.

Значительные изменения происходят и в **эндокринной системе**: уменьшается концентрация в крови гормонов половых желез, снижаются функции щитовидной железы, тимуса, надпочечников. Все эти первичные изменения ведут к видимым, вторичным:

- атрофии покровов,
- вялости, дряблости, морщинистости кожи,
- поседению и выпадению волос,
- сокращению объема и тонуса мускулатуры,
- ограничению подвижности в суставах.

Ограничение объема движений начинается обычно уже с 40 лет, но особенно сильно оно происходит после 70 лет. Эти внешние проявления старения не связаны напрямую с повышением риска смерти, но они свидетельствуют о возрастных изменениях в костной, хрящевой, жировой, соединительной тканях и сосудах.

**Энергетическое старение** начинается в возрасте около 30 лет, а еще точнее сразу же после окончания периода роста и развития. В 20–25 лет, когда организм полностью стал взрослым, наблюдается идеальный или должный для данного человека вес тела. Уже к 30 годам он обычно становится больше примерно на 3–4 кг. А известно, что все, что выше «надлежащего», – это избыточный вес.

Почти все горожане в возрасте старше 40 лет имеют избыточный вес. Это связано с изменением условий труда и быта, возрастанием степени гиподинамии, перееданием и другими факторами. Если реальный вес тела составляет по отношению к надлежащему, т.е. весу в 20–25 лет, более 120%, то начинается ожирение. Накопившийся жир в организме после 45–48 лет становится инертным по отношению к обменным процессам. Стойкое превышение надлежащего веса есть движение по пути увеличения биологического возраста и накопления возрастной патологии.

Жировые отложения вначале возникают в подкожной жировой клетчатке, затем откладываются в области брыжейки, жировая муфта покрывает сердце, желудок и мешает их работе. Кроме того, жировые запасы содержат яды и шлаки. Поэтому ожирение является фактором повышенного риска смерти. Заболевания сердечно-сосудистой системы у тучных людей встречаются в 1,5 раза чаще, диабет – в 4 раза, цирроз печени – в 1,5 раза чаще, чем у лиц того же возраста, но с нормальным весом тела.

**Возрастные изменения в нервной системе и психике.** Динамика основных нервных процессов в связи с возрастом заключается в ослаблении процессов торможения, потере подвижности – лабильности реакции, в повышении порога возбудимости, снижении слуха, зрения. Однако только к 70 годам начинает отмечаться недостаточная концентрация нервных процессов, во многих случаях ведущая к неуравновешенности личности.

Не так сильно и неизбежно, как принято считать, изменяются с возрастом психические функции, психическая деятельность. Действительно, такие показатели психики, как память, воля, эмоции, скорость психической реакции, значительно снижаются с возрастом. Однако эти дефекты компенсируются большим психическим опытом личности. Как правило, интеллектуальная деятельность с увеличением возраста не ослабевает. У женщин все возрастные процессы в психической сфере идут более активно, чем у мужчин.

Биологический возраст в психической сфере оценивается по сохранению интереса к внешним событиям, стремлению к активной деятельности, сохранению широких социальных контактов. Это показатели молодости биологического возраста в психике.

Таким образом, оценивать биологический возраст можно на разных уровнях исследования – молекулярном, обменном, на уровне всего организма, личности в целом.

**Задание 3.** Дайте характеристику постнатальному онтогенезу человека. Ответьте на вопросы.

1. Каковы основные показатели биологического возраста человека?
2. В чем выражается возрастная изменчивость у взрослых?
3. Какой период считается периодом новорожденности, какой - грудным? В какой из этих периодов наблюдается наибольшая интенсивность роста?
4. В какой период онтогенеза человека происходит уменьшение годовых приростов размеров тела?
5. Чем отличается период первого детства и период второго детства?
6. Когда появляются первые половые различия в размерах и форме тела?
7. Датируйте начало развития половых органов и вторичных половых признаков. Опишите биохимические изменения в этот период. С чем связано появление новых ферментов и гормонов?
8. Что такое пубертатный скачок? Охарактеризуйте нарушения, возникающие в этот период, и объясните, с чем они связаны.
9. Когда и как происходит перестройка основных физиологических систем организма к характеристикам взрослого организма? В каком возрасте заканчиваются процессы роста и формирования организма?
10. Охарактеризуйте два периода зрелого возраста человека. Как изменяется состав тела и масса тела?
11. Что такое климакс? Какие нейрогуморальные перестройки в организме его характеризуют?

### *Геронтология*

**Задание 4.** Подготовьте в тетради для практических работ конспект по теме «*Основы геронтологии*» объемом 3-5 листов. Используйте ресурсы Интернет (научные публикации) и рекомендуемую литературу. В конспекте должны быть освещены следующие вопросы:

1. Понятия старости и старения.
2. Внешние признаки старения.
3. Старение органов движения.
4. Старение основных функциональных систем организма.
5. Основные признаки старения клеток.
6. Преждевременное старение.
7. Долголетие – модель естественного старения. Основные причины и факторы долголетия.
8. Старение – комплексный феномен.
9. Основные гипотезы старения.
  - 1) Молекулярно-генетические гипотезы.
  - 2) Гено-регуляторная гипотеза.
  - 3) Гипотеза ошибок.
  - 4) Свободнорадикальная гипотеза.
  - 5) Нейроэндокринная гипотеза.
  - 6) Адаптационно-регуляторная гипотеза.
  - 7) Иммунная гипотеза.
  - 8) Лимфоидная гипотеза.

***Тест для субъективной оценки биологического возраста человека***

**Задание 4.** Разбейтесь на группы и выполните работу «Тест для субъективной оценки биологического возраста человека». После выполнения работы сделайте вывод о правомочности употребления термина «субъективный».

Биологический возраст мужчин и женщин рассчитывается по разным формулам:

$26,985 + 0,215 \times \text{АДС} - 0,149 \times \text{ЗДВ} - 0,151 \times \text{СБ} + 0,723 \times \text{СОЗ} - \text{БВ}$  (биологический возраст) мужчин,

$-1,463 + 0,415 \times \text{АДП} - 0,140 \times \text{СБ} + 0,248 \times \text{МТ} + 0,694 \times \text{СОЗ} - \text{БВ}$  женщин.

## Определение АДС, ЗДВ, СБ, АДП, МТ и СОЗ

АДС (артериальное давление систолическое) измеряется с помощью аппарата для измерения артериального давления (АД) на правой руке, сидя, с интервалом 5 минут. Учитывается наименьшее давление. АД измеряется в мм рт. ст.

Например, при измерении АД трижды с интервалом 5 минут вы получили следующие результаты:

- 1) 125/70 мм рт. ст.
- 2) 130/75 мм рт. ст.
- 3) 130/70 мм рт.ст.

Первая цифра - это систолическое АД. Надо взять наименьшую из трех цифр - 125 мм. рт. ст. и подставить в формулу.

ЗДВ (продолжительность задержки дыхания после глубокого вдоха) измеряется трижды с интервалом 5 минут с помощью секундомера. Учитывается наибольшая величина ЗДВ, измеренная в секундах.

СБ (статическая балансировка) определяется так: встать на левую ногу - без обуви - глаза закрыть, руки опустить вдоль туловища. Этот показатель надо измерять без предварительной тренировки. СБ измеряется трижды с помощью секундомера с интервалом 5 минут. Учитывается наилучший результат. СБ измеряется в секундах.

АДП (артериальное давление пульсовое). Так называется разница между АДС (артериальным давлением систолическим) и АДД (артериальным давлением диастолическим). АД измеряется в мм рт. ст.

Например, при трехкратном измерении АД с интервалом 5 минут получены следующие цифры:

- 1) 125/70 мм рт. ст.
- 2) 130/75 мм рт. ст.
- 3) 130/70 мм рт. ст.

Числитель дроби - это АДС. Знаменатель дроби - АДД. Наименьшие цифры АДС и АДД - 125 и 70. Разница между ними будет  $125 - 70 = 55$  (это и есть артериальное давление пульсовое, АДП). Число 55 входит вместо букв АДП в формулу для расчета биологического возраста.

МТ (масса тела в кг). Определяется с помощью весов. Взвешиваться в легкой одежде, утром, без обуви.

Едва ли не первое, что выдает возраст или даже старит человека в глазах других, состояние кожи - цвет, тонус, морщины и т. д. Молодость кожи зависит от многих факторов: наследственность, уход, стресс, экология. Однако в последнее время врачи-косметологи, говоря о преждевременном старении, все чаще называют термин «лицо курильщика», что включает изможденные черты лица, слегка пигментированную сероватую кожу, отечную кожу с красноватым оттенком, четко выраженные морщины.

Это легко объяснимо, т.к. доказано, что количество морщин связано с числом выкуриваемых за год пачек сигарет, поскольку токсический эффект имеет свойство собираться в тканях. Так, выкуривающие более 50 пачек в год в 5 раз чаще имеют выраженные морщины, чем некурящие.

Но для СОЗ (субъективной оценки здоровья) кроме внешних признаков необходимо учесть и самооценку самочувствия конкретным человеком. СОЗ производится с помощью анкеты из 29 вопросов. Для первых 28 вопросов возможные ответы «да» или «нет». Неблагоприятными считаются ответы «да» на 1 - 25-й вопросы и ответы «нет» на 26 - 28-й вопросы. (Если вы ответили именно так, уже есть повод задуматься о своем здоровье и навеститься на полноценное медицинское обследование.)

На 29-й вопрос в анкете могут быть ответы: «хорошее», «удовлетворительное», «плохое» и «очень плохое». Неблагоприятным считается один из двух последних ответов.

После ответов на вопросы анкеты нужно подсчитать общее количество неблагоприятных ответов (оно может колебаться от 0 до 29). Число неблаго-

приятных ответов входит в формулу для определения биовозраста вместо стоящих в формуле букв СОЗ.

### Вопросы анкеты СОЗ

1. Беспокоят ли вас головные боли?
2. Можно ли сказать, что вы легко просыпаетесь от любого шума?
3. Беспокоят ли вас боли в области сердца?
4. Считаете ли вы, что в последние годы у вас ухудшился слух?
5. Считаете ли вы, что в последние годы у вас ухудшилось зрение?
6. Стараетесь ли вы пить только кипяченую воду?
7. Уступают ли вам место в общественном транспорте (воспитание народа тут ни при чем, имеется в виду, что вы выглядите так устало, измощенно или нездорово, что вас пытаются усадить)?
8. Беспокоят ли вас боли в суставах?
9. Влияет ли на ваше самочувствие перемена погоды?
10. Бывают ли у вас такие периоды, когда из-за волнений вы теряете сон?
11. Беспокоят ли вас запоры?
12. Беспокоят ли вас боли в области печени?
13. Бывают ли у вас головокружения?
14. Считаете ли вы, что сосредоточиться сейчас вам стало труднее, чем в прошлые годы?
15. Беспокоят ли вас ослабление памяти, забывчивость?
16. Ощущаете ли вы в различных частях тела жжение, покалывание, «ползание мурашек»?
17. Беспокоят ли вас шум или звон в ушах?
18. Держите ли вы для себя в домашней аптечке одно из следующих лекарств: валидол, нитроглицерин, сердечные капли?
19. Приходится ли вам отказаться от некоторых блюд?
20. Бывают ли у вас отеки на ногах?
21. Бывает ли у вас при быстрой ходьбе одышка?

22. Беспокоят ли вас боли в области поясницы?
23. Приходится ли вам употреблять в лечебных целях какую-либо минеральную воду?
24. Беспокоит ли вас неприятный вкус во рту?
25. Можно ли сказать, что вы стали легко плакать?
26. Бываете ли вы на пляже?
27. Считаете ли вы, что сейчас вы так же работоспособны, как прежде?
28. Бывают ли у вас такие периоды, когда вы чувствуете себя радостно возбужденным, счастливым?
29. Как вы оцениваете состояние своего здоровья?

Ученые полагают, что число прожитых человеком лет мало говорит о его истинном возрасте. Ведь все решает совершенно другой возраст - биологический. Его часы "тикают" в мозгу и мускулатуре, а не определяются записью в паспорте. Насколько вы молоды, можно определить с помощью нескольких упражнений.

### **Балансирование**

С крепко зажмуренными глазами - это очень важно - встаньте на правую или левую ногу. Другую ногу поднимите примерно на 10 сантиметров от пола. Ваш партнер должен засечь время, в течение которого вы сможете устоять на ноге:

- 30 секунд и более - Ваш возраст соответствует 20-летнему человеку;
- 20 секунд - 40-летнему;
- 15 секунд - 50-летнему;
- менее 10 секунд - 60-летнему и старше.

### **Быстрота реакции**

Ваш партнер держит линейку длиной 50 см на отметке "0" вертикально вниз. Ваша рука находится примерно на 10 см ниже. Как только партнер отпускает линейку, вы пытаетесь схватить ее большим и указательным пальцами.

- Если Вы схватили линейку на отметке 20 см - ваш биологический возраст

составляет 20 лет;

- на отметке 25 см - 30 лет;

- на отметке 35 см - 40 лет;

- на отметке 45 см - 60 лет.

### **Нажатие**

На 5 секунд ущипните большим и указательным пальцами кожу на тыльной стороне кисти руки. Кожа немного побелеет. Засеките, сколько времени потребуется, чтобы белое пятно на коже приобрело прежнюю окраску:

- 5 секунд - Вам около 30 лет;

- 8 секунд - около 40 лет;

- 10 секунд - около 50 лет;

- 15 секунд - около 60 лет.

### **Подвижность**

Наклонитесь вперед, согнув ноги в коленях, и попытайтесь ладонями коснуться пола.

- Если Вам удастся положить ладони полностью на пол, ваш биологический

возраст между 20 и 30 годами;

- если вы коснетесь пола только пальцами - вам около 40 лет;

- если вы дотянетесь только до коленок - вам уже за 60 лет.

## ЗАНЯТИЕ 15.

### **ТЕМА: ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИРО (ГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ГОРМОНАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ, РОСТ И РЕГЕНЕРАЦИЯ)**

Круг обсуждаемых вопросов:

1. Прослушивание и обсуждение докладов по проблемам современной БРР.
2. Общебиологические законы ИРО.
3. Генетическая регуляция ИРО.
4. Гормональная регуляция ИРО.
5. Рост.
6. Регенерация.

#### *Общебиологические законы ИРО*

**Задание 1.** Ознакомьтесь с тематическим материалом, изложенном в **Теме 9, Раздел №3 «Биология развития»** (**Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 48 - 50**). Законспектируйте в тетрадь для практических работ основные положения и биологическое значение *закона Кренке*, постулирующего принципы старения и обновления и основные положения и биологическое значение *закона Дриша*, отражающего стадийность и уровни целостности онтогенезов разных организмов.

Ответьте на вопросы:

1. Какая эволюционная проблема ИРО является самой важной?
2. Сформулируйте кратко закон онтогенетического старения и обновления. Что обеспечивает общебиологический характер процессов обновления?
3. Перечислите кратко основные положения закона Кренке. Для каких живых организмов они впервые были сформулированы?
4. Чем отличается жизнь вида от жизни индивида? Чем обеспечивается это отличие?

5. Назовите основные проявления процессов обновления и дайте им краткую характеристику.
6. Что такое неоднозначность календарного и физиологического возраста организма? Из чего складывается возраст тканей и органов многоклеточного организма?
7. Что дает возможность выявлять условия, в которых развивался организм и прогнозировать на ранних стадиях ИРО его наследственные особенности, связанные с темпами старения и обновления?
8. Как Вы понимаете системный характер процессов старения и обновления в животном организме? Чем они обусловлены? Какой закон здесь проявляется?
9. Какое понятие, раскрываемое в законе Кренке, отражает одну из важных сторон биологического существования?
10. Перечислите кратко основные положения закона Дриша.
11. Как Вы понимаете постулат Дриша «в целостности индивидуального развития проявляется органическая целесообразность»?
12. Какие факторы обеспечивают целостность онтогенеза?
13. У каких организмов целостность выражена в меньшей степени? Чем это обусловлено?
14. Что такое стадийность развития? Какие стадии индивидуального развития есть у вирусов? Одноклеточных? Растений? Животных?
15. Перечислите уровни целостности и охарактеризуйте их.

### *Генетическая регуляция ИРО*

**Задание 2.** Ознакомьтесь с тематическим материалом, изложенном в **Теме 10, Раздел №3 «Биология развития»** (**Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 50 - 56**). Законспектируйте в тетрадь для практических работ общие представления о регуляции механизмов онтогенеза и ос-

новные закономерности генетического контроля ИРО. Обязательно отразите в конспекте следующие процессы и понятия:

*для клеток -*

- пролиферация
- миграция
- сортировка
- запрограммированная гибель
- дифференцировка
- контактные взаимодействия (индукция и компетенция)
- дистантное взаимодействие

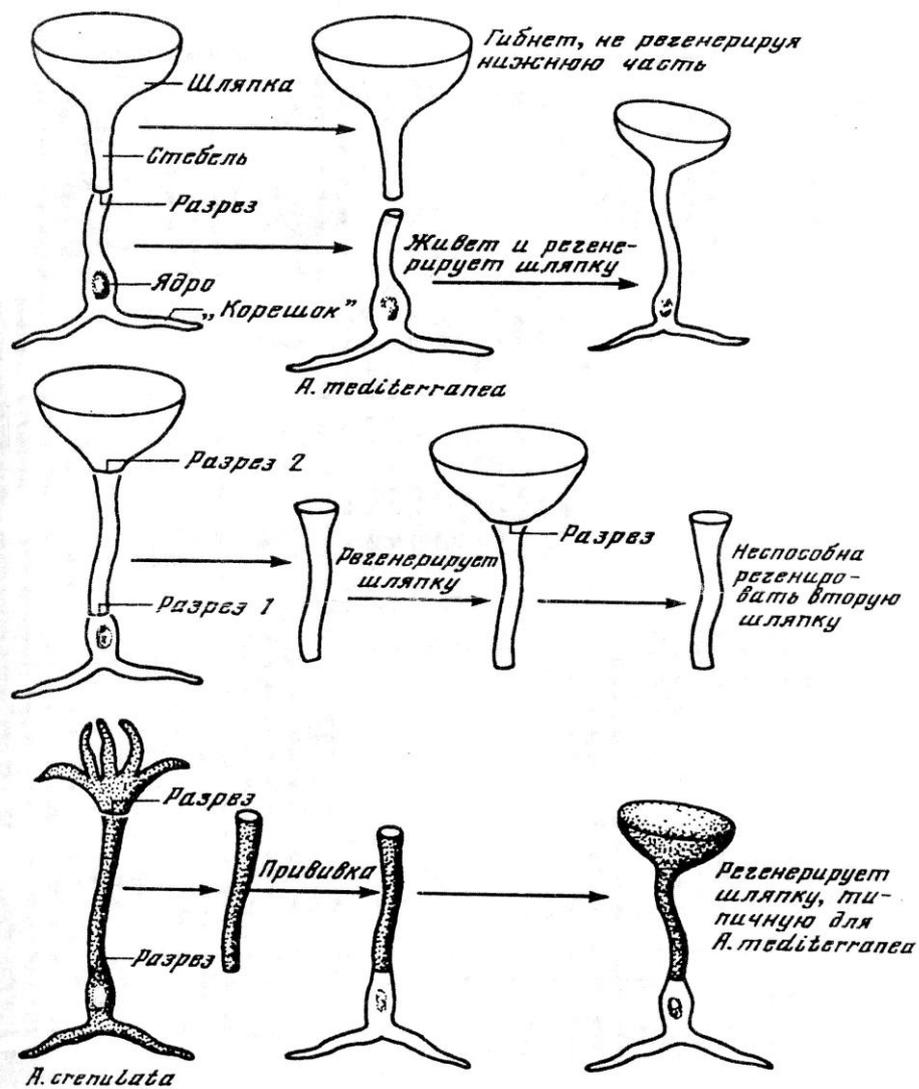
*для эмбриональной индукции -*

- первичный, вторичный и третичный эмбриональные индукторы
- каскадные взаимодействия
- переплетающийся характер индукционных событий
- гетерономная и гомономная индукция

*для генов -*

- взаимодействие генов в развитии
- организация генных систем
- три особенности функционирования генов в развитии организма.

**Задание 3.** Рассмотрите рисунок. Опишите эксперимент, доказывающий выработку ядром ацетобулярии вещества, необходимого для регенерации шляпки. Какой вывод можно сделать по результатам этого эксперимента?



### Гормональная регуляция ИРО

**Задание 4.** Ознакомьтесь с тематическим материалом, изложенном в **Теме 11, Раздел №3 «Биология развития» (Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 56 - 58)**. Законспектируйте в тетрадь для практических работ, как осуществляется гормональный контроль некоторых органогенезов и гистогенезов. Остановитесь подробно на роли гормонов в развитии репродуктивных органов.

*Рост*

**Задание 5.** Ознакомьтесь с тематическим материалом, изложенном в **Теме 12, Раздел №3 «Биология развития» (Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 58 - 60). Законспектируйте в тетрадь для практических работ, какими механизмами обеспечивается рост организмов. Обязательно отразите в конспекте следующие понятия, характеризующие разновидности роста:**

- ауксетичный
- пролиферационный
- мультипликативный
- аккреционный
- неограниченный
- ограниченный

а также

- свойство эквивинальности роста
- пубертатный скачок роста.

### *Регенерация*

**Задание 6.** Ознакомьтесь с тематическим материалом, изложенном в **Теме 13, Раздел №3 «Биология развития» (Методические указания по самостоятельной работе студентов, стр. 60 - 64). Законспектируйте в тетрадь для практических работ, уделив основное внимание следующим понятиям и механизмам:**

- физиологическая и репаративная регенерация
- регенерация на молекулярно-субклеточном уровне
- пролиферативная регенерация
- эпиморфоз
- реорганизация (морфаллаксис)
- комбинирование реституции или «соматический эмбриогенез»

- эндоморфоз (регенерационная гипертрофия)
- диффузная регенерация
- интерстициальные клетки
- сателлитные клетки
- дедифференцировка и редифференцировка клеток дефинитивных тканей
- трансдифференцировка и метаплазия при регенерации

**Задание 7.** Выполните задания и ответьте на вопросы:

1. Опишите взаимодействия структур зародыша в процессе развития.
2. Какие существуют типы роста живых организмов?
3. Что такое факторы роста и гормональный контроль роста?
4. Каково эволюционное значение гормонального контроля развития? Дайте подробный ответ.
5. Что такое эмбриональная индукция? Какова природа индуктора?
6. Расшифруйте термины:
  - 1) Эндогенность
  - 2) Необратимость
  - 3) Цикличность
  - 4) Постепенность
  - 5) Синхронность
7. Как осуществляются восстановительные процессы и их регуляция на организменном уровне?
8. Дайте характеристику репаративной и физиологической регенерации. Что такое компенсаторная гипертрофия?
9. Что такое периоды активации и торможения роста? Нарушение какого правила происходит при ускорении роста и старения?
10. Дайте понятие процессов интеграции развивающегося организма. Что такое интегрирующие системы? Каковы механизмы их действия?

## *Методическая литература для самостоятельной работы*

1. Курс лекций.
2. Гистология, эмбриология, цитология : учебник / Н. А. Бойчук [и др.] ; под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Чельшева .— 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012 .— 406 с. : ил. + 1 опт. диск (CD-ROM) .— Предм. указ.: с. 396-405.
3. Гистология, эмбриология, цитология: учебник для вузов / Под ред. Э.Г.Улумбекова, Ю.А.Чельшева - 3-е изд., - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 480 с. <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970421307.html> (доступ по паролю)
4. Гистология, эмбриология, цитология: учебник. Афанасьев Ю.И., Юрина Н.А., Котовский Е.Ф. и др. / Под ред. Ю.И. Афанасьева, Н.А. Юриной. 6-е изд., перераб. и доп. 2012. - 800 с. :ил. <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970422588.html> (доступ по паролю)
5. Кузнецов, С. Л. Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии : учебное пособие для медицинских вузов / С. Л. Кузнецов, Н. Н. Мушкамбаров, В. Л. Горячкина .— 2-е изд., доп. и перераб. — Москва : Медицинское информационное агентство, 2010 .— 375 с. : ил.
6. Гистология, цитология и эмбриология. Атлас: учебное пособие. Быков В.Л., Юшканцева С.И. 2013. - 296 с.: ил. <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970424377.html> (доступ по паролю)
7. Сыч, В.Ф. Клеточно-тканевые преобразования в эмбриональном развитии : учеб.-метод. комплекс / В. Ф. Сыч, Н. В. Келасьева, А. П. Санжапова ; Ульяновский государственный университет .— Ульяновск, 2006 .— 84 с. — (Биология индивидуального развития).
8. Биология : учебник для мед. вузов : в 2 кн. Кн. 1 / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под ред. В. Н. Ярыгина .— 8-е изд. — М. : Высш. шк., 2007 .— 431 с. : ил.
9. Атлас морфологии человека. Анатомия. Анатомия новорожденного. Эмбриология. Гистология. Гистопатология .- Multimedia (409Mb) .- М. : DiamedInfo, 2005 .- 1 опт.диск. (CD ROM)

10. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
11. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
12. ЭБС "Лань". -Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>, по паролю.- Загл. с экрана
13. Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.
14. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/> ,свободный.- Загл. с экрана.
15. Academic.ru («Академик» или «Словари и энциклопедии на Академике») — сервис для поиска по базе словарей, энциклопедий. - Режим доступа: <https://dic.academic.ru/>, свободный.- Загл. с экрана.
16. <http://www.embryology.ru/>
17. [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org)
18. <http://www.biosis.com/> - BIOSIS - Информационная база по биологии.
19. <http://www.bioexplorer.net/> - Bioexplorer.Net
20. <http://www.molbiol.ru/>
21. [http://www.examen.ru/db/examineBase/catdoc\\_id](http://www.examen.ru/db/examineBase/catdoc_id) Информация о размножении и развитии организмов.
22. <http://www.rusbiolog.ru/2007/12/15/polovoe-sozrevaniezhivotnykh.html> Половое созревание животных.
23. <http://www.rusbiolog.ru/2008/08/18/skhemy-mitoza-i-mejjoza.html> Митоз и мейоз.
24. <http://vetfak.nsau.edu.ru/new/uchebnic/histology/r3/t6.html> Гаметогенез, гастрюляция, дробление, образование осевых зачатков, внезародышевые органы позвоночных.
25. [http://hist.yma.ac.ru/mor/res\\_ed.htm](http://hist.yma.ac.ru/mor/res_ed.htm) - более 20 ссылок на интернет ресурсы и базы данных по гистологии, цитологии и эмбриологии

Учебное издание

**Составитель: Лагунова Н.Л.**

**Методические указания  
для студентов очной, очно-заочной и заочной формы обучения  
к практическим работам  
по биологии размножения и развития**

Авторское редактирование

Тульский государственный университет  
300012, г.Тула, просп. Ленина, 92  
Отпечатано в Издательстве ТулГУ  
300012, г.Тула, просп.Ленина, 95