

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

МЕДИЦИНСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра гистологии, эмбриологии, цитологии

# **ЦИТОЛОГИЯ. ЭМБРИОЛОГИЯ**

**Учебное пособие**

Допущено Министерством образования и науки  
Кыргызской Республики в качестве учебного пособия  
для студентов высших профессиональных  
учебных заведений

Бишкек 2023

УДК 616-092(075.8)

ББК 28.705

Ц 74

**Под редакцией**

*О.П. Калугиной*, канд. мед. наук, доцента

**Рецензенты:**

*З.М. Айдарбекова*, д-р мед. наук., профессор  
Кыргызской государственной медицинской академии  
им. И.К. Ахунбаева,

*И.Ж. Сатылганов*, д-р мед. наук, профессор  
Кыргызской государственной медицинской академии  
им. И.К. Ахунбаева,

*М.И. Ахметова*, канд. мед. наук, доцент КРСУ им. Б.Н. Ельцина

**Составители:**

*О.П. Калугина, Е.Г. Филипченко, Е.В. Шарова,  
Е.В. Леонтьева, Ю.В. Белина, Д.М. Кузьмин*

Рекомендовано к изданию Ученым советом  
ГОУВПО КРСУ им. Б.Н. Ельцина

Ц 74 ЦИТОЛОГИЯ. ЭМБРИОЛОГИЯ: учебное пособие /  
О.П. Калугина, Е.Г. Филипченко, Е.В. Шарова [и др.]. – Бишкек:  
Изд-во КРСУ, 2023. – 126 с.

ISBN 978-9967-19-915-6

Учебное пособие «Цитология. Эмбриология» составлено с учётом современного образовательного стандарта и учебной программы по дисциплине «Гистология» для медицинских вузов. Содержит основные положения, тематики, информационные и дидактические материалы, необходимые для успешного освоения курса эмбриологии и цитологии.

Содержание лекций соответствует квалификационным характеристикам выпускников медицинского вуза.

Материал предназначен для студентов медицинских вузов специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия» и «Стоматология» с целью организации и повышения эффективности самостоятельной работы при подготовке к занятиям.

УДК 616-092(075.8)

ББК 28.705

ISBN 978-9967-19-915-6

© ГОУВПО КРСУ, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	4
Введение .....	5
Этапы приготовления гистологического препарата .....	7
Цитология. Цитоплазма клетки .....	20
Ядро клетки .....	34
Клеточный цикл .....	36
Способы деления клеток .....	38
Эндоцитоз и экзоцитоз .....	43
Эндорепродукция. Гибель клетки .....	45
Контрольные вопросы по цитологии .....	47
Ситуационные задачи по цитологии .....	48
Тестовые задания по цитологии .....	50
Эмбриология .....	64
Оплодотворение .....	72
Дробление .....	75
Гастрюляция .....	81
Эмбриогенез птиц .....	85
Эмбриональное развитие человека .....	89
Плацента .....	99
Контрольные вопросы по эмбриологии .....	104
Ситуационные задачи по эмбриологии .....	105
Тестовые задания по эмбриологии .....	113
Литература .....	125

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «Цитология. Эмбриология» содержит основную информацию, необходимую преподавателям, студентам, ординаторам и аспирантам для самостоятельного изучения цитологии и эмбриологии на практических занятиях. Оно является частью курса лекций, предлагаемых обучающимся на кафедре гистологии, эмбриологии, цитологии медфакультета ГОУВПО Кыргызско-Российского Славянского университета имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина. Работа обобщает многолетний интересный опыт сотрудников кафедры, тем более что методические подходы здесь не отличаются от принятых в других медицинских вузах Кыргызской Республики.

В предлагаемом пособии весь теоретический материал разбит на темы, приведённые в сжатой форме. Для облегчения понимания темы иллюстрированы (в том числе использованы и авторские рисунки).

Составители выражают благодарность ведущему специалисту кафедры гистологии, эмбриологии, цитологии М.М. Якубовой за оказание технической помощи. И надеются, что пособие сослужит обучающимся и молодым преподавателям добрую службу, и их труд будет не напрасным.

*О.П. Калугина*

## ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестно, что в задачи общей гистологии входят изучение строения, развития, функционирования и происхождения тканей. Частная гистология – это учение о микроскопическом и ультрамикроскопическом строении органов. Следует отметить, что вышеуказанное деление гистологии на разделы искусственно, поскольку клетки формируют ткани, ткани входят в состав органов, а органы формируют организм. Следовательно, клетки, ткани и органы – части целого организма. Целостностью обладает только организм в его единстве с внешней средой, а клетки, ткани и органы имеют подчиненное значение. С делением гистологии на разделы приходится мириться, – это необходимо, в первую очередь, для удобства изложения материала. Кроме того, каждый из разделов призван решать определенный круг проблем. А прежде чем приступить к изучению гистологии, нужно познакомиться с цитологией – наукой о клетке, элементарной единице строения, функционирования и происхождения живой материи.

Современная цитология изучает строение клеток, их функционирование как элементарных живых систем, исследует функции отдельных клеточных компонентов, процессы воспроизведения клеток, их приспособления к условиям среды и многие другие процессы, позволяющие судить об общих для всех клеток свойствах и функциях. Она разъясняет особенности специализированных клеток, этапы становления их особых функций и развития специфических клеточных структур. За последние полвека цитология из описательно-морфологической превратилась в экспериментальную науку, ставящую перед собой задачи изучения физиологии клетки, ее основных жизненных функций и свойств, ее биологии. Иными словами, это физиология клетки.

Всё живое на земле имеет клеточное строение, и ценность цитологии ещё и в том, что она изучает клетки во всём их многообразии, сотрудничая с биологией и ботаникой, с анатомией и физиологией, с биохимией и биофизикой, с генетикой и молекулярной биологией, с гистологией – постигая строение

клеток отдельных тканей, с эмбриологией – при изучении строения половых клеток. Данные цитологических исследований широко используются в медицине.

С учётом современных требований преподавания дисциплины «Гистология, эмбриология, цитология», важными вопросами раздела «Эмбриология» являются строение половых клеток – гамет, оплодотворение, эмбриональное развитие птиц и высших млекопитающих, а также особенности эмбриогенеза человека. Эти сведения изложены в настоящем пособии.

Прежде чем приступить к изучению развития человека как представителя амниот, необходимо усвоить следующие основные понятия эмбриологии: стадии эмбриогенеза (оплодотворение, дробление, гастрюляция, нейруляция, органогенез), строение яйцеклеток различных животных в зависимости от количества и распределения желтка, дробление (связь характера дробления с особенностями строения яйцеклеток), гастрюляция (способы гастрюляции), зародышевые диски и их производные. Как элемент сравнительной эмбриологии необходимо изучить развитие ланцетника, земноводных, птиц и человека, а также уделить внимание строению плаценты и оценке критических периодов в онтогенезе. Без знания этих основ невозможно понимание патологических процессов, происходящих в развивающемся и растущем организме. В этом отношении велико значение эмбриологии в акушерстве и педиатрии.

Таким образом, изучение цитологии и эмбриологии занимает существенное место в преподавании в медицинском вузе. Постижение этих наук служит базисом для последующего обучения в медицинских вузах патологической физиологии, патологической анатомии и всех клинических дисциплин.

## ЭТАПЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГИСТОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА

В человеческом теле существуют много различных по форме и типу клеток. Их всегда можно отличить, особенно здоровые от больных. Этим и занимается цитология. Специалисты патологической гистологии исследуют подозрительные клетки ткани. Они рассматривают, анализируют и оценивают клетки ткани с помощью обычного (рисунок 1) и электронного микроскопа. Уже через несколько часов гистолог может сказать, здоровы клетки ткани или нет.

Основным объектом исследования является фиксированный и окрашенный срез ткани или органа, то есть гистологический препарат, приготовление которого складывается из нескольких основных этапов:

1. Взятие исследуемого материала.
2. Фиксирование.
3. Уплотнение материала.
4. Приготовление срезов.
5. Окрашивание срезов.
6. Заключение срезов в бальзам.



Рисунок 1 – Световой микроскоп

## Техника изготовления гистологических препаратов

Гистология, как любая наука, имеет свои объекты и методы их изучения. Непосредственными объектами изучения являются клетки, фрагменты тканей и органов, особым способом приготовленные для изучения их под микроскопом (рисунок 2).



Рисунок 2 – Техника изготовления гистологических препаратов

**1 этап. Взятие исследуемого материала.** Материалом для гистологического исследования может служить любой кусочек органа, взятый от животных или трупов умерших людей. В некоторых случаях у людей прижизненно иссекают кусочки органов (биопсии) или берут мазки крови и костного мозга. Чтобы не повредить структуру органа, кусочки размером 5x10 мм иссекают глазными ножницами и помещают в фиксирующие жидкости.

**2 этап. Фиксирование.** Фиксация предотвращает процессы разложения и тем самым способствует сохранению целостности структур. Термин «фиксация» означает прочный, неизменный, крепкий или закрепление, сохранение того строения органа, какое он имел при жизни.

Действие фиксаторов основано на быстром свертывании (коагуляции) белков, входящих в состав живой цитоплазмы и предохранении их от дальнейших изменений, вследствие чего процессы жизнедеятельности прекращаются, а структуры органа становятся мертвыми, фиксированными.

Все фиксирующие жидкости делятся на простые и сложные в зависимости от того, сколько действующих компонентов входит в состав. К **простым фиксаторам** относятся формалин, этиловый спирт, сулема, ацетон.

- *Формалин (формол)* представляет собой 35–40%-й раствор формальдегида; это жидкость с характерным резким запахом, которая является хорошим фиксирующим средством. Кусочки органов могут годами сохраняться в 10%-м растворе формалина, в основном не теряя способности окрашиваться в процессе дальнейшей обработки. Формалин хорошо проникает в ткани, и фиксация кусочков размером 0,5–1 см происходит в течение 24–48 часов.
- *Этиловый спирт* применяются для фиксации тканей органов как абсолютный (100 %) спирт, так и 96-градусный спирт. Вследствие выраженного коагулирующего действия он менее деформирует клеточные элементы, но обладает меньшей проникающей способностью, чем формалин.
- *Сулема* – хорошее фиксирующее средство. Применяют насыщенные растворы из расчета 10 граммов сулемы на 100 граммов дистиллированной воды. Фиксация длится 6–12 часов. При пользовании нужно помнить, что она является сильным ядом и портит металлические инструменты.
- *Ацетон* – быстро проникает в ткани. Фиксация кусочков толщиной 2–3 мм требует около 2–3 часов.

К **сложным фиксаторам** относятся:

- *Жидкость Карнуа* – состоит из шести частей абсолютного спирта, трех частей хлороформа и одной части холодной уксусной кислоты. Кусочки толщиной от 2–4 мм фиксируются в течение 3–4 часов, после чего их переносят в 70- и 96-градусный спирт и подвергают заливке в парафин.

Состав жидкости: спирт абсолютный – 60 мл, хлороформ – 30 мл, уксусная ледяная кислота – 10 мл.

Очень хороший фиксатор. Имеет особые показания в тех случаях, когда надо спешить с исследованием. Кусочки, толщиной от 2 до 4 мм, фиксируют в ней от 2 до 3–4 часов. Нельзя задерживать объекты в этой жидкости дольше, чем это необходимо для их полной фиксации. Затем их переносят в 96-градусный спирт и заливают.

- *Жидкость Буэна* – представляет собой смесь насыщенного водного раствора пикриновой кислоты, формалина и ледяной уксусной кислоты в соотношении 15:5:1.

Работая с растворами формалина нужно соблюдать осторожность, так как его пары вызывают раздражение слизистых оболочек глаз, носа, гортани и трахеи.

**3 этап. Уплотнение материала.** Цель уплотнения – приготовить срез. Уплотнение достигается заливкой в парафин, целлоидин, замораживанием в жидком азоте.

*Заливка:* помещают образцы в смесь ксилол-парафин и затем в жидкий парафин на 1–2 часа при 52–56 °С. Дают парафину, остывая, затвердеть; вырезают из него блок с заключённым образцом и закрепляют на деревянном кубике. Также используют заливку в смолы, желатин и замораживание.

После окончательного пропитывания объекта его заливают расплавленным парафином, специально приготовленным для этих целей и хранящимся в термостате (рисунок 3).



Рисунок 3 – Заливка препаратов

В качестве формочек для заливки используют разнообразные приспособления. Например, Г-образные гладкие угольники, которые изготавливают из металла (латунь, свинец, сталь). Рекомендуется применять угольники, длинная сторона которых равна 8–10 см, короткая – 3 см, высота – 1,5–2 см.

Угольники кладут на отполированную металлическую или стеклянную пластину и, сдвигая углы, создают формочку нужных размеров (рисунок 4).

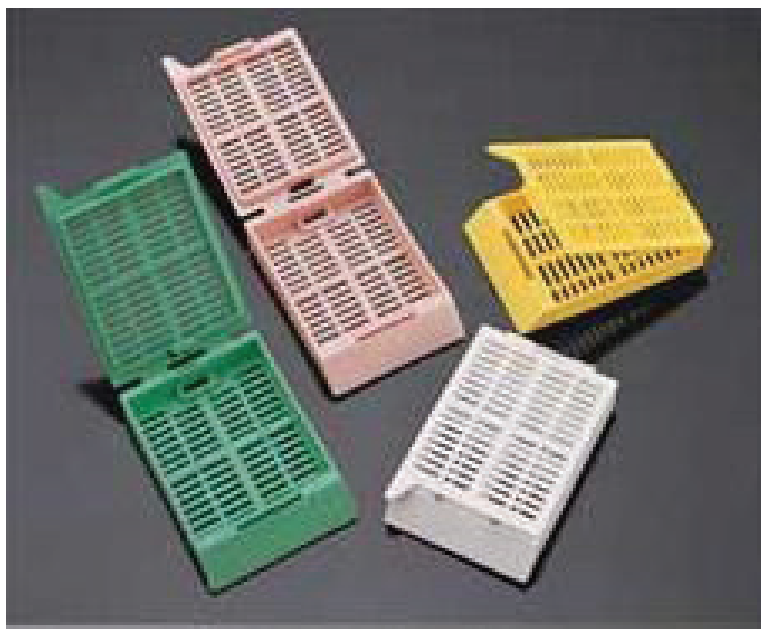


Рисунок 4 – Кассеты, формы заливочные

**4 этап. Приготовление срезов.** Срезы готовят на санном микротоме толщиной 5–30 мкм (рисунок 5). Их помещают в воду для выпрямления, потом для депарафинирования – в ксилол I, ксилол II, там парафин растворяется. Затем проводят по спиртам нисходящей концентрации: 100°, 96°, 90°, 80°, 70°, 50°, и до воды. Везде необходимо держать кусочки по 5 минут. Этим достигается депарафинирование – удаление парафина.



Рисунок 5 – Приготовление препаратов

### 5 этап. Окрашивание срезов.

Классификация красителей:

- Первая группа: основные – гематоксилин, азул, метиловый синий, метиловый зеленый, толуидиновый синий.
- Вторая группа: кислые – эозин, кислый фуксин.
- Третья группа: нейтральные красители – краска Романовского-Гимзы (окраска мазка крови).
- Четвертая группа: интерферентные красители – судан III, IV (окраска на жиры).

Наиболее часто в обычной патологоанатомической практике применяются окраски срезов гематоксилином и эозином, по Ван-Гизон, Перлсу, Суданом III и др. (рисунок 6).



Рисунок 6 – Красители

*Окраска гематоксилин-эозином.* Окрашивают срезы в маленьких чашках Петри или на стеклах. Этот метод применяется для окраски срезов, приготовленных любым способом. При этом ядра клеток приобретают фиолетово-синий или густо-синий цвет, а цитоплазма и волокнистое вещество – светло-синий или розово-красный. Жиры и липоиды не окрашиваются. Эритроциты млекопитающих, поскольку они ядер не содержат, окрашиваются только эозином.

*Окраска по Ван-Гизон.* В срезах, окрашенных по Ван-Гизон, соединительная ткань красится в ярко-красный, остальные ткани – в желтый или серовато-желтый цвет. Ядра окрашиваются в черный или тёмно-фиолетовый цвет.

Окраску производят следующим образом. Срезы интенсивно окрашивают гематоксилином (лучше гематоксилин Вейгерта) и споласкивают в воде. Сразу переносят в пикрофуксин на 3–5 минут (смесь насыщенного водного раствора пикриновой кислоты – 150 и насыщенного водного раствора кислого фуксина – 3–5). Быстро промывают в воде (вода извлекает из среза фуксин). Обезвоживают 95-градусным спиртом 1–2 минуты. Просветляют в карбол-кислоте и заключают в пихтовый бальзам, как при окраске гематоксилин-эозином.

*Окраска Суданом III.* Судан III – растворимый в спирте, ацетоне и жирах, не растворимый в воде. Окраску Суданом III производят для определения в срезах жиров и липидов.

Техника окраски следующая. Замороженные срезы переносят из воды на 0,5–1 минуты в 50-градусный спирт. Срезы помещают в свежефильтрованный раствор Судана на 10–20 минут. Споласкивают 50-градусным спиртом в течение 0,5–1 минуты. Тщательно промывают водой в течение 10–15 минут. Срезы подкрашивают квасцовым гематоксилином Эрлиха или Бемера. Промывают водой в течение 3–5 минут. Перекрашенные в гематоксилине срезы дифференцируют в 1 %-ном водном растворе соляной кислоты, споласкивают сначала подщелоченной водой, затем чистой водой. Заключают в глицерин или глицерин-желатин. Накрывают покровным стеклом.

**6 этап. Заключение** окрашенных срезов в просветляющие среды, близкие по показателю преломления стеклу: канадский и пихтовый бальзам, глицерин, желатин.

### **Контроль качества**

Гистологический препарат любой формы должен отвечать ряду требований.

#### ***Сохранять прижизненное состояние структур:***

- быть достаточно тонким и прозрачным для изучения его под микроскопом в проходящем свете;
- быть контрастным, то есть изучаемые структуры должны под микроскопом четко определяться;
- препараты для световой микроскопии должны долго сохраняться и использоваться для повторного изучения.

Эти требования достигаются при качественном приготовлении препарата. Основным методом исследования биологических объектов, используемым в гистологии, является микроскопирование (то есть изучение препаратов под микроскопом).

#### ***Возможные погрешности***

Чтобы получить хорошие гистологические срезы, необходимо уметь своевременно распознать и устранить причину, ухудшающую качество среза.

- *Срез крошится.*

Причины: Твердый парафин, низкая температура окружающей среды, медленное охлаждение парафина при заливке, большой угол наклона ножа.

Устранение: залить материал в более мягкий парафин, после предварительного растапливания блока в термостате дышать на поверхность блока (согревание) перед каждым движением ножа или приспособить электрическую плиту рядом с микротомом, изменить угол наклона ножа.

- *Залитый материал в процессе резки выпадает из окружающей массы парафина.*

Причины: при переносе кусочка в формочку для заливки произошло его охлаждение, заливка произведена охлажденным парафином, недостаточное удаление спирта перед пропитыванием.

Устранение: необходимо блок растопить в термостате и залить заново, строго соблюдая правила заливки. После предварительного растапливания материал переносят в промежуточные срезы (для удаления спирта), затем вновь пропитывают и заливают (рисунок 7).



Рисунок 7 – Залитый материал в парафине

- *Плоскость среза неровная, материал плохо режется или совсем не режется, нож подскакивает над поверхностью блока.*

Причина: переутомление материала при проводке и фиксации.

Устранение: Невозможно. Можно лишь несколько размягчить материал, если на поверхность резания перед каждым движением ножа наносить слой горячего парафина кисточкой (дав ему затем остыть) или дышать на поверхность блока.

- *Срезы закручиваются, прилипают к поверхности ножа, мнутся.*

Причины: малый угол наклона ножа, мягкий парафин, высокая температура окружающей среды.

Устранение: изменить угол наклона, залить материал в более твердый парафин и охладить блок путем помещения перед резкой в холодильник (можно также положить на поверхность среза кусочек льда). Приклеивание, сморщивание или разрыв срезов, особенно при резке органов, богатых костной, хрящевой или плотной соединительной тканями, могут быть следствием их электризации. Помещать на лезвие (в месте прохождения среза) каплю воды, дышать на лезвие и блок, натирать участок лезвия и прилегающую часть ножа куском твердого парафина.

- *Срезы разрываются или покрыты бороздами.*

Причины: зазубрины на лезвии ножа, грязный парафин (плотные соринки царапают срез и портят лезвие), материал плохо декальцинирован.

Устранение: точка и правка ножа или перемещение в ножедержателе (рисунок 8), перезаливка в чистый парафин.



Рисунок 8 – Санний микротом

## Приготовление серий парафиновых срезов

При серийном исследовании материала, залитого в парафин, удобнее всего пользоваться лентами из срезов. Однако добиваться получения таких лент не всегда легко. Для достижения хороших результатов необходимо соблюдать следующие основные условия:

- парафин должен быть хорошего качества с температурой плавления 48–52 °С, достаточно пластичным, а заключение материала в него безукоризненным. Невозможно получить ленты при слишком плотных и больших объектах;
- нож должен быть хорошо заточен и установлен поперечно;
- парафиновому блоку придают строго прямоугольную форму, длинник его устанавливают параллельно длиннику микротомы. Одновременно следят за тем, чтобы узкая сторона блока, обращенная к лезвию ножа, была тоже параллельна последнему. Режущий край ножа, будучи подведен к блоку, должен прилегать ко всей его стороне;
- желательная толщина срезов 7–8 мкм. Слишком тонкие и толстые срезы малопригодны. Резку ведут толчкообразными движениями ножа;
- в лабораторном помещении желательна температура около 18–22 °С. При более низкой температуре необходимо поставить около микротомы (вблизи блока) включенную электроплиту. Наоборот, при слишком высокой температуре парафин становится мягким, срезы легко мнутся, в таком случае блок охлаждают льдом;
- в процессе резания срезы накапливаются на верхней поверхности ножа, по мере накопления их отодвигают по ножу кверху, свешивая, если нужно. По получении лент нужной длины их осторожно снимают, пользуясь препаровальной иглой и кисточкой, и опускают в воду. Затем срезы забирают и наклеивают на стекла;
- надписи на предметных стеклах делают ручкой с пером черной тушью.



Рисунок 9 – Парафиновые среды

### Депарафинирование

Перед тем как приступить к окрашиванию срезов, их, как правило, подвергают специальной предварительной обработке. Парафиновые срезы требуют наиболее сложной подготовки. Так как парафин (рисунок 9) не обладает достаточной прозрачностью и затрудняет процесс окрашивания (гистологические красители – это водные или спиртовые растворы, плохо проникающие в парафинированные ткани), его необходимо удалить из среза. Для этого срез подвергают депарафинированию – процессу, обратному тому, который осуществляют при подготовке объекта к заливке в парафин, т. е. срезы последовательно проводят через растворитель парафина, спирты нисходящей концентрации и помещают в воду. Практически это осуществляют так: этикетируют высокие стаканчики, наливают в них соответствующие растворы и устанавливают в определенной последовательности, обеспечивающей проведение манипуляций по следующей схеме:

Окраска гистологических срезов гематоксилин – эозином.

1. Ксилол I, ксилол II, спирт 96°, спирт 90°, спирт 80°, спирт 70°, спирт 50°, вода (везде держать по 5 минут) – депарафинирование.

2. Гематоксилин – 2–5 минут.

3. Вода водопроводная – 5 минут, затем дистиллированная вода – 5 минут.

4. Эозин – 1–3 минуты.

5. Спирт-96° – 1–2 минуты.

6. Спирт-100° – 1–2 минуты.

7. Карбол – ксилол – 5 минут.

8. Ксилол I – 5 минут.

9. Ксилол II – 5 минут.

10. Заключение в бальзам – капают на срез канадский бальзам и накладывают покровное стекло.

Таким образом, благодаря контролю качества мы можем узнать, насколько качественно были выполнены гистологические срезы. Так как в дальнейшем при выдаче результатов врачом-патологоанатомом будет зависеть дальнейшее лечение больного.

Из всего этого следует, что особое место занимает контроль качества среза, так как он важен для гистологического исследования и позволяет уточнить диагноз.

## **ЦИТОЛОГИЯ. ЦИТОПЛАЗМА КЛЕТКИ**

**Гистология** – наука о строении, развитии и жизнедеятельности тканей животных организмов.

Курс гистологии включает в себя:

1. Цитологию – учение о клетке.
2. Эмбриологию – учение о зародыше.
3. Общую гистологию – учение о тканях.
4. Частную гистологию – учение об органах и системах организма.

Основной метод исследования гистологии – метод микропирования клеток, тканей и органов.

**Цитология – учение о клетке. Клетка – наименьшая единица живого организма.**

*Свойства живого организма:*

1. Обмен веществ, энергии и информации.
2. Раздражимость – способность организма реагировать на воздействие раздражителей.
3. Самовоспроизведение – способность живого организма, ткани, клетки или клеточного органоида к образованию себе подобного.
4. Саморегуляция – способность сохранять структуру.
5. Специфичность (гемоглобин присутствует только в живом организме).
6. Память – способность запоминать, фиксировать и воспроизводить информацию.
7. Движение.
8. Изменчивость – способность изменять свои признаки и свойства и передавать их следующему поколению.

**Клеточная теория** – это обобщённое представление о строении клеток как единиц живого, о их воспроизведении и роли в формировании многоклеточных организмов (Т. Шванн, 1838 г.).

*Основные положения клеточной теории:*

1. Клетка – наименьшая единица живого.
2. Сходство клеток разных организмов по строению.
3. Размножение клеток путём деления исходной клетки.
4. Клетки как части целостного организма.

**Клетка** – это живая система, состоящая из цитоплазмы и ядра, и являющаяся основой развития и жизнедеятельности всех животных организмов. Есть безъядерные клетки, которые лишились ядра в процессе развития (эритроциты).

У животных кроме отдельных клеток встречаются симпласты и синцитии.

**Симпласты** – крупные образования со множеством ядер в цитоплазме (скелетные мышечные волокна).

**Синцитий** – клетки, связанные друг с другом с помощью цитоплазматических мостиков.

**Цитоплазма** клетки включает:

1. *Цитолемму* (плазмолемму, клеточную оболочку).
2. *Гиалоплазму* – матрикс цитоплазмы (коллоидный раствор: белки, полисахариды, липиды, аминокислоты).
3. *Органоиды* – постоянные компоненты клетки, выполняющие определенные функции.
4. *Включения* – непостоянные компоненты цитоплазмы, зависящие от метаболического состояния клетки.

Включения различают:

- трофические (запасы питательных веществ – белковые, жировые, углеводные);
- секреторные – продукты клеток желез внутренней и внешней секреции (секрет);
- экскреторные – продукты обмена веществ;
- пигментные – красящие вещества (гемоглобин, гемосидерин, меланин, липофусцин).

*Цитолемма (плазмолемма)* – биомембрана, поверхностная периферическая структура, толщиной 6–10 нм, имеет жидкостно-мозаичную модель строения. Основными компонентами клеточных мембран являются белки (60 %), липиды (40 %), углеводы (5–10 %). Углеводы покрывают мембрану снаружи в виде длинных ветвящихся цепочек полисахаридов, связанных с белками (гликопротеиды) и липидами (гликолипиды), образуя гликокаликс.

Цитолемма состоит из двойного слоя липидов, который пронизывают молекулы белков. Липиды мембран состоят из двух частей: а) гидрофильные «головки» направлены к поверхности

мембраны; б) гидрофобные «хвосты» направлены внутрь мембраны (рисунок 10).

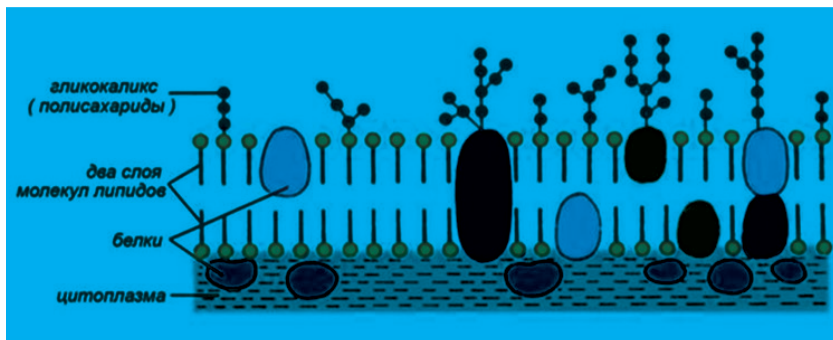


Рисунок 10 – Строение мембраны

Белки в мембране различают:

- 1) периферические (примембранные);
- 2) интегральные (через два слоя липидов);
- 3) полуинтегральные (через один слой липидов).

*Функции плазмолеммы:*

- 1) транспортная – активный и пассивный транспорт веществ, эндоцитоз – поступление веществ в клетку: фагоцитоз, пиноцитоз, экзоцитоз – выведение веществ из клетки;
- 2) рецепторная – рецепторы;
- 3) барьерная, защитная – барьер между внешней средой и внутренней;
- 4) межклеточное взаимодействие – образование межклеточных контактов.

*Виды межклеточных контактов (рисунок 11):*

- 1) простой контакт – сближение плазмолеммы соседних клеток на расстоянии 15–20 нм;
- 2) щелевой контакт (нексус) – 2–3 нм;
- 3) плотный контакт – слияние плазмолемм;
- 4) по типу «замка»;
- 5) десмосома;
- 6) синаптический контакт (рисунок 12).



Рисунок 11 – Типы межклеточных контактов.

**Синапс**- это специфические контакты нейронов, обеспечивающие передачу возбуждения от одной нервной клетки к другой.

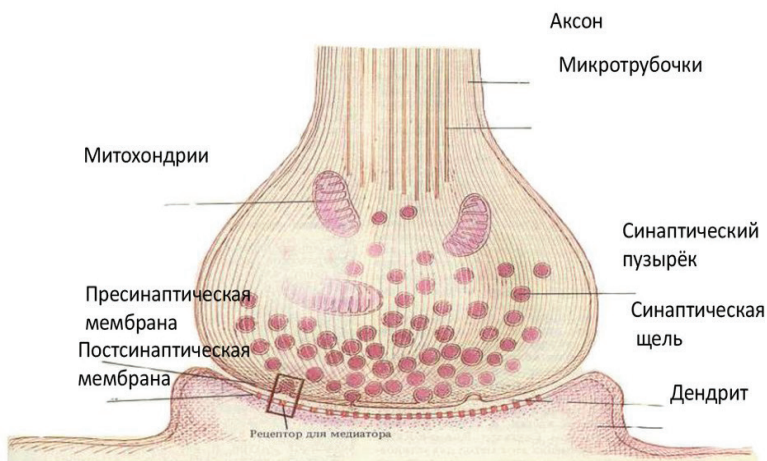


Рисунок 12 – Синаптический контакт

## Органоиды цитоплазмы:

**Общие (обязательные, во всех клетках):**

- Мембранные:

- Эндоплазматическая сеть (ЭПС);
- Комплекс Гольджи;
- Лизосомы; Пероксисомы;
- Митохондрии.

- Немембранные:

- Рибосомы; Центросомы (центриоли);
- Микротрубочки.

**Специальные (необязательные):**

- Тонифибриллы;
- Миофибриллы;
- Нейрофибриллы;
- Синаптические пузырьки;
- Микроворсинки;
- Реснички;
- Жгутики.

## Общие (обязательные) органоиды, немембранные

**Рибосомы** – сложные рибонуклеопротеиды, состоят из РНК (60 %) и белка (40 %).

Различают свободные (в цитоплазме) и фиксированные рибосомы (на гРЭПС). Свободные рибосомы образуют полирибосомы в виде цепочек, колечек. Состоит рибосома из большой и малой субъединиц (рисунок 13). Функция: синтез белка.

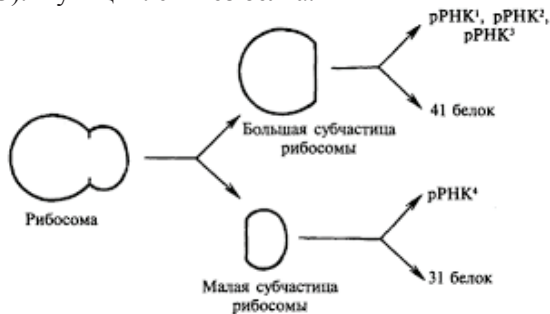


Рисунок 13 – Строение рибосом

**Центросома** – состоит из двух центриолей: материнской и дочерней, расположенных под прямым углом по отношению друг к другу (рисунок 14). Основой строения центриолей являются расположенные по окружности девять триплетов микротрубочек, образующих полый цилиндр. Формула центриолей –  $(9 \times 3) + 0$ . Микротрубочек в центральной части нет. Функция: формирование веретена деления.

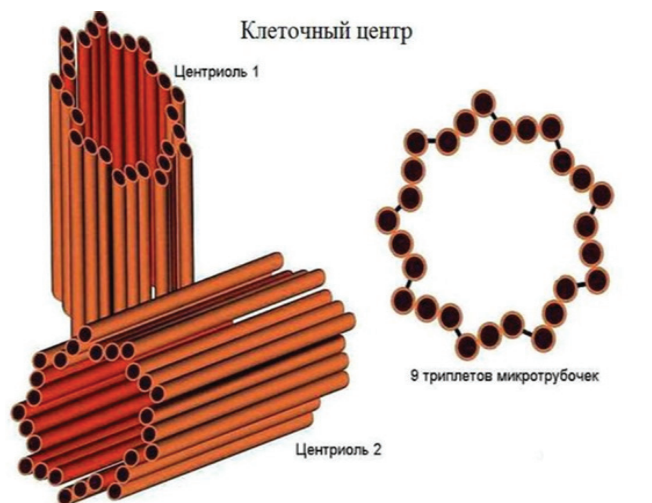


Рисунок 14 – Строение центросомы

**Микротрубочки** – это белковые структуры, не имеющие мембранного строения. Представляют собой прямые, длинные полые цилиндры. Стенка микротрубочек построена из 13 субъединиц белка *тубулина* (рисунок 15). В живых тканях микротрубочки принимают участие в создании:

- цитоскелета, необходимого для поддержания формы клеток;
- центриолей – клеточного центра;
- веретена деления;
- ресничек;
- жгутиков.

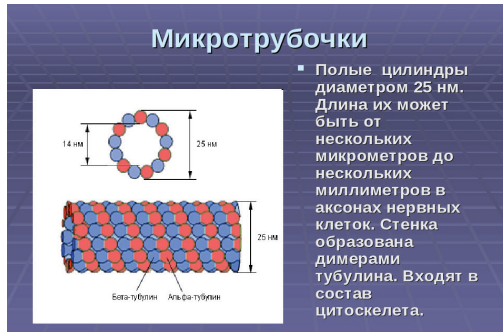


Рисунок 15 – Строение микротрубочек

## Общие (обязательные) органоиды мембранного строения

**Эндоплазматическая сеть (ЭПС)** – замкнутая структура, создающая сеть (ретикулум) мембран внутри цитоплазмы, связанная с цитолеммой и кариолеммой. Различают два типа ЭПС: гранулярную и гладкую.

*Гладкая ЭПС представлена:*

- цилиндрами;
- цистернами;
- канальцами;
- транспортными пузырьками.

Функции гладкой ЭПС: синтез, депо, транспорт липидов и углеводов.

*Гранулярная ЭПС представлена:*

- цилиндрами;
- цистернами с рибосомами;
- канальцами;
- транспортными пузырьками.

Рибосомы, связанные с мембранами грЭПС, участвуют в синтезе белков, выводимых из клетки и идущих на нужды организма. ГрЭПС, в которой цилиндры и цистерны расположены параллельно друг другу, называется **эргастоплазма** (рисунок 16). Она характерна для клеток, активно синтезирующих секреторные белки. Функции: синтез, депо и транспорт белков.



Рисунок 16 – Схема строения гладкой и гранулярной ЭПС

**Комплекс Гольджи** (аппарат Гольджи, пластинчатый комплекс, сетчатый комплекс). Представлен:

- диктиосомой – сплюсненным цилиндром;
- везикулами.
- вакуолями.

Участвует в синтезе полисахаридов, их комплексировании с белками, процессах выведения готовых секретов за пределы клетки. Вакуоли пластинчатого комплекса дают начало лизосомам (рисунок 17).

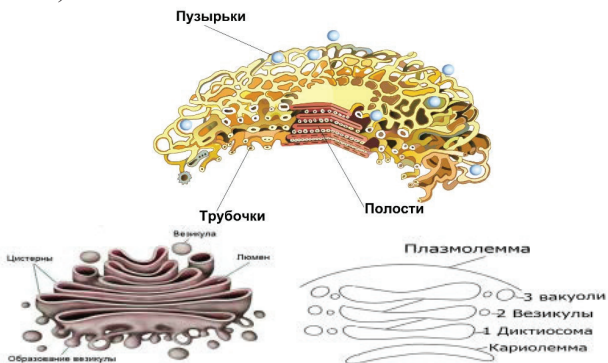


Рисунок 17 – Строение комплекса Гольджи

**Лизосомы.** Различают 4 типа лизосом:

- первичные;
- вторичные;
- телолизосомы (остаточные тельца);
- аутолизосомы.

Первичные лизосомы представляют собой мелкие мембранные пузырьки, заполненные 40 ферментами. Основной фермент – *кислая фосфатаза*. Участвуют во внутриклеточном пищеварении.

Вторичные лизосомы образуются от слияния первичных лизосом с фагоцитарными или пиноцитозными вакуолями. Вещества, попавшие в эту вакуоль, расщепляются до мономеров.

Телолизосомы – остаточные тельца, содержат нерасщеплённые вещества, которые затем выводятся из клетки.

Аутолизосомы выполняют роль внутриклеточных чистильщиков, уничтожая повреждённые, разрушенные органоиды (рисунок 18).

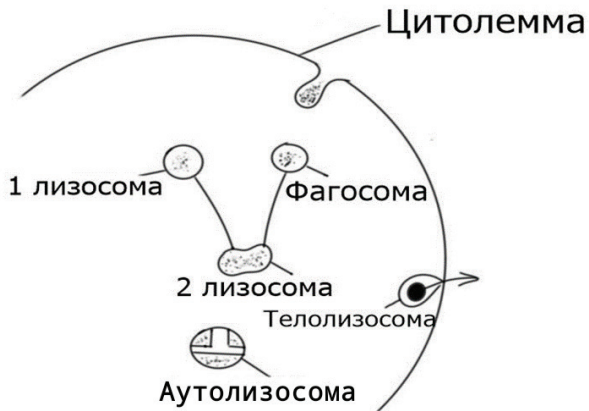


Рисунок 18 – Формирование разных видов лизосом

**Митохондрии** – оргanelлы синтеза АТФ. Ограничены двумя мембранами: внешней и внутренней. Внешняя мембрана ровная, а внутренняя образует многочисленные впячивания – кристы. Собственно внутреннее содержимое митохондрии – матрикс, в котором обнаруживают мелкие гранулы – митохондриальные

рибосомы. Эти рибосомы участвуют в синтезе митохондриальных белков (рисунок 19).

**Митохондрия** – это самовоспроизводящаяся структура, имеющая собственную ДНК, рибосомную белоксинтезирующую систему. Количество крист зависит от интенсивности окислительно-восстановительных процессов в тканях. Митохондрия – энергетическая станция клетки, обеспечивающая окисление АДФ в АТФ.

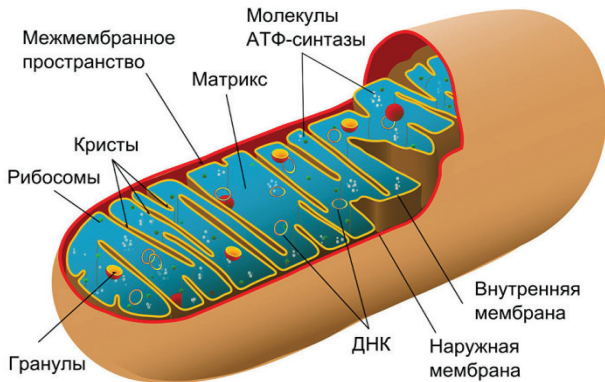


Рисунок 19 – Схема строения митохондрии:

## Специальные органоиды

**Реснички** – это органоиды движения. Представляют собой цилиндрические выросты цитоплазмы. Внутри выроста расположена аксонема, а у основания – базальные тельца, которые по строению сходны с центриолью. Базальные тельца состоят из девяти триплетов микротрубочек по периферии  $(9 \times 3) + 0$ . Они расположены в основании реснички под прямым углом друг к другу. Аксонема в своём составе имеет 9 дуплетов микротрубочек по периферии и две в центре –  $(9 \times 2) + 2$ .

Движение ресничек может быть волнообразным, маятникообразным. Реснички располагаются на апикальном полюсе клетки (рисунок 20). Встречаются в эпителии воздухоносных путей.

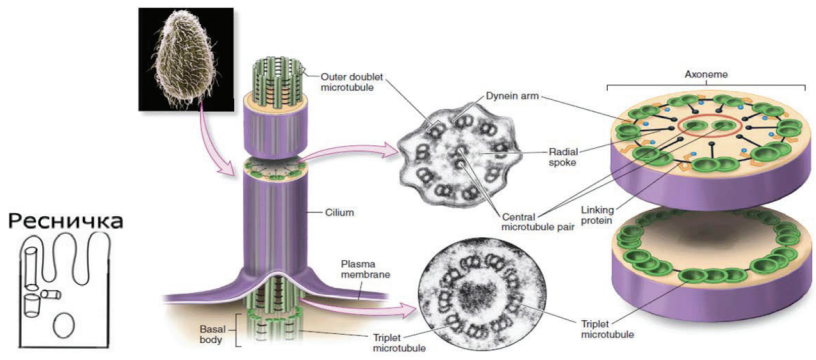


Рисунок 20 – Строение ресничек

**Жгутик** – органоид движения, который встречается в сперматозоиде. Жгутик обнаруживается в хвостике сперматозоида и состоит из девяти дуплетов микротрубочек по периферии и одной пары центральных микротрубочек –  $(9 \times 2) + 2$  (рисунок 21). Благодаря жгутику сперматозоиды передвигаются со скоростью 1–5 мм в минуту.

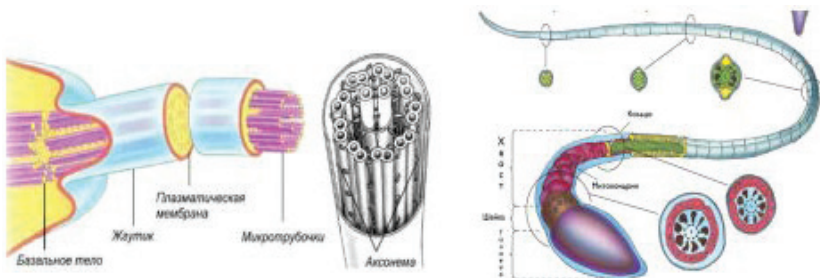


Рисунок 21 – Строение жгутика

**Микроворсинки** – это выпячивания цитолеммы на апикальном полюсе клетки (рисунок 22). Возрастание их числа приводит к резкому увеличению площади клеточной поверхности. Это особенно важно для клеток, участвующих во всасывании. Так, в кишечном эпителии на  $1 \text{ мм}^2$  поверхности насчитывается до  $2 \times 10^8$  микроворсинок. Микроворсинки имеют форму цилиндра с закруглённой вершиной.

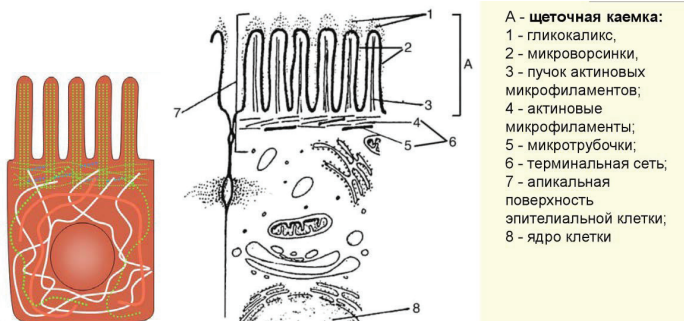


Рисунок 22 – Строение микроворсинок и щеточной каемки при электронной микроскопии (по В.Б. Зайцеву)

**Миофибриллы** – это органоиды сокращения. В составе миофибрилл обнаруживаются два типа миофиламентов – миозиновые (толстые) и актиновые (тонкие). Актиновые и миозиновые филаменты участвуют в укорочении клеток при сокращении (рисунок 23). При этом между актиновыми филаментами встраивается большое количество коротких миозиновых филаментов. Миофибриллы встречаются в мышечных тканях.

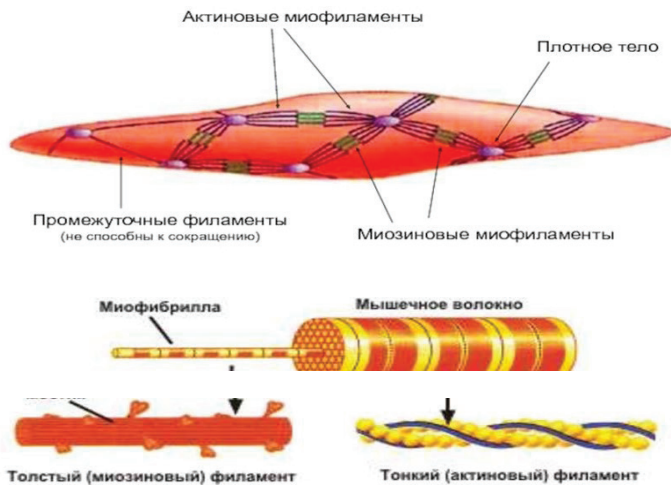


Рисунок 23 – Актиновые и миозиновые филаменты

**Тонифибриллы** – это опорные органоиды (рисунок 24). Они встречаются в клетках многослойного плоского эпителия. В базальном и шиповатом слое хорошо развиты тонифибриллы (пучки тонофиламентов), а между клетками – десмосомы, имеющие вид межклеточных мостиков.

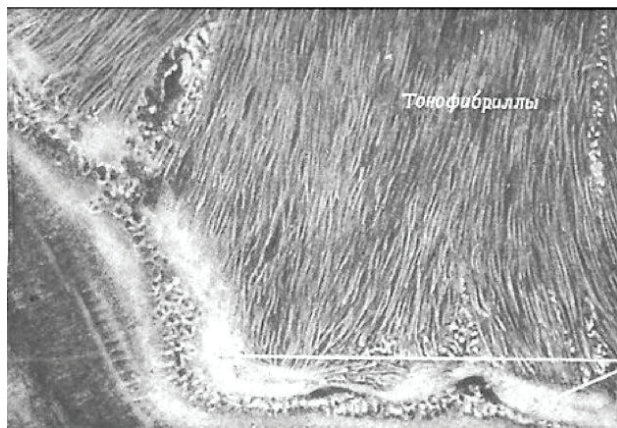
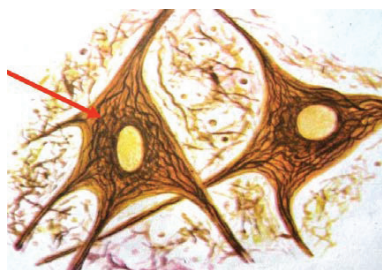


Рисунок 24 – Микрофотография тонифибрилл

**Нейрофибриллы** – это опорные органоиды (рисунок 25). Образуют сеть в теле нейрона, а в отростках расположены параллельно. Нейрофибриллы участвуют в поддержании формы клеток, росте отростков и аксональном транспорте.

А)



Б)

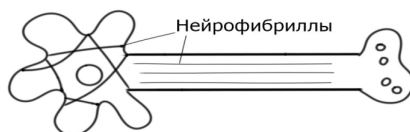


Рисунок 25 – А) Нейрофибриллы в мультиполярных нейронах;  
Б) схема расположения нейрофибрилл

*Синаптические пузырьки* – это органоиды проведения нервного импульса (рисунок 26).

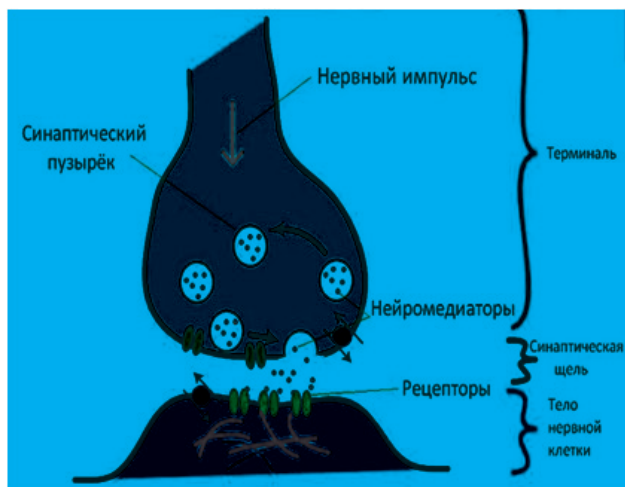


Рисунок 26 – Схема строения синапса

Находятся в пресинаптической части синапса. Форма и содержание синаптических пузырьков связаны с функцией синапса. Они содержат медиаторы: ацетилхолин, норадреналин, дофамин, серотонин, глицин, гаммааминомасляную кислоту (ГАМК).

## ЯДРО КЛЕТКИ

**Ядро клетки** – постоянная составная структура, обеспечивающая генетическую детерминацию и регуляцию белкового синтеза.

Ядро состоит из:

- кариолеммы – ядерной оболочки;
- кариоплазмы – ядерного сока;
- хроматина;
- ядрышка.

**Кариолемма** (ядерная оболочка) состоит из внешней и внутренней ядерных мембран, разделённых перинуклеарным пространством. За счёт слияния двух ядерных мембран образуются ядерные поры.

На внешней ядерной мембране со стороны гиалоплазмы расположены многочисленные полирибосомы. Внутренняя ядерная мембрана связана с хромосомным материалом ядра. Ядерные поры содержат сложный комплекс, который называют *комплексом ядерной поры* (рисунок 27).

По границе округлого отверстия в ядерной оболочке располагаются три ряда гранул по 8 в каждом: один ряд лежит со стороны ядра, другой – со стороны цитоплазмы, третий расположен в центральной части поры, а в центре – центральная гранула. Размер гранул – 25 нм.

В ядерной поре различают 2 компонента: гранулярный и фибриллярный. Гранулярный компонент представлен формулой  $(3 \times 8) + 1 = 25$ . От центральной гранулы отходят фибриллярные отростки, образующие фибриллярный компонент поры.

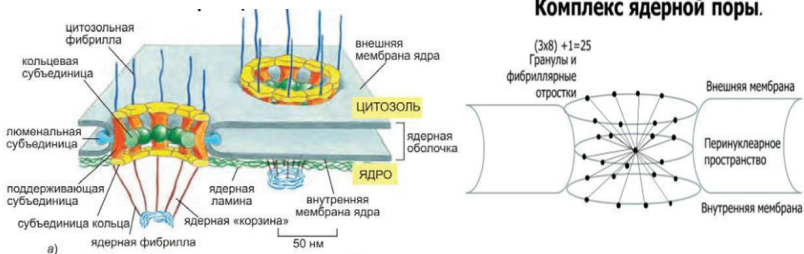


Рисунок 27 – Строение комплекса ядерной поры

**Хромосомы** могут находиться в двух структурно-функциональных состояниях:

1) в активном, рабочем, деконденсированном, когда с их участием в интерфазном ядре происходит синтез белка **эухроматин**;

2) в неактивном, конденсированном, когда они выполняют функцию распределения и переноса генетического материала в дочерние клетки **гетерохроматин**.

*Строение хромосомы.* Хромосома состоит из двух хроматид, соединённых первичной перетяжкой – *центромерой*. В одной из хроматид имеется вторичная перетяжка – *ядрышковый организатор*. Хроматиды покрыты белками – *гистонами*. Часть хроматиды за ядрышковым организатором называется *спутник*, который содержит 4 *хромонемы* – нити ДНК. В каждой хроматиде содержится две двойные хромонемы (2x2). В хромонеме имеются первичные (мелкие) и вторичные (крупные) *завитки* (рисунок 28).

Хромонемы прикрепляются к *кинетохорам*, находящимися в *центромере*. В центромере и спутнике хромонемы имеют только первичные завитки, вторичные завитки отсутствуют. На хромонемах находятся *хромомеры* – электронноплотные тельца или хромоцентры.

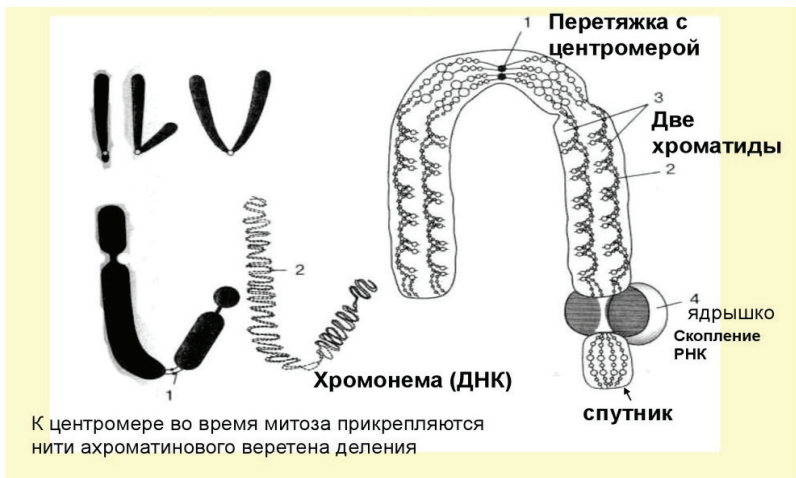


Рисунок 28 – Строение хромосом

**Ядрышко** – самая плотная структура ядра, является производным хромосомы в зоне вторичной перетяжки. Оно не является самостоятельной структурой. Ядрышко – это место образования рибосомных РНК и рибосом, на которых происходит синтез белка.

В ядрышке выявляются два основных компонента: гранулярный (по периферии) и фибриллярный (в центре) (рисунок 29).

Гранулы – созревающие субъединицы рибосом, диаметром 15–20 нм. В зоне фибрилл различают нитчатые структуры – нуклеолонемы.

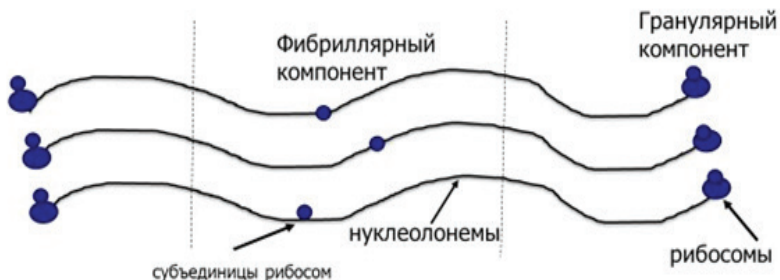


Рисунок 29 – Строение ядрышка

## КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ

**Клеточный цикл** – это время существования клетки от деления до деления или от деления до гибели. Клеточный цикл состоит из интерфазы и собственно деления клетки (митоз) (рисунок 30).

Интерфаза занимает 3/4 части времени, а митоз – 1/4.

КЦ = И + М.

Интерфаза состоит из трёх периодов: I (И) =  $G_1 + S + G_2$

- пресинтетический ( $G_1$ );
- синтетический (S);
- постсинтетический ( $G_2$ );
- период покоя, вне цикла ( $G_0$ ).

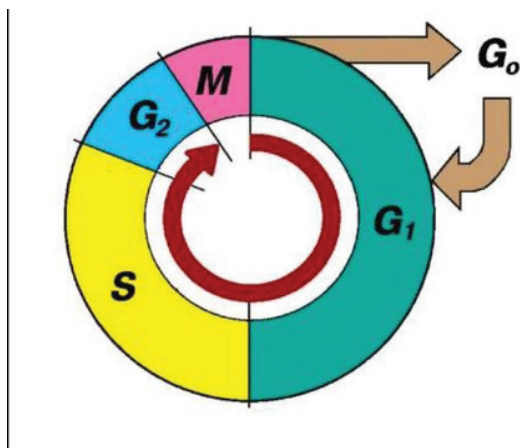


Рисунок 30 – Схема клеточного цикла

$G_1$  – период роста, пресинтетический, постмитотический период длится 10–11 часов. В период  $G_1$  начинается рост клеток за счёт накопления клеточных белков, что обусловлено увеличением количества РНК на клетку. В этот период начинается подготовка клетки к синтезу ДНК.

S – период, синтетический период длится 6–10 часов. В S-период происходит удвоение количества ДНК в ядре, соответственно, удваивается число хромосом.

$G_2$  – энергетический период, постсинтетический, премитотический, длится 4 часа. В этом периоде синтезируются белки-тубулины – компоненты митотического веретена. В конце этого периода синтез РНК резко падает.

$G_0$  – это покоящиеся, переставшие размножаться клетки, которые не входят в пресинтетический период интерфазы. К ним относятся стволовые, нервные клетки, кардиомиоциты, клетки печени, ороговевшие клетки эпидермиса. Стволовые клетки и клетки печени сохраняют способность к делению, другие клетки ее утрачивают и пребывают в  $G_0$ -периоде до самой гибели.

## СПОСОБЫ ДЕЛЕНИЯ КЛЕТОК

Существует три способа деления клеток: митоз, amitoz, мейоз.

**Митоз.** Непрямое деление клеток – универсальный, широко распространённый способ деления клеток. Процесс непрямого деления клеток принято подразделять на несколько основных фаз: профазу, метафазу, анафазу, телофазу.

*Профаза* длится 30–60 минут. Это самая длительная фаза митоза, когда происходят 5 процессов:

- 1) удвоение центриолей и их расхождение к противоположным полюсам клетки;
- 2) формирование веретена деления;
- 3) исчезновение ядрышка;
- 4) разрушение ядерной оболочки;
- 5) хромосомы спирализуются и становятся видимыми.

Различают раннюю и позднюю профазу. Раннюю профазу называют *плотный клубок*, так как ещё сохраняется граница между ядром и цитоплазмой за счёт остатков кариолеммы (рисунок 31).

Позднюю профазу называют *рыхлый клубок*, так как исчезает граница между ядром и цитоплазмой за счёт разрушения кариолеммы.

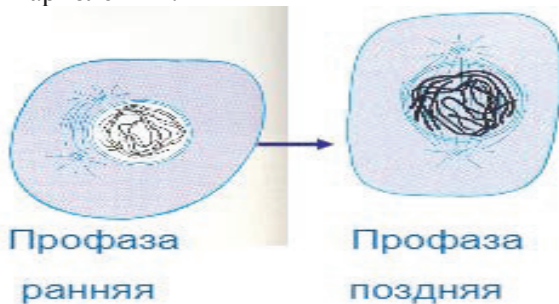


Рисунок 31 – Ранняя профазу и поздняя профазу

*Метафаза* длится 10–12 минут. В это время происходят два процесса:

- 1) окончательно формируется веретено деления;
- 2) нити веретена деления прикрепляются к хромосомам.

Различают раннюю и позднюю метафазу. Раннюю называют *материнская звезда*, так как хромосомы выстраиваются в виде звезды. Позднюю называют *метафазная пластинка*, так как хромосомы выстраиваются в экваториальной плоскости веретена, образуя пластинку хромосом (рисунок 32).

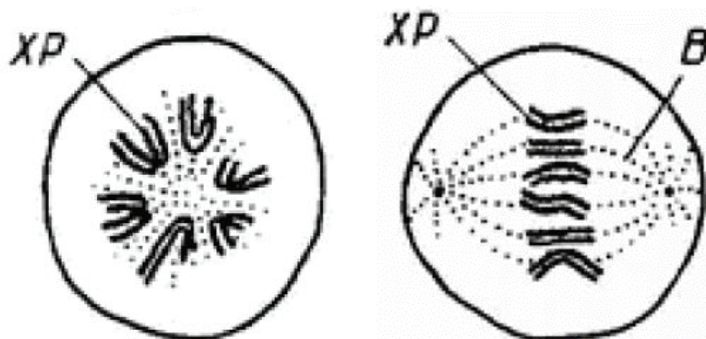


Рисунок 32 – Ранняя метафаза и поздняя метафаза

*Анафаза* – самая короткая стадия митоза. Длительность – 1–3 минуты.

Здесь происходит один процесс – расхождение хромосом по полюсам. Хромосомы одновременно теряют связь друг с другом и синхронно начинают удаляться к противоположным полюсам клетки. Скорость движения хромосом – 0,2–0,5 мкм/мин (рисунок 33).

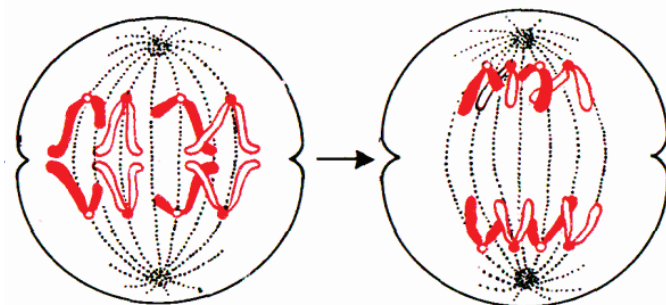


Рисунок 33 – Схема ранней и поздней анафазы

*Телофаза* – окончательная фаза митоза, которая длится 12–20 мин. Во время телофазы происходят 5 процессов:

- 1) исчезает веретено деления;
- 2) восстанавливается кариолемма;
- 3) появляется ядрышко;
- 4) хромосомы деспирализуются;
- 5) цитотомия (цитокинез) – разделение цитоплазмы.

В телофазе различают раннюю и позднюю телофазу. Раннюю телофазу называют *рыхлый клубок* за счёт отсутствия границы между ядром и цитоплазмой. Позднюю телофазу называют *плотный клубок* в результате появления границы между ядром и цитоплазмой (рисунок 34).



Рисунок 34 – Телофаза

*Амитоз* – это прямое деление клетки, у которой ядро находится в интерфазном состоянии. При амитозе не образуется веретено деления и не происходит конденсации хромосом, отсутствуют периоды интерфазы. Различают 3 способа амитоза: перешнуровка, фрагментация, почкование.

*Перешнуровка* – разделение цитоплазмы и ядра клетки путём перетяжки одновременно, в результате образуются две неодинаковые клетки. Клетка вначале приобретает гантелевидную форму (рисунок 35).

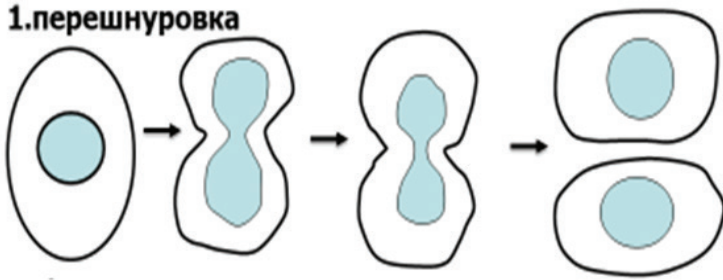


Рисунок 35 – Перешнуровки клетки

*Фрагментация* – разделение ядра клетки с образованием многоядерных клеток. Вначале в ядре образуется инвагинация, насечка, которая, углубляясь внутрь, делит ядро на две части. Чаще всего встречается множественное разделение ядра, его фрагментация. При этом образуются ядра неравной величины (рисунок 36).

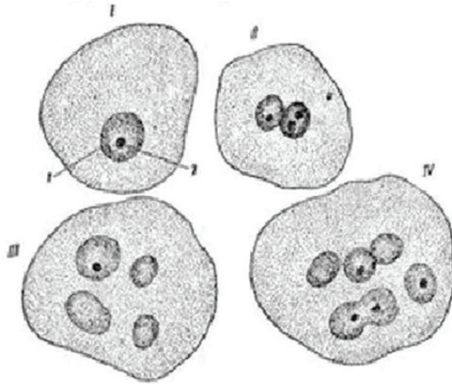


Рисунок 36 – Фрагментация ядра клетки

*Почкование* – отщепление участков цитоплазмы клетки.

Очень часто разные формы амитоза встречаются при различных патологических процессах (воспалении, регенерации, злокачественном росте), почти всегда в клетках стареющих, обречённых на гибель, дегенерирующих. Достоверных случаев

смены амитотической формы деления клеток на митотическую нет (рисунок 37).

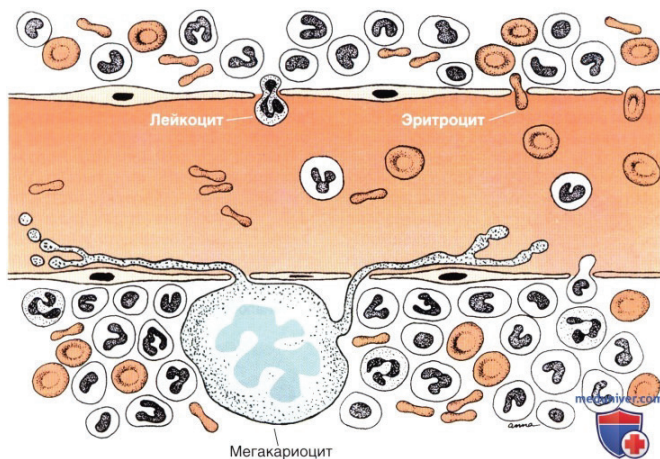
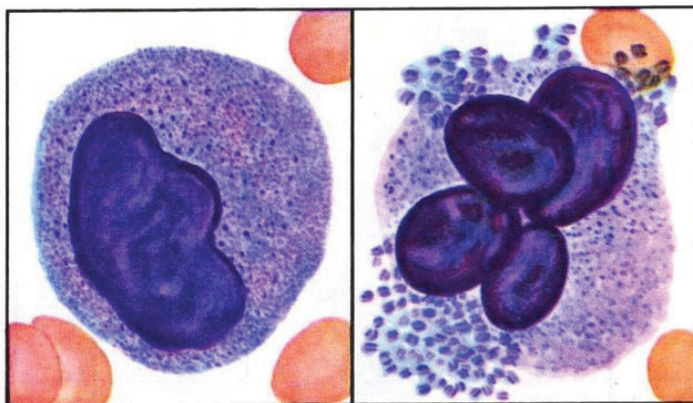


Рисунок 37 – Мегакариоцит с отщеплением тромбоцитов.  
[https://medicalplanet.su/gistologia/krasnii\\_kostnii\\_mozg.html](https://medicalplanet.su/gistologia/krasnii_kostnii_mozg.html)

**Мейоз** – это митотическое деление клеток, в котором отсутствует синтетический период интерфазы. Встречается при образовании гамет.

## ЭНДОЦИТОЗ И ЭКЗОЦИТОЗ

Особенностью плазматической мембраны клетки является способность захватывания веществ из окружающей среды, погружение их внутрь клетки, где они подвергаются перевариванию. Процесс поступления веществ в клетку называется *эндоцитозом*.

Выделяют следующие зависящие от размера частиц разновидности этого процесса:

- *фагоцитоз* – поступление твердых частиц;
- *пиноцитоз* – поступление мелких, жидких частиц.

Захват и поглощение клеткой крупных частиц, например, бактерий или даже фрагментов других клеток называется *фагоцитоз* (рисунок 38). Поглощение жидких веществ клеткой называется *пиноцитоз*.

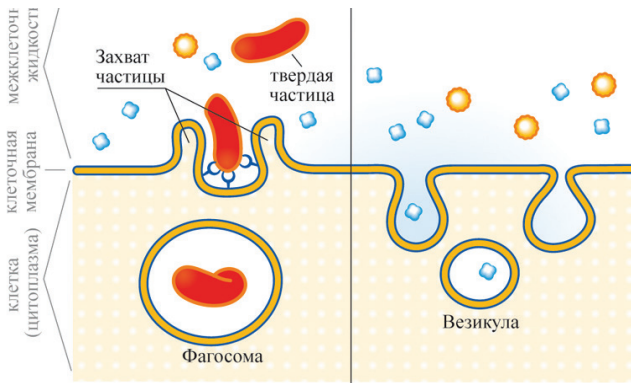


Рисунок 38 – Эндоцитоз

Сначала плазмолемма начинает образовывать небольшие впячивания внутрь клетки. Затем такие локальные впячивания отшнуровываются от плазмолеммы и в виде пузырьков свободно располагаются под ней. Пузырьки содержат поглощенные вещества. В дальнейшем эндоцитозные пузырьки могут сливаться друг с другом, расти. В их внутренней полости начинают обнаруживаться гидролитические ферменты (гидролазы), поступающие

из лизосом. Эти ферменты расщепляют биополимеры до мономеров, которые переходят через мембрану пузырька в гиалоплазму. Таким образом, поглощенные вещества внутри эндоцитозных пузырьков подвергаются внутриклеточному пищеварению.

Плазмолемма принимает участие в выведении веществ из клетки (белки, мукополисахариды, липопротеиды и др.) (рисунок 39). Выделение макромолекул и структур из клетки называется *экзоцитозом*. Внутриклеточные продукты, заключенные в пузырьки, подходят к плазмолемме. В местах контактов плазмолемма и мембрана пузырька сливаются. Содержимое пузырька поступает в окружающую среду.

## Экзоцитоз

- **экзоцитоз** – процесс, обратный эндоцитозу; из клеток выводятся непереважившиеся остатки твёрдых частиц и жидкий секрет.

**! процесс требует дополнительной энергии**

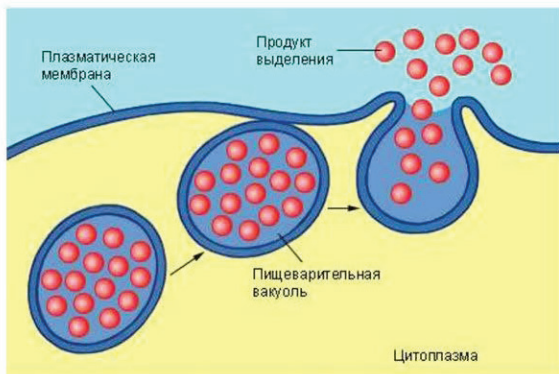


Рисунок 39 – Схема экзоцитоза

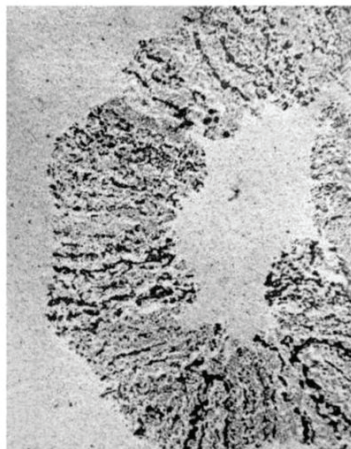
## ЭНДОРЕПРОДУКЦИЯ. ГИБЕЛЬ КЛЕТКИ

**Эндорепродукция** – образование клеток с увеличенным числом хромосомных наборов. Такие полиплоидные клетки появляются в результате полного отсутствия или незавершенности отдельных этапов митоза. Остановка может произойти в профазе и метафазе, при блокаде цитотомии. Таким способом образуются полиплоидные клетки в печени, в эпителии мочевого пузыря, в пигментном эпителии сетчатки. Многие вещества, останавливающие митоз (колхицин, колцемид), препятствуют образованию микротрубочек веретена деления, полимеризации тубулинов (рисунок 40).

### Политенные хромосомы



Хромосомы из ядер Бальбиани.  
Прижизненный фазовый контраст



Хромосомы из ядер Бальбиани

Рисунок 40 – Эндорепродукция

При **гибели клетки** происходит *пикноз* – агрегация хроматина, собиание его в грубые сгустки внутри ядра, что часто завершается растворением ядра (*кариолизис*).

Различают две формы гибели клеток: некроз и апоптоз.

**Некроз** – незапрограммированная гибель клетки. Происходит последовательное нарушение клеточных структур и функций, что в конечном итоге приводит к растворению клетки – лизису. Некроз вызывается различными внешними факторами, химическими или физическими, которые влияют на проницаемость мембран. Прекращается синтез АТФ, белков, активируются лизосомные ферменты.

**Апоптоз** – активация генов самоуничтожения клетки. Это гены запрограммированной гибели клетки. Например, после удаления семенников полностью погибают клетки предстательной железы, погибают клетки молочной железы при ее инволюции. При апоптозе мембранные органеллы не изменяются, синтез белка не падает. Ядра начинают фрагментироваться, затем цитоплазма также начинает фрагментироваться. Крупные фрагменты от клетки отщуриваются и в конце концов лизируются (рисунок 41).

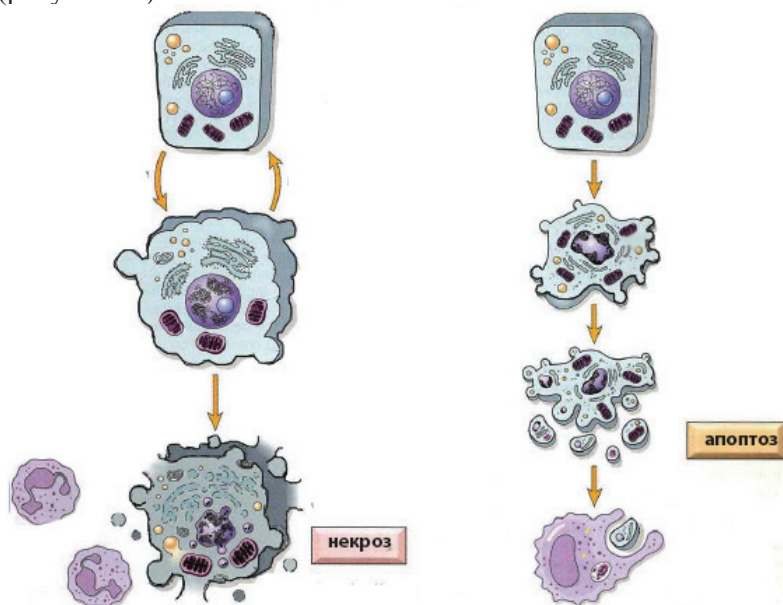


Рисунок 41 – Некроз и апоптоз

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЦИТОЛОГИИ

1. Этапы приготовления гистологического препарата.
2. Клетка, ее составные компоненты.
3. Сущность и значение клеточной теории.
4. Цитоплазма, состав.
5. Цитолемма, ее химический состав, строение, функции, виды контактов.
6. Определение и классификация органоидов.
7. Органоиды общего значения, их строение и функции.
8. Органоиды специального значения, их строение и функции.
9. Включения, их классификация, роль, способы выявления. Отличие от органоидов.
10. Интерфазное ядро, строение, химический состав, функции.
11. Хромосомы, их строение и значение.
12. Способы поступления веществ в клетку. Фагоцитоз и пиноцитоз. Способы выделения веществ из клетки.
13. Жизненный цикл клетки. Роль периодов цикла в жизни клетки.
14. Способы деления клетки.
15. Митоз, его фазы, биологическое значение митоза.
16. Мейоз, отличие от митоза. Амитоз.

## СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ ПО ЦИТОЛОГИИ

**Задача № 1.** В микропрепарате видна неклеточная структура, содержащая множество ядер в цитоплазме и ограниченная общей биологической мембраной. Как называется такая структура?

**Задача № 2.** Под большим увеличением микроскопа в поле зрения обнаружена группа клеток, которые после митоза сохраняют связь друг с другом в виде тончайших цитоплазматических перемычек. Как называются такие скопления клеток? В каких органах они могут встречаться?

**Задача № 3.** При ультрамикроскопическом исследовании клетки на одной из её поверхностей видны многочисленные выросты цитоплазмы, ограниченные плазмолеммой и содержащие микроканалы. Как называются эти структурные образования? Каково их функциональное значение?

**Задача № 4.** На электроннограмме в цитоплазме панкреоцита видны полостные мембранные образования в виде канальцев и цистерн, на поверхности которых обнаруживаются многочисленные зернистые структуры. О какой органелле общего значения может идти речь? Что собой представляют зёрна на её поверхности и какова их функция?

**Задача № 5.** В цитоплазме при ультрацитохимических исследованиях обнаружены вакуолизованные тельца, ограниченные мембраной. В их содержимом выявлена высокая концентрация различных гидролаз. О каких структурных образованиях идёт речь? Какие их разновидности (типы) Вам известны? Какие функции они выполняют?

**Задача № 6.** На электроннограмме миосимпласта видны удлинённые полостные образования, ограниченные двумя мембранами, внутренняя из которых образует выпячивания во внутрь полостей. Идентифицируйте эти структуры. Какие функции они выполняют?

**Задача № 7.** Под электронным микроскопом в цитоплазме glanduloцита околоушной слюнной железы выявлены многочисленные тельца размером до 20–25 нм, в которых при цитохимическом исследовании обнаружена резко позитивная

реакция на белки и РНК. Что представляют эти структурные образования? Какие их разновидности Вам известны? Какие функции они выполняют?

**Задача № 8.** Известно, что некоторые клетки обладают высокой подвижностью. Какие образования клеточной поверхности обеспечивают этот процесс?

**Задача № 9.** При перемещении клетка встретила частицу органического вещества. Каков возможный механизм поступления этого вещества в клетку?

**Задача № 10.** Методом электронной гистохимии установлено, что в цитоплазме клеток печени в процессе жизнедеятельности могут появляться и исчезать розеткообразные структуры, содержащие гликоген. Как называются такие структуры клетки?

**Задача № 11.** В результате действия ионизирующей радиации в некоторых клетках имеет место разрушение отдельных органелл. Каким способом будет осуществляться утилизация их остатков?

**Задача № 12.** В процессе жизнедеятельности клетки резко увеличивается число цистерн и канальцев агранулярной эндоплазматической сети. Синтез каких веществ активизируется в клетке?

**Задача № 13.** С помощью микроманипулятора из клетки удалили центриоль клеточного центра. Как это отразится на дальнейшей жизнедеятельности клетки?

**Задача № 14.** На клетки подействовали препаратом, изменяющим структуру рибосом. Какие процессы в первую очередь будут нарушены?

**Задача № 15.** С помощью микроманипулятора из клетки удалили комплекс Гольджи. Как это отразится на её дальнейшей жизнедеятельности?

**Задача № 16.** Культуру ткани обработали препаратом, блокирующим функцию ядрышек. Как это отразится на жизнедеятельности клеток?

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ЦИТОЛОГИИ

**1. Какие основные химические компоненты входят в состав клеточной мембраны?**

- 1) гликоген, белки, полисахариды;
- 2) фосфолипиды, белки, полисахариды;
- 3) фосфолипиды, кислоты, полисахариды;
- 4) белки, кислоты, полисахариды.

**2. Из каких структурных элементов построена цитоплазма?**

- 1) органоиды, цитолемма, кариоплазма;
- 2) включения, ядро, гиалоплазма;
- 3) органоиды, включения, гиалоплазма;
- 4) цитолемма, ядро, включения.

**3. Какие органоиды общего назначения имеют мембранное строение?**

- 1) эндоплазматическая сеть;
- 2) микротрубочки;
- 3) центросома;
- 4) рибосомы.

**4. Какие органоиды общего назначения имеют немембранное строение?**

- 1) комплекс Гольджи;
- 2) митохондрии;
- 3) рибосомы;
- 4) лизосомы.

**5. Определите органоид специального назначения:**

- 1) комплекс Гольджи;
- 2) микроворсинки;
- 3) микротрубочки;
- 4) митохондрии.

**6. Какой органоид общего назначения является источником энергии в клетке?**

- 1) митохондрии;
- 2) микротрубочки;
- 3) лизосомы;
- 4) рибосомы.

**7. Какой органоид общего назначения состоит из двух мембран?**

- 1) лизосомы;
- 2) комплекс Гольджи;
- 3) митохондрии;
- 4) эндоплазматическая сеть.

**8. Каков химический состав рибосом?**

- 1) 80 % белка, 20 % РНК;
- 2) 60 % белка, 40 % РНК;
- 3) 40 % белка, 60 % РНК;
- 4) 20 % белка, 80 % РНК.

**9. Какую функцию выполняют рибосомы в клетках?**

- 1) синтез жиров;
- 2) синтез углеводов;
- 3) синтез белка;
- 4) синтез полисахаридов.

**10. Определите формулу центриоли:**

- 1)  $(9 \times 3) + 0$ ;
- 2)  $(9 \times 2) + 2$ ;
- 3)  $(8 \times 3) + 1$ ;
- 4)  $(9 \times 3) + 1$ .

**11. Каково строение микротрубочек?**

- 1) цилиндр, стенка которого образована из 13 молекул белка миозина;
- 2) цилиндр, стенка которого образована из 13 молекул белка актина;
- 3) цилиндр, стенка которого образована из 13 молекул белка тубулина;
- 4) цилиндр, стенка которого образована из 13 молекул белка элеидина.

**12. Какие элементы клеток называют включениями?**

- 1) непостоянные скопления веществ в гиалоплазме;
- 2) непостоянные скопления веществ в кариоплазме;
- 3) постоянные скопления веществ в гиалоплазме;
- 4) постоянные скопления веществ в кариоплазме.

**13. Какие структурные элементы клетки обеспечивают синтез белка?**

- 1) комплекс Гольджи, гладкая эндоплазматическая сеть;
- 2) митохондрии, микротрубочки;
- 3) рибосомы, гранулярная эндоплазматическая сеть;
- 4) лизосомы, рибосомы.

**14. Какие органоиды клетки обеспечивают синтез углеводов и липидов?**

- 1) комплекс Гольджи, гладкая эндоплазматическая сеть;
- 2) митохондрии, микротрубочки;
- 3) рибосомы, гранулярная эндоплазматическая сеть;
- 4) лизосомы, рибосомы.

**15. Определите формулу аксонемы реснички:**

- 1)  $(9 \times 2) + 2$ ;
- 2)  $(9 \times 3) + 0$ ;
- 5)  $(8 \times 3) + 1$ ;
- 3)  $(8 \times 3) + 0$ .

**16. Определите формулу базального тельца реснички:**

- 1)  $(9 \times 2) + 2$ ;
- 2)  $(9 \times 3) + 0$ ;
- 3)  $(8 \times 3) + 1$ ;
- 4)  $(8 \times 3) + 0$ .

**17. Определите формулу жгутика:**

- 1)  $(9 \times 2) + 2$ ;
- 2)  $(9 \times 3) + 0$ ;
- 3)  $(8 \times 3) + 1$ ;
- 4)  $(8 \times 3) + 0$ .

**18. Какой органоид клетки формирует веретено клеточного деления?**

- 1) рибосома;
- 2) митохондрии;
- 3) микротрубочки;
- 4) лизосома.

**19. Какой органоид клетки называют внутриклеточным чистильщиком?**

- 1) рибосома;
- 2) центросома;
- 3) лизосома;
- 4) микротрубочки.

**20. Какой органоид клетки является самовоспроизводящейся структурой, имеющую собственную ДНК?**

- 1) рибосома;
- 2) лизосома;
- 3) микротрубочки;
- 4) митохондрии.

**21. Какой органоид клетки называют энергетической станцией клетки?**

- 1) центросома;
- 2) рибосома;
- 3) митохондрии;
- 4) лизосома.

**22. Определите источник развития лизосом:**

- 1) эндоплазматическая сеть;
- 2) комплекс Гольджи;
- 3) клеточный центр;
- 4) ядрышко.

**23. Определите источник развития рибосом:**

- 1) эндоплазматическая сеть;
- 2) комплекс Гольджи;
- 3) клеточный центр;
- 4) ядрышко.

**24. Определите структурные компоненты комплекса Гольджи:**

- 1) цилиндры, цистерны;
- 2) цистерны, канальцы;
- 3) диктиосомы, везикулы;
- 4) канальцы, вакуоли.

**25. Каков химический состав цитолеммы?**

- 1) 60 % белка, 40 % липиды;
- 2) 40 % белка, 60 % липиды;
- 3) 80 % белка, 20 % липиды;
- 4) 20 % белка, 80 % липиды.

**26. К какому типу контактов относится нексус?**

- 1) простой;
- 2) щелевой;
- 3) плотный;
- 4) синаптический.

**27. В состав какого органоида входит диктиосома?**

- 1) лизосома;
- 2) рибосома;
- 3) центросома.
- 4) комплекс Гольджи.

**28. Определите структурные компоненты эндоплазматической сети:**

- 1) диктиосома, везикулы, вакуоли;
- 2) цилиндры, цистерны, канальцы;
- 3) диктиосома, рибосома, канальцы;
- 4) цилиндры, вакуоли, канальцы.

**29. Определите органоид сокращения:**

- 1) микроворсинки;
- 2) микротрубочки;
- 3) миофибриллы;
- 4) митохондрии.

**30. Определите органоид проведения нервного импульса:**

- 1) нейрофибриллы;
- 2) реснички;
- 3) микроворсинки;
- 4) синаптические пузырьки.

**31. В цитоплазме клеток поджелудочной железы в процессе секреторного цикла в апикальной части появляются и исчезают гранулы секрета. К каким структурным элементам клетки можно отнести эти гранулы?**

- 1) включения;
- 2) рибосомы;
- 3) пероксисомы;
- 4) лизосомы.

**32. В результате действия ионизирующей радиации в некоторых клетках имеет место разрушение отдельных органелл. Каким образом будут утилизироваться клеткой их остатки?**

- 1) первичные лизосомы;
- 2) фагосома;
- 3) аутолизосома;
- 4) пероксисома.

**33. В процессе жизнедеятельности клетки резко увеличивается число цистерн и канальцев гладкой эндоплазматической сети. Синтез каких веществ активизируется в клетке?**

- 1) белков;
- 2) липидов;
- 3) ферментов;
- 4) включений.

**34. На препарате определяется гистологическая структура, ограниченная цитоплазматической мембраной, имеющая большое количество цитоплазмы и много ядер. Как она называется?**

- 1) симпласт;
- 2) синцитий;
- 3) клетка;
- 4) пластинка.

**35. При перемещении клетка встретила комочек органического вещества. Каков возможный механизм поступления этого вещества в клетку?**

- 1) эндоцитоз;
- 2) экзоцитоз;
- 3) митоз;
- 4) амитоз.

**36. В цитоплазме пигментных клеток под влиянием солнечных лучей появляются гранулы пигмента. К каким структурным элементам клетки можно отнести эти гранулы?**

- 1) рибосомы;
- 2) пероксисомы;

- 3) лизосомы;
- 4) включения.

**37. Что собой представляет эндоцитоз?**

- 1) выведение веществ из клетки;
- 2) поступление веществ в клетку;
- 3) внутриклеточное переваривание;
- 4) аккумуляция энергии.

**38. Каково строение лизосом?**

- 1) мембранные пузырьки, содержащие белки;
- 2) мембранные пузырьки, содержащие полисахариды;
- 3) мембранные пузырьки, содержащие липиды;
- 4) мембранные пузырьки, содержащие гидролитические ферменты.

**39. В чем заключается аутофагоцитоз?**

- 1) переваривание во вторичных лизосомах белков;
- 2) переваривание во вторичных лизосомах полисахаридов;
- 3) переваривание во вторичных лизосомах липидов;
- 4) переваривание во вторичных лизосомах внутриклеточных структур.

**40. На клетки действовали препаратом, изменяющим структуру рибосом. Какие процессы в первую очередь будут нарушены?**

- 1) синтез липидов;
- 2) синтез полисахаридов;
- 3) синтез белка;
- 4) фагоцитоз.

**41. С помощью микроманипулятора из клетки удалили комплекс Гольджи. Какие процессы в первую очередь будут нарушены?**

- 1) синтез липидов;
- 2) синтез полисахаридов;
- 3) синтез белка;
- 4) фагоцитоз.

**42. Какие структурные элементы образуют ядро?**

- 1) гиалоплазма, органоиды, цитоплазма;

- 2) кариоплазма, хроматин, кариолема;
- 3) органоиды, ядрышко, включения;
- 4) хроматин, гиалоплазма, кариолема.

**43. Определите формулу ядерных пор:**

- 1)  $(9 \times 3) + 0$ ;
- 2)  $(9 \times 2) + 2$ ;
- 3)  $(8 \times 3) + 1$ ;
- 4)  $(8 \times 3) + 0$ .

**44. Укажите компоненты ядерных пор:**

- 1) опорный, гранулярный;
- 2) фибриллярный, гранулярный;
- 3) трофический, гранулярный;
- 4) мембранный, гранулярный.

**45. Какой процесс приводит к образованию двух клеток с равным диплоидным набором хромосом?**

- 1) мейоз;
- 2) митоз;
- 3) амитоз;
- 4) фагоцитоз.

**46. Каким способом делятся старые, поврежденные клетки?**

- 1) митоз;
- 2) амитоз;
- 3) мейоз;
- 4) фагоцитоз.

**47. Что такое клеточный цикл?**

- 1) профаза, интерфаза;
- 2) метафаза, интерфаза;
- 3) митоз, интерфаза;
- 4) амитоз, интерфаза.

**48. Какой способ деления приводит к образованию двух клеток неравной величины?**

- 1) митоз;
- 2) мейоз;
- 3) амитоз;
- 4) фагоцитоз.

**49. Каким способом образуются многоядерные клетки?**

- 1) перешнуровка;
- 2) фрагментация;
- 3) почкование;
- 4) пиноцитоз.

**50. В какую фазу митоза происходит деспирализация хромосом?**

- 1) профаза;
- 2) метафаза;
- 3) анафаза;
- 4) телофаза.

**51. В какую фазу митоза центриоли удваиваются и расходятся по полюсам?**

- 1) профаза;
- 2) метафаза;
- 3) анафаза;
- 4) телофаза.

**52. Определите продолжительность телофазы митоза:**

- 1) 2 минуты;
- 2) 10 минут;
- 3) 20 минут;
- 4) 30 минут.

**53. В какую фазу митоза заканчивается формирование веретена деления?**

- 1) профаза;
- 2) метафаза;
- 3) анафаза;
- 4) телофаза.

**54. В какую фазу митоза происходит цитотомия (цитокинез)?**

- 1) профаза;
- 2) метафаза;
- 3) анафаза;
- 4) телофаза.

**55. Определите самую длительную фазу митоза:**

- 1) профаза;

- 2) метафаза;
- 3) анафаза;
- 4) телофаза.

**56. Определите самую короткую фазу митоза:**

- 1) профаза;
- 2) метафаза;
- 3) анафаза;
- 4) телофаза.

**57. В каком периоде митоза хромосомы спирализуются и становятся видимыми?**

- 1) профаза;
- 2) метафаза;
- 3) анафаза;
- 4) телофаза.

**58. Определите, какой период интерфазы самый длительный по времени:**

- 1)  $G_1$ ;
- 2) S;
- 3)  $G_2$ ;
- 4)  $G_0$ .

**59. Определите, какой период интерфазы самый короткий по времени:**

- 1)  $G_1$ ;
- 2) S;
- 3)  $G_2$ ;
- 4)  $G_0$ .

**60. В каком периоде интерфазы происходит удвоение числа хромосом?**

- 1)  $G_1$ ;
- 2) S;
- 3)  $G_2$ ;
- 4)  $G_0$ .

**61. Каким способом делятся половые клетки?**

- 1) митоз;
- 2) амитоз;

- 3) мейоз;
- 4) фагоцитоз.

**62. Определите способ деления клетки, в котором отсутствует синтетический период интерфазы:**

- 1) митоз;
- 2) амитоз;
- 3) мейоз;
- 4) фагоцитоз.

**63. Определите способ деления клетки, в котором отсутствуют периоды интерфазы:**

- 1) митоз;
- 2) амитоз;
- 3) мейоз;
- 4) фагоцитоз.

**64. Какой период интерфазы называется периодом роста?**

- 1)  $G_1$ ;
- 2) S;
- 3)  $G_2$ ;
- 4)  $G_0$ .

**65. Какой период интерфазы называется энергетическим периодом?**

- 1)  $G_1$ ;
- 2) S;
- 3)  $G_2$ ;
- 4)  $G_0$ .

**66. Определите продолжительность энергетического периода интерфазы:**

- 1) 4 часа;
- 2) 6 часов;
- 3) 10 часов;
- 4) 11 часов.

**67. В каком периоде клеточного цикла находятся покоящиеся, переставшие размножаться клетки?**

- 1)  $G_0$ ;
- 2)  $G_1$ ;

- 3)  $G_2$ ;
- 4) S.

**68. В растущих тканях животных всегда есть клетки, которые находятся «вне цикла». Как принято называть такие клетки?**

- 1) клетки S-периода;
- 2) клетки  $G_0$ -периода;
- 3) клетки  $G_1$ -периода;
- 4) клетки  $G_2$ -периода.

**69. Определите процесс, при котором происходит захват и поглощение клеткой крупных частиц:**

- 1) экзоцитоз;
- 2) пиноцитоз;
- 3) фагоцитоз;
- 4) митоз.

**70. Определите процесс, при котором происходит захват и поглощение клеткой мелких частиц:**

- 1) экзоцитоз;
- 2) пиноцитоз;
- 3) фагоцитоз;
- 4) амитоз.

**71. Определите процесс, при котором происходит выведение веществ из клетки:**

- 1) экзоцитоз;
- 2) пиноцитоз;
- 3) фагоцитоз;
- 4) митоз.

**72. Клетку обработали препаратом, блокирующим функцию ядрышка. Какие процессы в первую очередь будут нарушены?**

- 1) синтез липидов;
- 2) синтез полисахаридов;
- 3) синтез белка;
- 4) фагоцитоз.

**73. Ядро клетки обработали препаратами, разрушающими белки – гистоны. Какая структура при этом пострадает в первую очередь?**

- 1) кариолемма;
- 2) хроматин;
- 3) ядрышко;
- 4) кариоплазма.

**74. На препаратах наблюдали уменьшение размеров клеточных ядер, их уплотнение, сморщивание. Как называется это явление?**

- 1) митоз;
- 2) амитоз;
- 3) фагоцитоз;
- 4) пикноз.

**75. Какие процессы протекают в клетке во время профазы?**

- 1) спирализация хромосом, распад ядрышек лизис кариолеммы;
- 2) деспирализация хромосом, сборка ядрышка, лизис кариолеммы;
- 3) спирализация хромосом, сборка ядрышка, лизис кариолеммы;
- 4) деспирализация хромосом, распад ядрышек, лизис кариолеммы.

**76. Что происходит во время метафазы?**

- 1) начинает формироваться веретено деления, нити веретена деления прикрепляются к хромосомам;
- 2) окончательное формирование веретена деления, нити веретена деления прикрепляются к хромосомам;
- 3) хромосомы расходятся по полюсам;
- 4) деспирализация хромосом.

**77. Что происходит во время анафазы?**

- 1) цитотомия;
- 2) спирализация хромосом;
- 3) деспирализация хромосом;
- 4) расхождение хромосом к полюсам клетки.

**78. Что происходит в клетке во время телофазы?**

- 1) спирализация хромосом, распад ядрышка;
- 2) деспирализация хромосом, формирование ядрышка;
- 3) расхождение хромосом к полюсам клетки;
- 4) расположение хромосом по экватору клетки.

**79. Что такое митотический цикл?**

- 1) экзоцитоз;
- 2) эндоцитоз;
- 3) интерфаза, митоз;
- 4) профаза метафаза, анафаза, телофаза.

**80. Определите фазу митоза, если в клетке сформировано веретено деления, хромосомы располагаются в экваториальной плоскости веретена.**

- 1) профаза;
- 2) метафаза;
- 3) анафаза;
- 4) телофаза.

**81. Митоз – это:**

- 1) деление клеток, при котором отсутствует процесс редупликации хромосом;
- 2) прямое деление клеток;
- 3) непрямое деление клеток;
- 4) образование дочерних клеток с гаплоидным набором хромосом.

**82. Мейоз – это:**

- 1) деление клеток, при котором отсутствует процесс редупликации хромосом;
- 2) прямое деление клеток;
- 3) непрямое деление клеток;
- 4) деление соматических клеток.

## ЭМБРИОЛОГИЯ

*Эмбриональное развитие (эмбриогенез)* – период от момента оплодотворения до рождения (для живородящих животных), вылупления из яйца (для яйцекладущих). Включает три этапа:

*1 этап. Доэмбриональное развитие – прогенез:*

- сперматогенез;
- овогенез.

*2 этап. Эмбриогенез – эмбриональное развитие:*

- 1) оплодотворение;
- 2) дробление;
- 3) гастрюляция;
- 4) гистогенез;
- 5) органогенез.

*3 этап. Постэмбриональное развитие – развитие после рождения.*

Современная эмбриология как наука включает развитие и строение половых клеток – **прогенез**. Эмбриология изучает также причины нарушения нормального эмбриогенеза. Медицинская эмбриология изучает закономерности развития зародыша человека, причины возникновения уродств и других отклонений от нормы, возможные пути и методы влияния на эмбриогенез. Отклонения в эмбриональном развитии составляет значительную группу врожденных заболеваний.

*Эмбриональное развитие (эмбриогенез) включает 5 основных стадий:*

- 1) оплодотворение и образование зиготы;
- 2) дробление и образование бластулы;
- 3) гастрюляция – образование зародышевых листков (эктодермы, энтодермы, мезодермы);
- 4) гистогенез – образование тканей;
- 5) органогенез – образование органов.

Эмбриогенез тесно связан с прогенезом. **Прогенез** – развитие и созревание половых клеток – яйцеклеток и сперматозоидов. В результате прогенеза в зрелых половых клетках возникает гаплоидный набор хромосом, формируются структуры,

обеспечивающие их способность к оплодотворению и развитию нового организма.

## Сперматогенез

Процесс развития и созревания мужских половых клеток называется *сперматогенезом*. Различают 4 периода сперматогенеза (рисунок 42):

- 1) период размножения;
- 2) период роста;
- 3) период созревания;
- 4) период формирования.

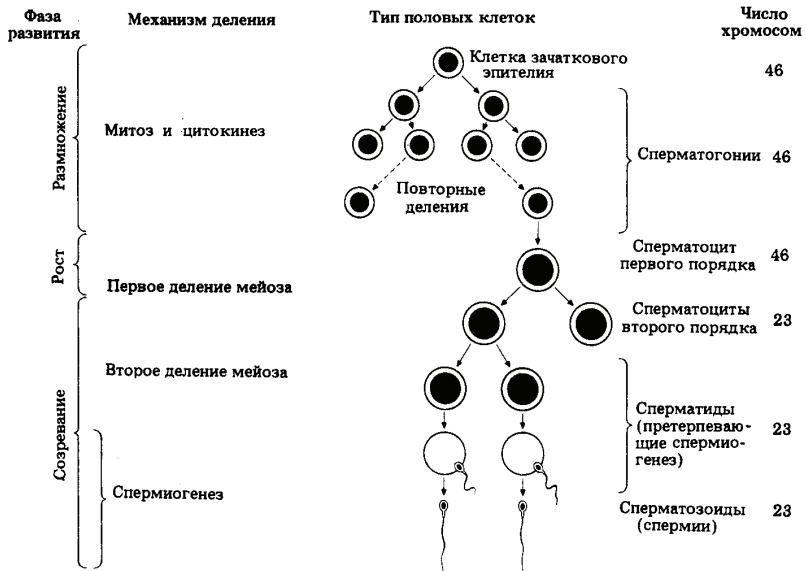


Рисунок 42 – Сперматогенез

1) *Период размножения мужских половых клеток (сперматогоний)* у человека идет на протяжении всей жизни и к старости постепенно затухает. Сперматогонии размножаются митозом. Это мелкие округлые клетки с очень незначительным количеством цитоплазмы. Часть сперматогониев, прекращая

размножаться, переходят в следующий период развития – период роста.

2) *Период роста.* Сперматогонии превращаются в сперматоциты 1-го порядка, размер которых увеличивается примерно в 4 раза. В периоде роста различают 4 стадии: лептонема, зигонема, пахинема и диплонема.

На стадии *лептонемы* хромосомы спирализуются, становятся видимыми (профаза). Число хромосомных нитей на этой стадии равно диплоидному (46 хромосом у человека). Стадия *зигонемы* характеризуется попарным и продольным соединением гомологичных хромосом. На стадии *пахинемы* хромосомы укорачиваются, утолщаются, перекрещиваются, т. е. происходит обмен гомологичными участками хроматид – или ***кроссинговер***. На стадии *диплонемы* гомологичные хромосомы начинают отходить друг от друга. Набор хромосом становится тетраплоидным (92 хромосомы у человека).

3) *Период созревания.* Период созревания характеризуется наступлением двух быстроследующих друг за другом мейотических делений сперматоцитов 1-го порядка, в итоге сначала образуются два сперматоцита 2-го порядка (диплоидный набор – 46 хромосом), а затем четыре сперматиды. В сперматиде число хромосом гаплоидное, т. е. 23 хромосомы у человека. Сперматиды вдвое мельче, чем сперматоциты 2-го порядка.

Таким образом, в результате двух мейотических делений из сперматоцита 1-го порядка образуются четыре сперматиды с гаплоидным набором хромосом. После образования сперматид завершается период созревания и начинается последний период развития мужских половых клеток – период формирования.

4) *Период формирования.* Сущность периода формирования состоит в том, что сперматиды превращаются в сперматозоиды. Процесс образования сперматозоидов из сперматид у человека и млекопитающих называется ***спермиогенез***. Ядро сперматиды сильно уплотняется и уменьшается в размерах, образуя головку сперматозоида. Цитоплазма сохраняется в виде тонкого слоя вокруг ядра сперматозоида. На переднем конце головки сперматозоида имеется чехлик с заостренным концом – ***акросомой***, которая

содержит в себе видоизмененные элементы комплекса Гольджи и участвует в выработке ферментов (гиалуронидазы). Центросома участвует в образовании шейки, а также осевой нити хвоста сперматозоида. Хвостик сперматозоида является двигательным аппаратом, обеспечивающим активную подвижность мужской половой клетки (рисунок 43).

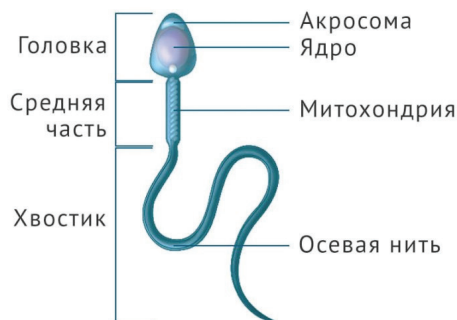


Рисунок 43 – Строение сперматозоида

*Сперматозоид* (зрелая мужская половая клетка) состоит из головки, шейки и хвоста.

Почти вся головка состоит из ядра. Передняя половина ядра сперматозоида покрыта акросомой и «чехликом», которые являются производными комплекса Гольджи. В шейке под ядром располагается проксимальная центриоль и половина дистальной центриоли. Вторая половина дистальной центриоли, в виде кольца лежит каудальнее<sup>1</sup>. В шейке в виде спирали располагаются митохондрии. Хвост представлен жгутиком, состоящим из микротрубочек по формуле  $(9 \times 2) + 2$ .

Сперматозоиды невелики по размерам 20–50 мкм, но величина их не зависит от размеров животного. Сперматозоиды обладают способностью к активному движению. Форма мужских половых клеток может быть самой разнообразной. У позвоночных спер-

<sup>1</sup> Каудальнее (от лат. *Cauda* – хвост) – анатомический термин, означающий расположение части тела ближе к хвостовому (тазовому) концу тела.

матозоиды имеют жгутиковую форму. Сперматозоиды животных отличаются друг от друга формой головки.

У амфибий головка сперматозоида длинная, заостренная, у птиц – штопорообразная, у млекопитающих – несколько уплощенная. Продолжительность жизни и оплодотворяющая способность сперматозоидов не одинаковы у различных животных. В акросоме содержится гиалуронидаза, способная растворять оболочки, покрывающие яйцеклетку. У млекопитающих продолжительность жизни и оплодотворяющая способность варьирует от нескольких часов до нескольких суток. В кислой среде сперматозоиды утрачивают способность к движению, склеиваются.

Таким образом, сперматозоид является специализированной клеткой, снабженной всеми необходимыми функциональными и морфологическими приспособлениями, обеспечивающими оплодотворение, т. е. слияние его с яйцеклеткой.

## Оогенез

**Оогенез (или овогенез)** – развитие женских половых клеток. В нем выделяют три периода: размножение, рост и созревание (рисунок 44).

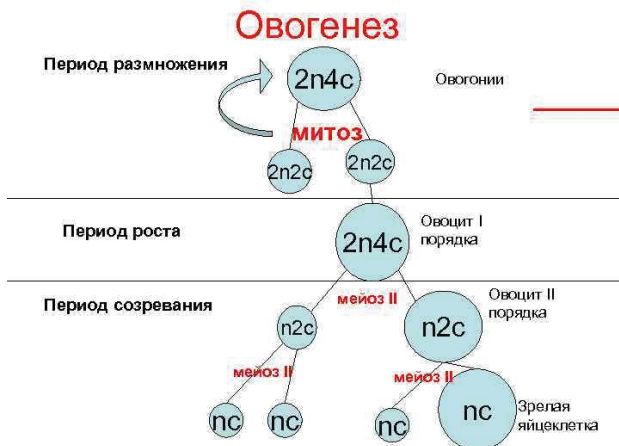


Рисунок 44 – Овогенез

1) *Период размножения.* Размножение женских половых клеток у человека наблюдается лишь в эмбриогенезе. Женские половые клетки оогонии делятся митозом. Их количество увеличивается до пятого месяца внутриутробного развития (у человека).

2) *Период роста* при оогенезе подразделяется на период «малого роста» и период «большого роста». Оогонии перестают делиться и дифференцируются в *ооциты первого порядка*. Период малого роста длится до наступления половой зрелости. С наступлением половой зрелости организма ооциты 1-го порядка вступают в период «большого роста».

3) *Период созревания женских половых клеток* характеризуется двумя мейотическими делениями. После первого мейотического деления ооцита 1-го порядка возникают две клетки разных размеров: *ооцит 2-го порядка* и *первое редуционное тельце*. Ооцит 2-го порядка – это большая клетка, в которую переходит весь желток и почти вся цитоплазма. Первое редуционное тельце – небольшая клетка, содержащее ядро и незначительное количество цитоплазмы. Ооцит 2-го порядка и первое редуционное тельце после первого мейотического деления имеют диплоидный набор хромосом. При втором мейотическом делении ооцит 2-го порядка делится на две неравные клетки, образуя *зрелую яйцеклетку* и *второе редуционное тельце*. В это же время происходит деление первого редуционного тельца на два тельца. Как в зрелой яйцеклетке, так и в трех редуционных тельцах после второго мейотического деления насчитывается по 23 хромосомы, т. е. гаплоидный набор хромосом. Редуционные (направительные, полярные) тельца дегенерируют и рассасываются. Во время второго мейотического деления центросома ооцита 2-го порядка начинает перемещаться в экваториальную зону, уменьшается в размерах и исчезает. Таким образом, в результате двух мейотических делений ооцита 1-го порядка образуются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом: одна зрелая яйцеклетки и три редуционных тельца.

Образование редуционных телец дает возможность яйцеклетке избавиться от лишних хромосом и, одновременно, сохра-

нить почти всю цитоплазму и желток, необходимые для развития организма. Яйцеклетка и редуцированные тельца человека содержат идентичные половые хромосомы XX.

**Строение и типы яйцеклеток.** Яйцеклетка имеет шаровидную форму, в которой отсутствует centrosoma. В гиалоплазме содержатся трофические включения – желточные гранулы. В зависимости от количества желточных гранул яйцеклетки классифицируются на изолецитальные и телолецитальные. *Изолецитальные яйцеклетки* содержат мало желточных гранул, которые распределены равномерно в гиалоплазме, ядро в центре. Различают два вида изолецитальных яйцеклеток:

- 1) *первичные изолецитальные* – встречаются у ланцетника, срок развития которого 7 суток;
- 2) *вторичные изолецитальные* – встречаются у человека и млекопитающих.

У плацентарных млекопитающих в связи с внутриутробным развитием и питанием за счет материнского организма отпала необходимость создания значительных запасов желтка в яйцеклетке. Поэтому в эволюции появились вторично изолецитальные яйцеклетки. Яйцеклетка окружена блестящей оболочкой (прозрачная зона) и слоем фолликулярных клеток (лучистый венец), принимающих участие в ее питании. Строение яйцеклеток характеризуется полярностью, которая выражена тем сильнее, чем больше желтка в клетке. Количество желтка в цитоплазме находится в прямой зависимости от условий развития животного (во внешней или во внутренней среде) и продолжительности развития.

**Телолецитальные яйцеклетки** классифицируются на умеренно и резко телолецитальные. *Умеренно телолецитальные* (мезолецитальные) яйцеклетки содержат больше желточных гранул, которые распределены неравномерно. Полюс яйцеклетки, на котором меньше желточных гранул, называется анимальным, а на котором больше – вегетативный. Ядро смещается к анимальному полюсу и располагается эксцентрично.

Умеренно телолецитальные яйцеклетки встречаются у лягушки, срок развития которой 14 суток.

С увеличением количества желтка в цитоплазме увеличивается и размер яйцеклетки. Наземное развитие привело к возникновению вторичных и третичных оболочек, предохраняющих яйцеклетку от повреждающего действия механических, температурных и других факторов окружающей среды (птицы, пресмыкающиеся) (рисунок 45):

- первичная оболочка – цитолемма;
- вторичная оболочка – слизисто-белковая;
- третичная – скорлуповая, подскорлуповая.

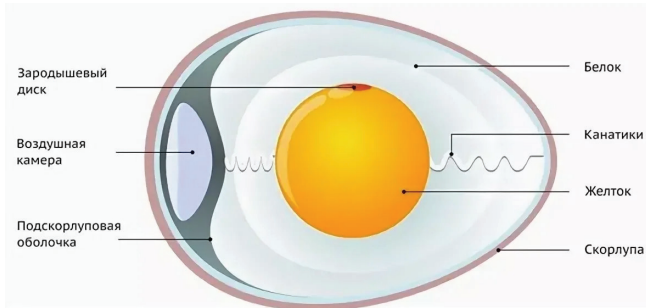


Рисунок 45 – Строение резко телолецитальной яйцеклетки.

*Резко телолецитальные* яйцеклетки встречаются у птиц, срок развития которых 21 сутки. В связи с выходом на сушу яйцеклетки покрываются волокнистой и скорлуповой оболочками. Ядро яйцеклетки располагается резко эксцентрично, на анимальном полюсе, а вегетативный полюс яйцеклетки содержит значительное количество желточных гранул крупного размера (рисунок 46).

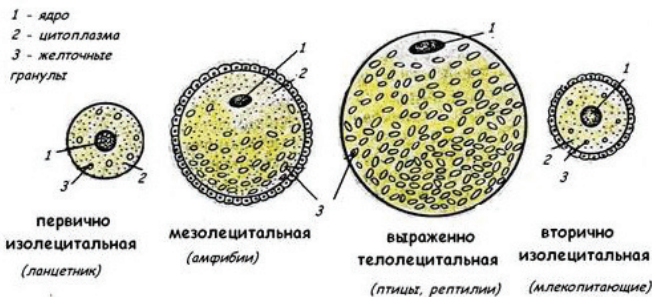


Рисунок 46 – Типы яйцеклеток

# ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

**Оплодотворение** – это первый период эмбриогенеза. Оплодотворением называется слияние мужской и женской половых клеток, в результате чего восстанавливается диплоидный набор хромосом и возникает качественно новая клетка – *зигота* (одноклеточный зародыш). При этом масса ядра увеличивается вдвое, а объём цитоплазмы остаётся прежним.

В процессе оплодотворения различают три фазы: сближение, проникновение, слияние (синкарион) (рисунок 47).

Среди животных различают оплодотворение наружное и внутреннее. Наружное оплодотворение обычно протекает в водной среде, а внутреннее – в половых путях животных. Способность к оплодотворению у яйцеклетки и сперматозоида человека сохраняется 24–36 часов. Оплодотворение – одно из самых сложных явлений.

1) *Первая фаза – сближение* (дистантное взаимодействие). Сближению половых клеток способствует:

- разность потенциалов – сперматозоиды имеют положительную электрорядность, а яйцеклетка – отрицательную;
- **реотаксис** – способность сперматозоидов млекопитающих двигаться против тока жидкости;
- **хемотаксис** – сперматозоиды в слабощелочной среде очень быстро перемещаются по направлению к яйцеклетке.

## 1 этап -сближение

- 1 - цитоплазма яйцеклетки (желточные гранулы).
- 2 - ядро клетки.
- 3 - блестящая (вторичная) оболочка яйцеклетки.
- 4 - фолликулярные клетки (лучистый венец).
- 5 - головка сперматозоида
- 6 - шейка сперматозоида
- 7 - хвостик сперматозоида.



## 2 этап оплодотворения – проникновение

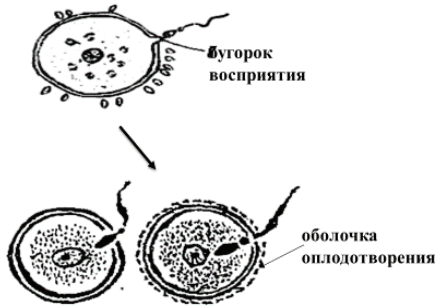


Рисунок 47 – Этапы оплодотворения

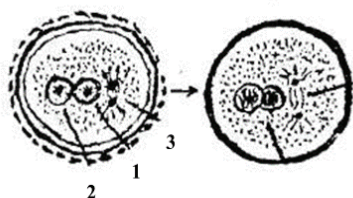
2) *Вторая стадия – проникновение* (контактное взаимодействие). Проникновение одного сперматозоида в яйцеклетку называется *моноспермией*. Это явление характерно для позвоночных (земноводные, человек). У позвоночных животных, которые имеют телolecитальную яйцеклетку, при оплодотворении в яйцеклетку проникает много сперматозоидов. Это явление носит название *полиспермия*. Контактное взаимодействие гамет (половых клеток) наступает, когда сперматозоид сблизится с яйцеклеткой. Сперматозоиды различных видов беспозвоночных и позвоночных содержат вещества, способные вызвать растворение первичной и вторичной оболочек яйцеклетки. Эти вещества (трипсин) локализованы в акросоме сперматозоида. В месте прикосновения сперматозоида к цитолемме яйцеклетки образуется выпячивание – *бугорок восприятия*.

В этом месте в яйцеклетку проникают головка и шейка сперматозоида, а хвостик остаётся снаружи. Как правило, сперматозоиды одного вида животных не прикрепляются к яйцеклеткам животных других видов и не проникают в них. Оплодотворение наступает лишь при проникновении сперматозоида того же вида животных, что и яйцеклетка.

После вхождения головки и шейки сперматозоида на периферии цитоплазмы яйцеклетки происходит уплотнение цитоплазмы и образуется оболочка оплодотворения толщиной 50 нм. Оболочка оплодотворения препятствует проникновению в яйцеклетку нескольких сперматозоидов. Проникновение сперматозоида значительно усиливает метаболическую активность яйцеклетки – синтез белка.

3) *Третья фаза – слияние ядер* (синкарион) (рисунок 48). В эту фазу ядро яйцеклетки называется женский пронуклеус, а ядро сперматозоида – мужской пронуклеус. Центриоли, внесённые сперматозоидом, расходятся к противоположным полюсам и начинает формироваться веретено деления. Кариолема растворяется. Хромосомы обоих ядер сливаются в позднюю профазу или раннюю метафазу – «материнская звезда». Слиянием ядерного материала заканчивается процесс оплодотворения. Образуется зигота с диплоидным (удвоенным) набором хромосом.

### 3 этап - синкарион



1 и 2 – женский и мужской пронуклеусы,  
3- центриоль.

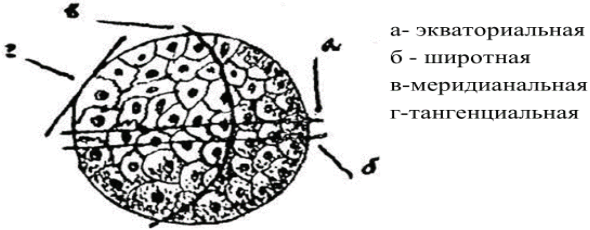
Рисунок 48 – Этап оплодотворения (синкарион)

*Зигота* – одноклеточный зародыш, вступает во второй период эмбрионального развития – период дробления.

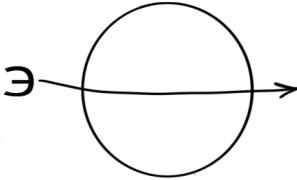
## ДРОБЛЕНИЕ

*Дробление* – последовательное митотическое деление, в котором бластомеры не растут и не расходятся, отсутствует  $G_1$  – период роста (рисунок 49).

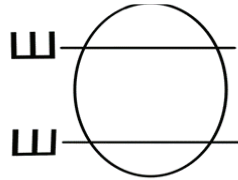
### Борозды дробления.



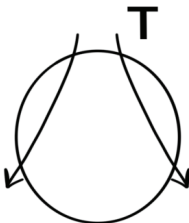
Экваториальная



Широтная



Тангенциальная



Меридианальная

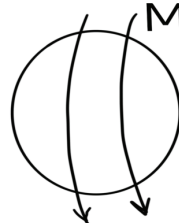


Рисунок 49 – Схематическое изображение борозд дробления

Тип дробления зависит от типа яйцеклетки. Различают четыре типа дробления (рисунок 50).

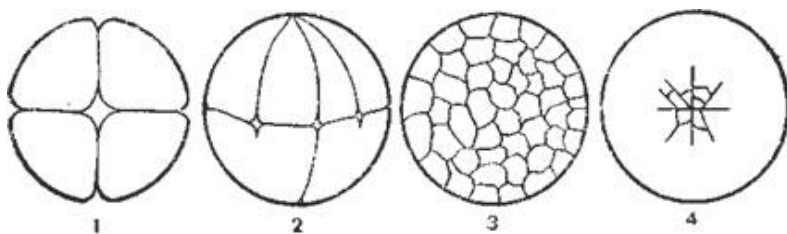


Рисунок 50 – Типы дробления яйцеклеток: 1 – полное равномерное; 2 – полное неравномерное; 3 – неполное поверхностное; 4 – частичное дискоидальное

1) *Полное равномерное дробление* – если яйцеклетка первичная изолецитальная. Дробление осуществляется двумя бороздами – широтной (экваториальной) и меридианальной. Полное – дробится вся зигота, равномерное – blastomeres одинаковые (рисунок 51).

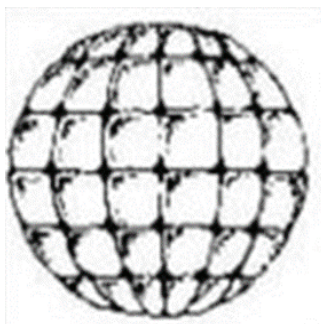


Рисунок 51 – Полное равномерное дробление

2) *Полное неравномерное дробление* у умеренно телолецитальной яйцеклетки (лягушка). Дробление осуществляется ещё и тангенциальными бороздами (нет экваториальной). В результате вся зигота дробится, но blastomeres неодинаковые в размерах – мелкие и крупные. Клетки, содержащие больше

желтка, дробятся медленнее, поэтому образуются более крупные бластомеры.

3) *Частично дискоидальное дробление* – если яйцеклетка резко телолецитальная (у птиц). Дробление происходит частично только на одном полюсе. Там, где много желтка в клетках, дробление не происходит (рисунок 52).

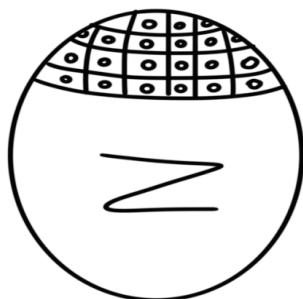


Рисунок 52 – Частично дискоидальное дробление

4) *Полное неравномерное, асинхронное дробление* – если яйцеклетка вторичная изолецитальная (у человека, млекопитающих). Образующаяся бластула такая же по размеру, как и зигота (рисунки 53 и 54).

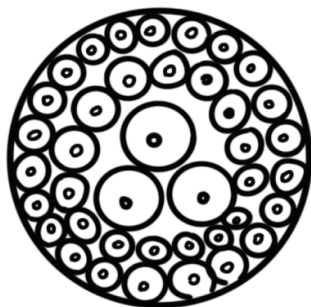


Рисунок 53 – Схема дробления вторичной изолецитальной яйцеклетки

**Дробление зиготы у человека  
(полное, неравномерное, асинхронное).**

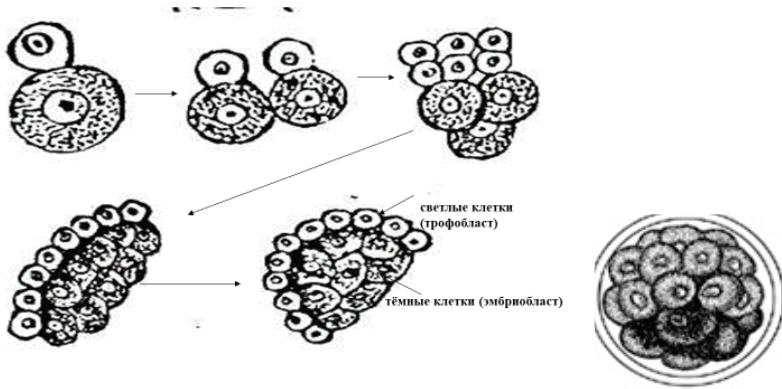


Рисунок 54 – Образование бластулы человека

Различают **четыре типа бластул**:

1) *целобластула* образуется при полном равномерном дроблении. Бластула однослойная, бластомеры все одинаковые по размеру. Различают крышу (верхняя часть), дно (нижняя часть) и краевую зону (боковая часть). Полость бластулы, которая расположена в центре, называется бластоцель (рисунок 55).

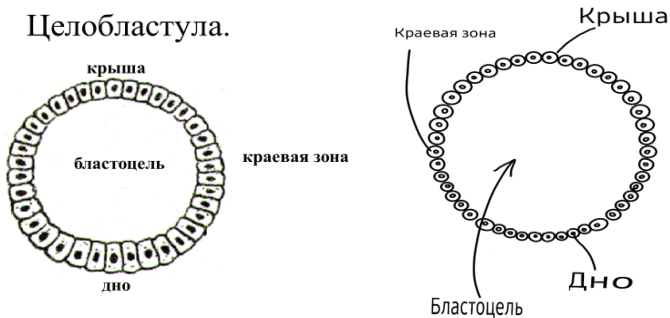


Рисунок 55 – Целобластула

2) *амфибластула* – образуется при полном неравномерном дроблении бластулы многослойной. Различают крышу, дно, краевую зону. Бластицель расположена эксцентрично. В области дна бластомеры крупные, так как содержат много желтка (рисунок 56).



Рисунок 56 – Схема амфибластулы

3) *дискобластула* – образуется при частичном, дискоидальном дроблении у птиц (рисунок 57).



Рисунок 57 – Схематическое изображение дискобластулы

4) *бластоциста* – образуется при полном, асинхронном, неравномерном дроблении у человека (рисунок 58).



Рисунок 58 – Схематическое изображение бластоцисты

## ГАСТРУЛЯЦИЯ

Третий этап эмбрионального развития – *гаструляция*. Это процесс образования двух и трёхслойного зародыша. Различают четыре типа гастрюляции (таблица 1):

*1 тип – иммиграция*, перемещение, клетки перемещаются из наружного слоя внутрь и образуют внутренний слой (рисунок 59).

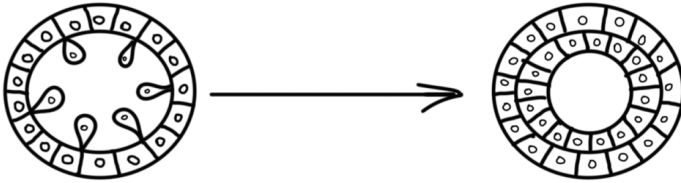


Рисунок 59 – Иммиграция

*2 тип – инвагинация*, впячивание, клетки наружного слоя впячиваются внутрь и отделяются, образуя внутренний слой. Встречается у ланцетника (рисунок 60).

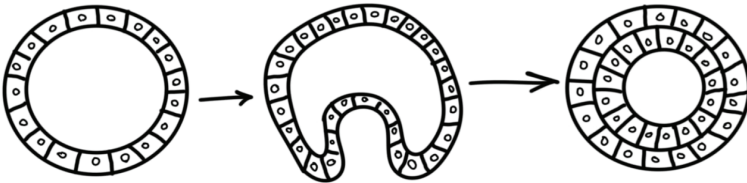


Рисунок 60 – Инвагинация

*3 тип – деламинация*, клетки наружного слоя делятся и расслаиваются, образуя внутренний слой (рисунок 61).

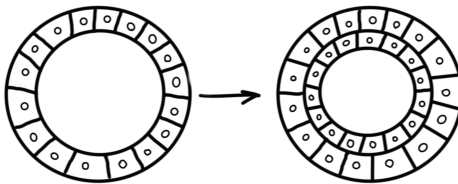


Рисунок 61 – Деламинация

4 тип – *эпиболия*, обрастание. Мелкие клетки нарастают на крупные клетки (рисунок 62). Встречается у амфибий (лягушки).

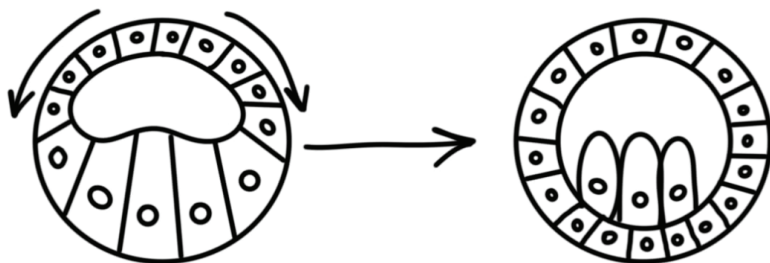


Рисунок 62 – Эпиболия

Таблица 1 – Четыре типа гастрюляции

						
Иммиграция	Инвагинация	Деламинация	Эпиболия			

## Органогенез

**Органогенез** – образование осевых органов. После образования двух зародышевых листков *эктодермы* (наружный) и *энтодермы* (внутренний) начинается формирование осевых зачатков органов и одновременно образование третьего зародышевого листка – *мезодермы*. При дифференцировке мезодермы дорзальный её отдел сначала подразделяется на **сомиты**, начиная с головного конца – *дерматом*, *миотом*, *склеротом*. Вентральная мезодерма – **спланхнотом**, расщепляется на два листка – *париетальный* (ближе к эктодерме) и *висцеральный* (ближе к энтодерме). Между листками находится полость – *целом* (рисунок 63).

## Образование осевых зачатков органов.

- 1 – эктодерма;
- 2 – висцеральный листок мезодермы (спланхнотом);
- 3 – дуги аорты;
- 4 – нефротом;
- 5 – эктодерма;
- 6 – сомит;
- 7 – нервная трубка и ганглионарная пластинка;
- 8 – хорда;
- 9 – париетальный листок мезодермы (спланхнотом);
- 10 – целом;
- 11 – спланхнотом

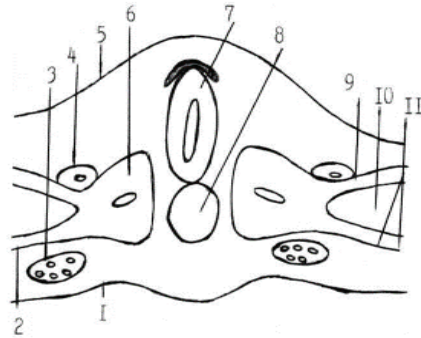


Рисунок 63 – Образование осевых зачатков органов

Процесс возникновения тканей из малодифференцированных клеток эмбриональных зачатков: 4 этап – *гистогенез*, 5 этап – *образование органов*.

Зародышевые листки дифференцируются на ткани, а из них – органы.

Из **эктодермы** образуются: эпидермис кожи, частично органы чувств (роговица, слуховые пузырьки), придатки кожи – волосы, железы, нервная трубка.

Из **энтодермы** образуются: пищеварительная трубка, пищеварительные железы – печень и поджелудочная железа, дыхательная система, щитовидная железа, околощитовидная железа, тимус.

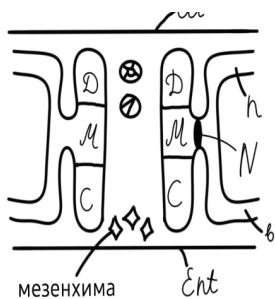
Из **мезенхимы** образуются: собственно соединительная ткань, хрящевая ткань, гладкая мышечная ткань, органы кроветворения, сердечно-сосудистая система. **Мезенхима** – это зародышевая соединительная ткань из выселяющихся клеток мезодермы, энтодермы (рисунок 64).

Из **спланхнотом** образуются миокард, эпикард сердца, кора надпочечников, серозные оболочки полостей тела (брюшная полость, плевральная, полость сердечной сумки).

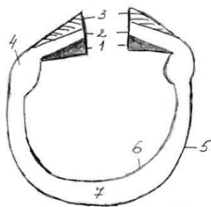
Из **нефротомы** (сегментной ножки) развивается мочеполовая система.

Из **дорзальной мезодермы** образуются:

- из дерматома – дерма кожи;
- из миотома – скелетная мышечная ткань;
- из склеротома – костная ткань.



### Дифференцировка мезодермы.



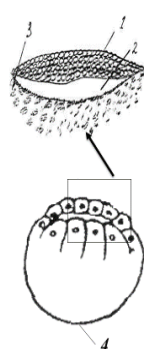
- 1 – склеротом;
- 2 – миотом;
- 3 – дерматом;
- 4 – нефротом;
- 5 – париетальный листок спланхнотомы;
- 6 – висцеральный листок спланхнотомы;
- 7 – целом.

Рисунок 64 – Дифференцировка мезодермы

## ЭМБРИОГЕНЕЗ ПТИЦ

Яйцевые клетки птиц богаче желтком, чем яйца амфибий. Накопление желтка в яйцеклетках птиц является результатом изменений жизненных условий, при которых происходило физиологическое развитие этих видов животных, оно вызывает явные изменения и их онтогенетического (индивидуального) развития. Резко телолецитальные яйцеклетки птиц уже не могут дробиться полностью. Дробление оплодотворённой яйцеклетки птиц *неполное, частичное, дискоидальное*. Дробление частичное, поскольку огромный вегетативный полюс содержит очень большое количество желтка. В то время как на анимальном полюсе, в котором эксцентрично располагается ядро яйцеклетки, желтка содержится мало. Дроблению подвергается только небольшое (дисковидное) поле анимального полюса.

Первая борозда начинается посередине анимального полюса и идёт меридионально, не выходя за пределы малого круга. В дальнейшем дробление происходит совершенно неравномерно и возникает несколько слоёв бластомеров, располагающихся один на другом. Между желтком и бластомерами (зародышевый диск) образуется полость – бластоцель. Зародышевый диск, образованный бластомерами, соответствует крыше, а желток – дну бластулы. *Бластула* называется *дискобластулой*. Дискобластула птиц представляет собой зародышевый диск, распланный на желтке (рисунок 65).



Дискобластула.

- 1 – бластомеры;
- 2 – полость;
- 3 – желток;
- 4 – дно.

У птиц бластула - это слой клеток, имеющий дисковидную форму и лежащий на не поделившемся желтке.

Рисунок 65 – Дискобластула

В результате дискоидального дробления образуется дискобластула, которая в дальнейшем превращается в *гаструлу*.

**Гастрюляция** у птиц осуществляется двумя путями – деяминацией и иммиграцией. Первая фаза гастрюляции у птиц осуществляется путём **деляминации**, при которой возникают *эктодерма* и *энтодерма*. Таким образом, в результате деяминации (расщепления) возникает двуслойный зародыш – *гаструла* (рисунок 66).

## Гастрюляция.

### ДЕЛАМИНАЦИЯ

1 – зачаток эктодермы;

2 – зачаток мезодермы;

3 – зачаток энтодермы

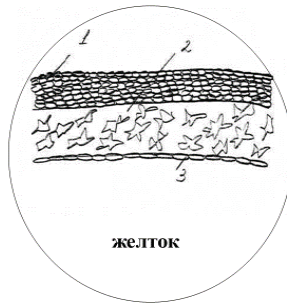


Рисунок 66 – Гастрюляция

Вторая фаза гастрюляции – *иммиграция*. Клеточный материал эктодермы начинает двигаться двумя потоками, справа и слева от средней линии к заднему концу зародыша. На заднем конце зародышевого щитка клеточные потоки встречаются, поворачивают и начинают двигаться вперёд по средней линии, образуя в этом месте утолщённый слой клеток, называемый *первичной полоской*. Передняя часть первичной полоски образует расширение, называемое первичным или *гензеновским узелком*.

В первичном узелке путём инвагинации образуется углубление, называемое *первичной ямкой*. Посередине первичной полоски возникает продольное углубление, называемое *первичной бороздкой* или первичным желобком. Образование мезодермы во второй фазе гастрюляции осуществляется путём инвагинации клеточного материала эктодермы в области первичной бороздки

в пространство между наружным и внутренним зародышевыми листками (эктодермой и энтодермой) (рисунок 67).

### Схема перемещения клеточного материала.

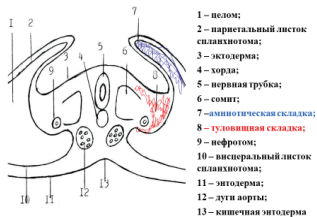


Рисунок 67 – Перемещение клеточного материала

Клеточный материал, располагающийся под первичной ямкой, формирует *нервную пластинку*. Клеточный материал первичной ямки, который инвагинирует вглубь, формирует *хорду*. По окончании второй фазы гастрюляции зародыш птиц становится трёхслойным.

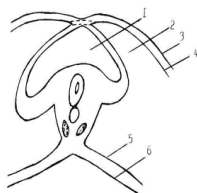
К провизорным (временным, внезародышевым) органам птиц относят *желточный мешок, аллантоис, амнион и серозную оболочку* (рисунок 68). У птиц возникает *туловищная складка*, отделяющая зародыш от внезародышевых органов. Туловищная складка приподнимает зародыш над желтком. Поэтому развивающийся зародыш не погружается в желток, а приподнимается над ним. Позднее формируется вторая – *амниотическая складка*, растущая в противоположном направлении. Амниотическая складка поднимается над зародышем и срастается, образуя амнион и серозную оболочку.

### Развитие туловищной и амниотической складок.



- 1 – тело;
- 2 – париетальный листок спланхнотомы;
- 3 – эктодерма;
- 4 – хорда;
- 5 – нервная трубка;
- 6 – сомит;
- 7 – амниотическая складка;
- 8 – туловищная складка;
- 9 – нефротом;
- 10 – висцеральный листок спланхнотомы;
- 11 – энтодерма;
- 12 – дуги аорты;
- 13 – кишечная энтодерма

### Образование амниотической и серозной оболочек.



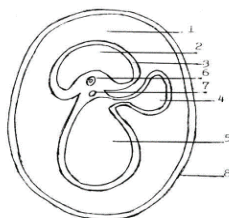
- 1 – амнион;
- 2 – серозная оболочка;
- 3 – эктодерма;
- 4 – париетальный листок спланхнотомы;
- 5 – висцеральный листок спланхнотомы;
- 6 – энтодерма.

Рисунок 68 – Внезародышевые органы

### **Внезародышевые органы** (рисунок 69):

- *желточный мешок* образован внезародышевой энтодермой и висцеральным листком спланхнотомы. Функция: кроветворная и трофическая;
- *аллантоис* образован внезародышевой энтодермой и висцеральным листком спланхнотомы. Образуется выпячивание из желточного мешка. Функция: выделительная;
- *амнион* образован внезародышевой эктодермой и париетальным листком спланхнотомы. Функция: защитная (механическая);
- *серозная оболочка* образована внезародышевой эктодермой и париетальным листком спланхнотомы. Функция: газообмен.

### Провизорные органы птиц.



- 1 – серозная полость;
- 2 – амниотическая полость;
- 3 – амниотическая оболочка;
- 4 – аллантоис;
- 5 – желточный мешок;
- 6 – нервная трубка;
- 7 – хорда;
- 8 – серозная оболочка

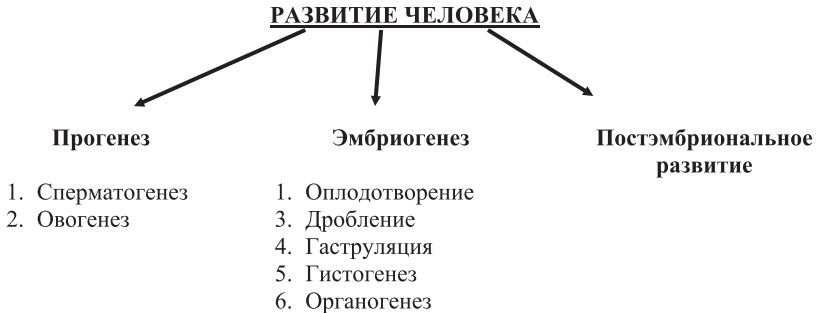
Рисунок 69 – Провизорные органы птиц

# ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

## *Особенности эмбрионального развития человека.*

Раннее развитие внезародышевых органов – амнион, хорион, желточный мешок.

Позднее развитие зародыша.



## ***Этапы эмбриогенеза (280 суток):***

- 1) начальная – 1-я неделя.
- 2) зародышевый – 2–3-я недели;
- 3) плодный – 9-я неделя и до рождения.

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

- 1) прогенез (овогенез, сперматогенез);
- 2) оплодотворение;
- 3) имплантация – 7–8-е сутки (40 час.);
- 4) органогенез – 2–3 недели;
- 5) плацентация и развитие осевых зачатков органов – 5-я неделя (с 3 по 8 неделю);
- 6) стадия усиленного роста головного мозга (15–20-я неделя развития);
- 7) дифференцировка полового аппарата (20–24 неделя развития);
- 8) вторая фаза дифференцировки и роста головного мозга – 25-я неделя.
- 9) рождение;
- 10) период новорожденности (1 неделя, 40 дней, до 1 года);
- 11) половое созревание (11–16 лет).

Впервые теорию критических периодов развития разработал советский эмбриолог А.Г. Светлов (1960 г). Сущность теории заключается в том, что каждый этап развития зародыша начинается коротким этапом качественно новой перестройки. В это время эмбрион наиболее восприимчив к повреждающему воздействию различных факторов.

## Прогенез

### *Прогенез – доэмбриональное развитие:*

- *сперматогенез* длится 72–76 суток при температуре 34 °С. Размер сперматозоида – 60–70 мкм. Форма – жгутиковая. Скорость движения – 30–50 мкм/сек, 1–5 мм/мин. Оплодотворяющая способность сохраняется в течение 1–2 суток.
- *овогенез* длится 24–28 суток – яйцеклетка (вторичная, изоллецитальная, оплодотворяющая способность сохраняется 12–24 часа). Желточные гранулы, 3–4 тыс. клеток образуют лучистый венец размером 130–150 мкм, нет centrosомы.

**Оплодотворение** – это процесс слияния яйцеклетки и сперматозоида образуется качественно новая клетка – **зигота** (рисунок 70).

Оплодотворение длится 12–24 часа в ампулярной части маточной трубы. У человека оно внутреннее, моноспермное.

### *Этапы оплодотворения:*

1. Сближение;
2. Проникновение;
3. Синкарион (слияние).

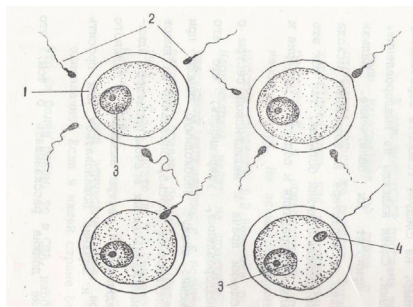


Рисунок 70 – Этапы оплодотворения

*Факторы, влияющие на этап сближения:*

- рН среды (щелочная), в кислой среде сперматозоиды теряют подвижность;
- разность зарядов: у яйцеклетки – отрицательный, а у сперматозоида – положительный;
- хемотаксис – яйцеклетка выделяет гиногамоны, усиливающие подвижность сперматозоидов, сперматозоиды – андрогамоны, снижают скорость движения;
- реотаксис – движение против тока жидкости;
- количество сперматозоидов – 350 млн, в 1 мл – 60 млн;
- размер сперматозоида – 60–70 мкм; если содержит Y-хромосому, то меньше по размеру, двигаются быстро, погибают быстрее; с X-хромосомой двигаются медленно, живут дольше;
- скорость движения – 1–5 мм/мин, через 30 мин – в матке, через 1,5–2 часа – в маточной трубе;
- зрелость сперматозоидов, с возрастом увеличивается количество аномальных сперматозоидов.

*Повреждающие факторы:* лекарства, гипоксия, голодание, вредные привычки, рентген лучи.

Второй этап оплодотворения – **проникновение:**

- 1) *капацитация* – увеличивается активность сперматозоидов. Яйцеклетка вращается четыре оборота в минуту под действием жгутиков сперматозоидов;
- 2) *акросомальная реакция* – сперматозоиды выделяют гиалуронидазу, которая растворяет блестящую оболочку. Яйцеклетка образует бугорок восприятия, через который проникает только один сперматозоид. После проникновения образуется оболочка оплодотворения, которая препятствует полиспермии и сохраняется до имплантации.

Третий этап оплодотворения – **синкарион (слияние)**. Кариеолема растворяется, происходит слияние хромосом в раннюю стадию метафазы – «материнская звезда». Образуется зигота, содержащая 46 хромосом.

## Дробление

*Дробление* зиготы бывает полное, неравномерное, асинхронное. Происходит в маточной трубе в течение 3–4 суток.

В результате дробления образуются два вида бластомеров: темные и светлые. Темные дробятся медленно и образуют *эмбриобласт*. Светлые бластомеры дробятся быстрее и образуют *трофобласт* – питательные клетки (рисунок 71).

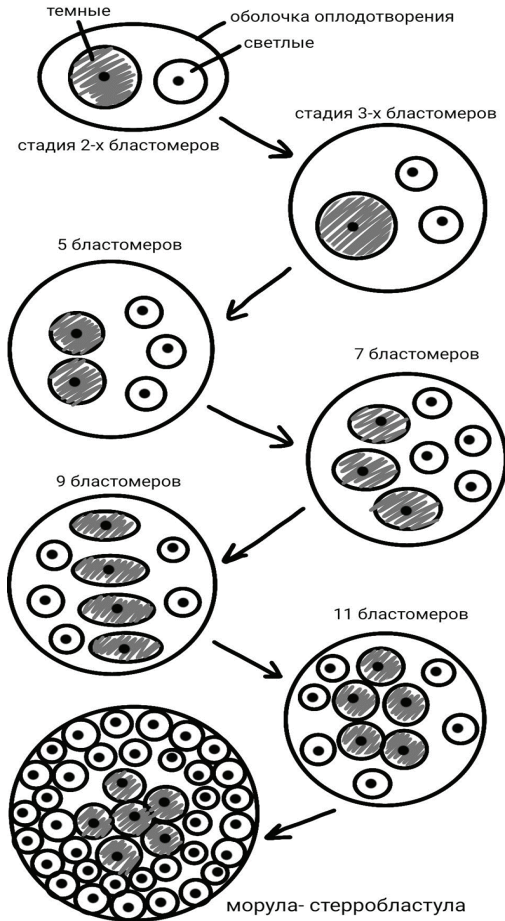


Рисунок 71 – Дробление

При прохождении по яйцеводу в зародыше появляется полость, и зародыш называется *бластоциста* (рисунок 72).

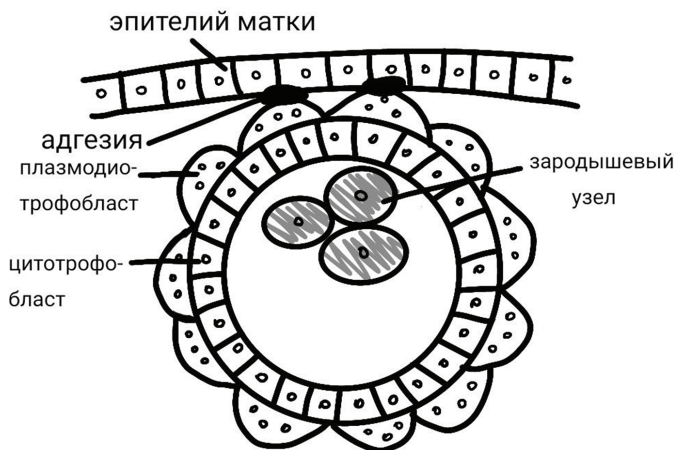


Рисунок 72 – Бластоциста

На 5-е сутки после оплодотворения бластоциста попадает в матку. С 5 по 7 сутки бластула мигрирует по матке, впитывает секрет маточных желёз и имплантируется в области дна матки. В матке зародыш дробится до 107 клеток. На 7-е сутки дробление заканчивается.

Таким образом, на 7-е сутки с начала оплодотворения зародыш человека на стадии бластоцисты подходит к слизистой матки для прикрепления – имплантации. Растворяется оболочка оплодотворения.

## Гаструляция

**Гаструляция** – образование зародышевых листков:

- 1 фаза – деламинация (7-е сутки);
- 2 фаза – иммиграция (14-е сутки).

На 7-е сутки начинается *имплантация*. Она проходит в две стадии:

- 1) адгезия (прилипание);
- 2) инвазия (проникновение).

*1 стадия имплантации – трофобласт дифференцируется на слои:*

- цитотрофобласт;
- плазмодиотрофобласт.

Плазмодиотрофобласт прилипает (адгезия) к слизистой матки (рисунок 72).

*2 стадия имплантации – инвазия.* Плазмодиотрофобласт синтезирует протеолитические ферменты (гиалуронидазу) и разрушает слизистую оболочку матки – эпителий, соединительную ткань, извитые артерии, образуя ворсинки (рисунок 73).

**Гастроуляция по типу деламинации.** Эмбриобласт расщепляется на два листка – наружный и внутренний. Клетки наружного листка смыкаются и образуют амниотический пузырёк. Имплантация – критический период, так как происходит смена питания с *гистиотрофного* (соединительная ткань) на *гематотрофный* (кровь из разрушенных извитых артерий).

Имплантация длится 40 часов.

*11-е сутки* – имплантация закончилась. Восстановился эпителий слизистой матки. Из зародышевого щитка выселяется внезародышевая мезенхима. Формируется два вида хориона: гладкий и ворсинчатый (рисунок 73).

**Хорион** состоит из внезародышевой мезенхимы, плазмодиотрофобласта и цитотрофобласта.

Ворсинчатый хорион → базальный слой.

Гладкий → эпителий матки.

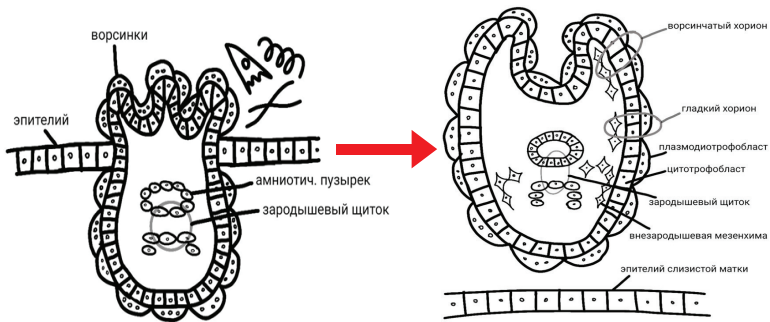


Рисунок 73 – Гастроуляция

Вторая фаза гаструляции – 14-е сутки (рисунок 74):

- формируется желточный мешок (пузырёк) – путём смыкания;
- из внезародышевой мезенхимы образуется амниотическая или зародышевая ножка;
- желточный мешок прикрепляется к хориону при помощи амниотической ножки, а также амниотический пузырьёк;
- начинается иммиграция в зародышевой эктодерме.

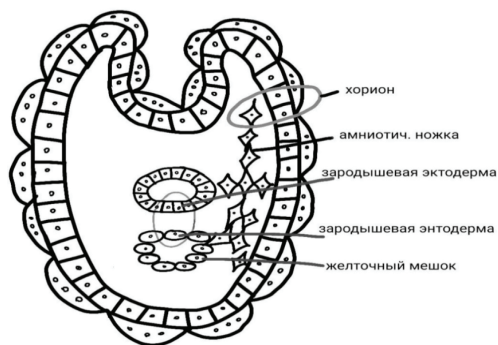
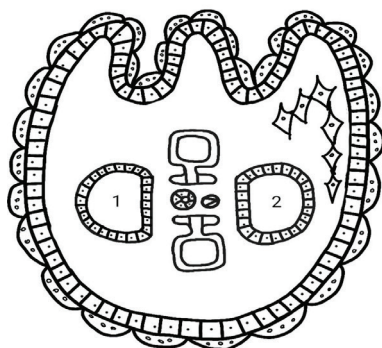


Рисунок 74 – 14-е сутки эмбриогенеза

17-е сутки – поворот на 90° (рисунок 75).



- 1) амниотический пузырь
- 2) желточный мешок

Рисунок 75 – 17-е сутки эмбриогенеза

20-е сутки – туловищная складка отделяет зародыш от вне-зародышевых органов (рисунок 76). Отсутствует амниотическая складка.

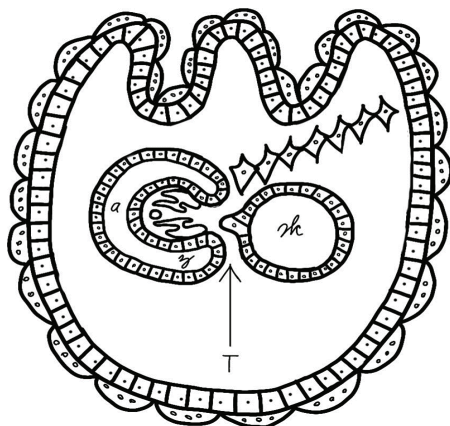
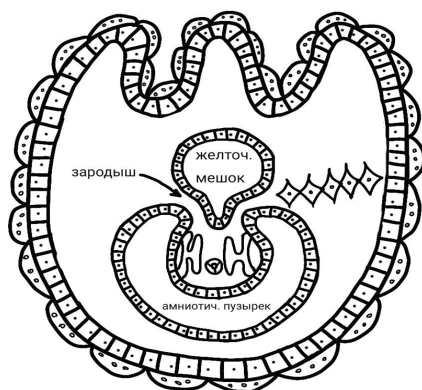


Рисунок 76 – 20-е сутки эмбриогенеза

24–25-е сутки – ещё поворот на 90° (рисунок 77).



Желточный мешок уменьшается в размере

Рисунок 77 – 24–25-е сутки эмбриогенеза

40-е сутки – формируется аллантаис в результате выпячивания из желточного мешка (рисунок 78). Заканчивается отделение зародыша от внезародышевых органов.

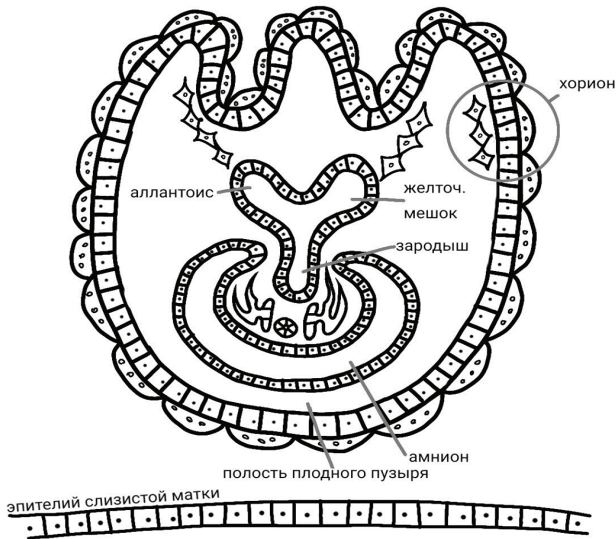


Рисунок 78 – 40-е сутки эмбриогенеза

*Амнион* состоит из париетального листка мезодермы и внезародышевой эктодермы. Функции: защитная; регуляция объёма жидкости.

*Желточный мешок* состоит из висцерального листка мезодермы и внезародышевой энтодермы. Функции: содержит гонобласты; кроветворение – источник развития сосудов; на втором месяце редуцируется и входит в состав пупочного канатика.

*Аллантаис* состоит из висцерального листка мезодермы и внезародышевой энтодермы (рисунок 79). Функция: выделительная, в конце второго месяца редуцируется.

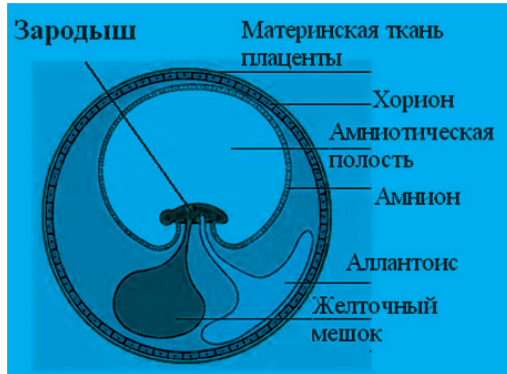


Рисунок 79 – Аллантоис

*Хорион* формирует будущую плаценту (рисунок 80).

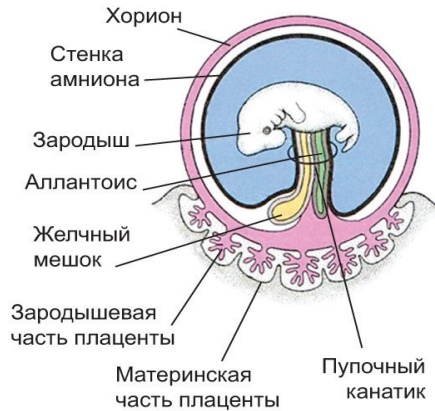


Рисунок 80 – Эмбрион человека с зародышевыми оболочками

## ПЛАЦЕНТА

**Плацента** – это внезародышевый орган, обеспечивает связь зародыша и матери (рисунок 81).

**Виды плацент:**

- 1 тип – *эпителиохориальный, диффузная.*

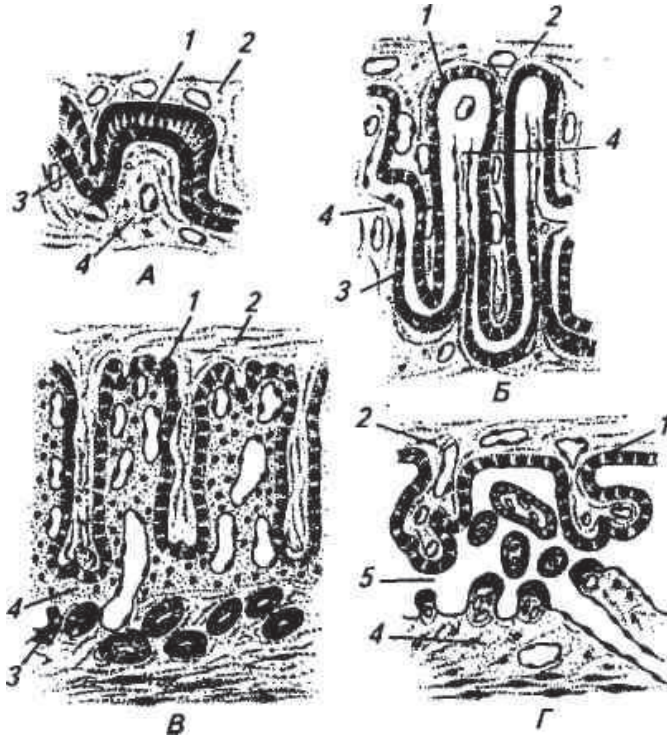


Рисунок 81 – Взаимоотношения зародышевых и материнских тканей в плацентах различных типов: А – эпителиохориальная плацента (свинья); Б – десмохориальная плацента (жвачные); В – эндотелиохориальная плацента (хищные); Г – ворсинковая гемохориальная плацента (приматы); 1 – трофобласт; 2 – соединительная ткань хориона с зародышевыми сосудами; 3 – эпителий матки; 4 – соединительная ткань слизистой оболочки матки с материнскими сосудами; 5 – кровеносные лакуны

Питание – диффузное, за счет секрета маточных желёз, кровотока нет. Слизистая матки не повреждается.

- 2 тип – десмохориальный, множественная.

Частично разрушаются маточные железы, питание за счёт соединительной ткани – децидуальные клетки (рисунок 82).

### **Десмохориальный тип плацентарной связи**

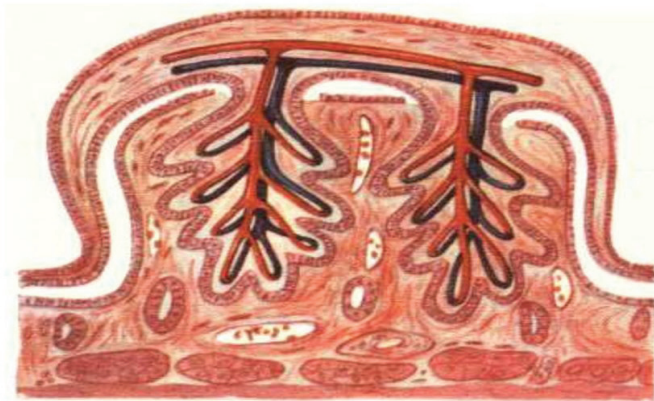


Рисунок 82 – Десмохориальный тип плацентарной связи

- 3 тип – эндотелиохориальный, поясная.

Полностью разрушаются маточные железы, соединительная ткань, ворсинки контактируют с эндотелием сосудов, не разрушая их.

- 4 тип – гемохориальный, дискоидальная (у человека).

Ворсинки разрушают кровеносные сосуды и омываются материнской кровью. Кровь зародыша никогда не смешивается с кровью матери благодаря барьеру: *эндотелий – цитотрофобласт – плазмодиотрофобласт*. Это *гематоплацентарный барьер* между плодом и матерью, который проницаем для лекарств, алкоголя, вирусов, никотина, наркотиков.

Плацента начинает формироваться с третьей недели внутриутробного развития, и заканчивается на третьем месяце (рисунок 83).

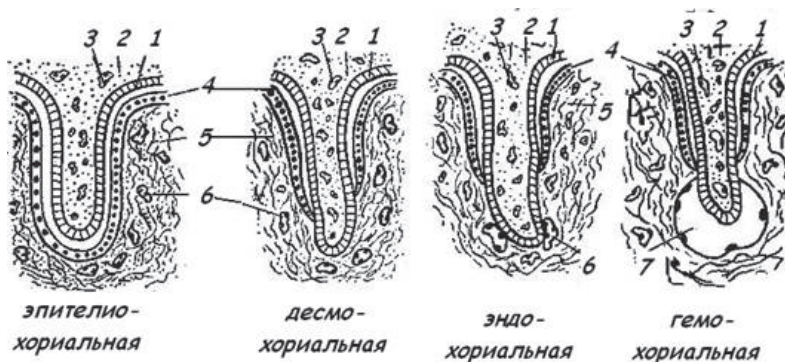


Рисунок 83 – Виды плацент

### Функции плаценты:

- трофическая – зародыш питается через плаценту;
- дыхательная – кислород, растворённый в крови;
- экскреторная;
- гормональная – синтезируется хориальный гонадотропин (8–10 недель), прогестерон, соматомаммотропин;
- защитная – от микроорганизмов;
- гематоплацентарный барьер.

Плацента человека состоит из **зародышевой (или плодной) и материнской (или маточной) частей.**

*Зародышевая, детская часть* представлена ворсинчатым хорионом. Хориальные ворсины – якорные, стволые.

- 1) плазмодиотрофобласт или симпластотрофобласт;
- 2) цитотрофобласт;
- 3) хориальная пластинка – РВНСТ;
- 4) две пупочные артерии и одна пупочная вена;
- 5) амниотическая оболочка:
  - амниотический эпителий,
  - ПВНСТ,
  - РВНСТ – губчатый слой.

*Амниотическая оболочка* – орган, в котором находится плод. Функции: выработка околоплодных вод, защищает от





Рисунок 85 – Плацента

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЭМБРИОЛОГИИ**

1. Прогенез – сперматогенез, овогенез.
2. Сперматозоид и типы яйцеклеток.
3. Этапы эмбриогенеза, их характеристика.
4. Оплодотворение, этапы, виды.
5. Типы дробления и борозды дробления.
6. Виды бластул, строение.
7. Способы гастрюляции.
8. Зародышевые листки.
9. Дифференцировка мезодермы.
10. Обособление тела зародыша туловищной складкой.
11. Внезародышевые органы – желточный мешок, аллантоис, амнион, серозная оболочка.
12. Отличительные особенности эмбриогенеза человека.
13. Критические периоды в эмбриогенезе человека.
14. Типы плацент.
15. Строение плаценты человека.

## СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ ПО ЭМБРИОЛОГИИ

**1. У новорожденного диагностировано нарушение развития миокарда желудочка. С нарушением развития какого эмбрионального источника связана эта патология?**

- A. Эктодермы;
- B. Энтодермы;
- C. Висцеральной спланхноплевры;
- D. Мезенхимы;
- E. Parietalной спланхноплевры.

**2. При болезни Аддисона наблюдается гиперпигментация кожных покровов. Это связывают с общностью источников развития меланоцитов и мозгового вещества надпочечников. Что является источником их развития?**

- A. Эктодерма;
- B. Мезодерма;
- C. Мезенхима;
- D. Нервный гребень;
- E. Энтодерма.

**3. На микропрепарате зародыша человека, взятого из непроизвольного выкидыша, видим зародышевый щиток, в котором распознаются два слоя: энто- и эктодерма. На каком этапе эмбрионального развития находился эмбрион?**

- A. Образования бластулы;
- B. Гистогенеза;
- C. Прогенеза;
- D. Гастрюляции;
- E. Органогенеза.

**4. В эксперименте на зародыше лягушки разрушен внешний зародышевый листок – эктодерма. Какая морфологическая структура из перечисленных не будет в дальнейшем развиваться у данного зародыша?**

- A. Костная ткань;
- B. Сомиты;
- C. Нефротом;
- D. Спланхнотом;
- E. Эпидермис.

**5. Одним из критических периодов эмбриогенеза человека является внедрение зародыша в стенку матки на 7-е сутки. В эмбриобласте в этот период происходит первая фаза гаструляции. Каким способом осуществляется этот процесс?**

- A. Эпиволия;
- B. Миграция;
- C. Деляминация;
- D. Инвагинация;
- E. Нейруляция.

**6. При микроскопическом исследовании внутренних половых женских органов, которые удалены во время операции, был найден построенный из двух бластомеров эмбрион. Назовите место его локализации при условии нормального развития:**

- A. Яичник;
- B. Маточная труба, около матки;
- C. Полость матки;
- D. Брюшная полость;
- E. Ампульная часть маточной трубы.

**7. В эксперименте у зародыша кролика разрушен миотом. Нарушение развития какой структуры будет наблюдаться у данного зародыша?**

- A. Серозных оболочек;
- B. Осевого скелета;
- C. Соединительной ткани кожи;
- D. Гладкой мускулатуры;
- E. Скелетной мускулатуры.

**8. На гистологическом препарате видно зародыш курицы на стадии дифференциации мезодермы на сомиты, сегментные ножки и спланхнотом. Из какого материала развивается осевой скелет?**

- A. Миотом;
- B. Дерматом;
- C. Нефротом;
- D. Спланхнотом;
- E. Склеротом.

**9. Процесс дробления зиготы завершается образованием бластулы. Какой тип бластулы характерен для человека?**

- A. Морула;
- B. Целобластула;
- C. Дискобластула;
- D. Амфибластула;
- E. Бластициста.

**10. Начинается имплантация бластоцисты человека. Как называется период эмбриогенеза, что начинается одновременно с имплантацией?**

- A. Гистогенез;
- B. Инвагинация;
- C. Дифференцировка;
- D. Гастрюляция;
- E. Дробление.

**11. Человек родился «в рубашке». О какой «рубашке» идет речь в этой пословице?**

- A. Амниотической;
- B. Желточной;
- C. Серозной;
- D. Хориальной;
- E. Трофобластической.

**12. В эксперименте у зародыша птицы разрушено склеротом. Нарушение развития какой структуры будет вызвано этой манипуляцией?**

- A. Осевого скелета;
- B. Соединительной ткани кожи;
- C. Стромы внутренних органов;
- D. Стромы гонад;
- E. Хорды.

**13. Во время гастрюляции зародыш переходит от гистотрофного к гематотрофному способу питания. Какой провизорный орган впервые обеспечивает это?**

- A. Амнион;
- B. Трофобласт;
- C. Желточный мешок;

- D. Хорион;
- E. Аллантаис.

**14. Антиген тканевой совместимости ребенок наследует от отца и матери. Известно, что экспрессия родительских антигенов в эмбриогенезе начинается слишком рано. Но иммунная система матери не отторгает зародыша. Какой провизорный орган впервые препятствует отторжению зародыша организмом матери?**

- A. Амнион;
- B. Хорион;
- C. Аллантаис;
- D. Желточный мешок;
- E. Пуговина.

**15. В эмбриональном материале обнаружено нарушение дифференцировки энтодермы. Изменения развития каких органов могут возникнуть в данном случае?**

- A. Аорты;
- B. Сердца;
- C. Почек;
- D. Желудка;
- E. Слюнных желез.

**16. При образовании зародыша человека можно наблюдать появление в его составе полости, светлых мелких бластомеров на периферии и темных больших бластомеров на одном из полюсов. Как называется зародыш на этой стадии развития?**

- A. Морула;
- B. Бластоциста;
- C. Зигота;
- D. Гастрюла;
- E. Зародышевый диск.

**17. Во время судебно-медицинской экспертизы женщины, которая погибла в автокатастрофе, найден эмбрион на стадии ранней гастрюлы. Назовите место его локализации при условии его нормального развития.**

- A. Яичник;
- B. Ампульная часть яйцевода;

- C. Маточная часть яйцевода;
- D. Стенка матки;
- E. Брюшная полость.

**18. В периоде ранней гаструляции человека формируются экто- и энтодерма. Каким механизмом образуются эти листки?**

- A. Деляминация;
- B. Инвагинация;
- C. Эпиволия;
- D. Иммиграция;
- E. Инвагинация, эпиволия.

**19. В полости матки был обнаружен эмбрион человека, не прикрепленный к эндометрию. Какой стадии развития отвечает такое размещение эмбриона?**

- A. Зиготы;
- B. Бластоцисты;
- C. Морулы;
- D. Гаструлы;
- E. Нейрулы.

**20. В первом критическом периоде в маточной трубе по неизвестной причине в зародыше состоялось растворение оболочки оплодотворения. Какое осложнение беременности возможно в этом случае?**

- A. Гибель зародыша;
- B. Имплантация зародыша в стенку трубы;
- C. Инвагинация стенки бластоцисты;
- D. Возвращение бластоцисты обратно в ампулярную зону трубы;
- E. Образование двух бластоцист.

**21. По женским половым путям сперматозоиды двигаются в сторону яйцеклетки против жидкости (дистантный этап оплодотворения). Какое название имеет это направление движения?**

- A. Хемотаксис;
- B. Термотаксис;
- C. Реотаксис;

- D. Капацитация;
- E. Акросомальная реакция.

**22. Имплантация зародыша в слизистую оболочку матки состоит из двух фаз адгезии и инвазии. Первая фаза сопровождается:**

- A. Прикреплением бластоцисты к поверхности эндометрия;
- B. Разрушением соединительной ткани эндометрия;
- C. Разрушением эпителиоцитов слизистой оболочки (эндометрия) матки;
- D. Активизацией секреции маточных желез;
- E. Угнетением секреции маточных желез.

**23. В эмбриогенезе человека на 20-е сутки происходит отделение тела зародыша от провизорных органов. Что обеспечивает этот процесс?**

- A. Целом;
- B. Амниотическая складка;
- C. Туловищная складка;
- D. Желточный стебелек;
- E. Сомиты.

**24. При исследовании амниотической жидкости, полученной при амниоцентезе (прокол амниотической оболочки), обнаружены клетки, ядра которых содержат половой хроматин (тельце Барра). О чем из отмеченного это может свидетельствовать?**

- A. Полиплоидия;
- B. Развитие плода мужского пола;
- C. Генетические нарушения в развитии плода;
- D. Трисомия;
- E. Развитие плода женского пола.

**25. В препарате 10-дневного зародыша человека видно два мешочка, которые контактируют между собой (амниотический и желточный). Как называется структура, которая лежит в месте их контакта?**

- A. Зародышевый щиток;
- B. Дно амниотического пузырька;
- C. Крыша желточного мешка;
- D. Амниотическая ножка;
- E. Внезародышевая мезодерма.

**26. В препарате видно овоцит в момент оплодотворения его сперматозоидом. Что является главным результатом оплодотворения?**

- A. Кортикальная реакция;
- B. Определение пола ребенка;
- C. Завершение овоцитом мейоза;
- D. Пенетрация сперматозоидом оволеммы;
- E. Образование зиготы.

**27. На гистологическом препарате видно внезародышевый орган, который представляет собой пузырек, связанный с кишечной трубкой. Стенка его изнутри выслана эпителием, снаружи образована соединительной тканью. На ранних этапах эмбриогенеза он выполняет функцию кроветворного органа. Назовите этот орган.**

- A. Плацента;
- B. Аллантоис;
- C. Амнион;
- D. Пуповина;
- E. Желточный мешок.

**28. Процесс имплантации происходит в два этапа: адгезия и инвазия. Морфологическим проявлением процесса адгезии бластоцисты является:**

- A. Прикрепление бластоцисты к эндометрию;
- B. Разрушение эпителия эндометрия;
- C. Разрушение соединительной ткани эндометрия;
- D. Разрушение сосудов эндометрия;
- E. Формирование лакун.

**29. На ранних этапах развития зародыша человека возникает пальцевидный вырост вентральной стенки первичной кишки, который врастает в амниотическую ножку. Какое название имеет этот провизорный орган?**

- A. Плацента;
- B. Желточный мешок;
- C. Амнион;
- D. Аллантоис;
- E. Пуповина.

**30. На гистологическом препарате представлен поперечный срез органа, основу которого образует слизистая соединительная ткань, две артерии и вена. Что это за орган?**

- A. Пуповина;
- B. Аллантаис;
- C. Желточный мешок;
- D. Амнион;
- E. Плацента.

**31. На гистологическом срезе зародыша человека видно связанный с кишечной трубкой пузырек, который является одним из провизорных органов. В его стенке расположены первичные половые клетки и первичные эритроциты (мегалобласты). Определите, какой это провизорный орган?**

- A. Пуповина;
- B. Аллантаис;
- C. Плацента;
- D. Желточный мешок;
- E. Амнион.

**32. В процессе эмбриогенеза произошло повреждение формирования переднего отдела первичной кишки. Укажите возможную локализацию аномалий развития?**

- A. Печень;
- B. Желудок;
- C. Органы ротовой полости;
- D. Поджелудочная железа;
- E. Тонкая кишка.

**33. Женщина переболела гриппом и оказалось, что это случилось в период ранней фазы гастрюляции. Каких последствий можно ожидать?**

- A. Нарушение образования мезодермы;
- B. Нарушение образования экто- и энтодермы;
- C. Нарушение образования мезенхимы;
- D. Нарушение процесса эпителии;
- E. Нарушение процесса инвагинации.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ЭМБРИОЛОГИИ

### Прогенез

**1. Какого органоида лишена яйцеклетка?**

- 1) эндоплазматической сети;
- 2) центросомы;
- 3) лизосомы;
- 4) рибосомы.

**2. Какой органоид общего назначения видоизменен в сперматозоиде, при повреждении которого оплодотворение невозможно?**

- 1) эндоплазматическая сеть;
- 2) митохондрии;
- 3) комплекс Гольджи;
- 4) лизосомы.

**3. Какие включения содержатся в яйцеклетке?**

- 1) трофические;
- 2) секреторные;
- 3) экскреторные;
- 4) пигментные.

**4. Какие компоненты цитоплазмы яйцеклетки обеспечивают образование различных типов яйцеклеток?**

- 1) органоиды общего значения мембранного строения;
- 2) органоиды специального назначения;
- 3) включения;
- 4) органоиды общего значения немембранного строения.

**5. К каким компонентам цитоплазмы яйцеклетки относятся желточные гранулы?**

- 1) лизосомы;
- 2) пероксисомы;
- 3) рибосомы;
- 4) включения.

**6. Какой органоид специального значения имеет сперматозоид?**

- 1) микроворсинки;

- 2) миофибриллы;
- 3) жгутик;
- 4) нейрофибриллы.

**7. Определите формулу жгутика сперматозоида:**

- 1)  $(9 \times 3) + 0$ ;
- 2)  $(9 \times 2) + 2$ ;
- 3)  $(8 \times 3) + 1$ ;
- 4)  $(8 \times 3) + 0$ .

**8. К какому органонду общего назначения относится акросома сперматозоида?**

- 1) пероксисома;
- 2) лизосома;
- 3) рибосома;
- 4) комплекс Гольджи.

**9. Определите набор хромосом в сперматозоиде:**

- 1) диплоидный;
- 2) гаплоидный;
- 3) тетраплоидный;
- 4) многоплоидный.

**10. Определите, в течение какого времени яйцеклетка человека расходует свой резерв питательных веществ после овуляции, а затем погибает, если не будет оплодотворения?**

- 1) 12–24 минуты;
- 2) 12–24 часа;
- 3) 12–24 суток;
- 4) 24–28 суток.

**11. Определите тип яйцеклетки амфибии (лягушки):**

- 1) первичная изолецитальная;
- 2) вторичная изолецитальная;
- 3) умеренно телолецитальная;
- 4) резко телолецитальная.

**12. Какой тип яйцеклетки у птиц?**

- 1) первичная изолецитальная;
- 2) вторичная изолецитальная;
- 3) умеренно телолецитальная;
- 4) резко телолецитальная.

**13. Какой тип яйцеклетки у человека?**

- 1) первичная изолецитальная;
- 2) вторичная изолецитальная;
- 3) умеренно телolecитальная;
- 4) резко телolecитальная.

**14. Определите скорость движения сперматозоида человека:**

- 1) 1–5 мм в минуту;
- 2) 1–5 см в минуту;
- 3) 1–5 метров в минуту;
- 4) 1–5 мм в секунду.

**15. В течение какого времени сперматозоиды человека сохраняют оплодотворяющую способность?**

- 1) 24–36 секунд;
- 2) 24–36 минут;
- 3) 24–36 часов;
- 4) 4–6 суток.

**16. В течение какого времени длится процесс сперматогенеза у человека?**

- 1) 75 секунд;
- 2) 75 минут;
- 3) 75 часов;
- 4) 75 суток.

**17. К какому периоду сперматогенеза относится спермиогенез?**

- 1) период размножения;
- 2) период роста;
- 3) период созревания;
- 4) период формирования.

**18. В какую стадию периода роста сперматоцит I порядка содержит тетраплоидный набор хромосом?**

- 1) лептотенная стадия;
- 2) зиготенная стадия;
- 3) пахитенная стадия;
- 4) диплотенная стадия.

**19. Какая стадия гаметогенеза отсутствует в овогенезе?**

- 1) размножение;

- 2) рост;
- 3) созревание;
- 4) формирование.

**20. В какую стадию гаметогенеза образуются редукционные тельца?**

- 1) размножение;
- 2) рост;
- 3) созревание;
- 4) формирование.

**21. Определите набор хромосом в зиготе:**

- 1) гаплоидный;
- 2) диплоидный;
- 3) тетраплоидный;
- 4) многоплоидный.

**22. Что собой представляет зигота?**

- 1) одноклеточный зародыш;
- 2) двухклеточный зародыш;
- 3) однослойный зародыш;
- 4) двуслойный зародыш.

**23. Образованием какой оболочки яйцеклетка защищает от проникновения других сперматозоидов?**

- 1) серозной оболочки;
- 2) амниотической оболочки;
- 3) оболочки оплодотворения;
- 4) фолликулярной оболочки.

**24. В каком органоиде сперматозоида содержатся ферменты (трипсин, гиалуронидаза), разрушающие оболочки яйцеклетки?**

- 1) центросома;
- 2) акросома;
- 3) лизосома;
- 4) рибосома.

**25. Определите, что такое синкарион?**

- 1) расщепление;
- 2) обрастание;
- 3) впячивание;

4) слияние.

**26. Определите, что такое пенетрация?**

- 1) вращение;
- 2) расщепление;
- 3) проникновение;
- 4) слияние.

**27. Определите продолжительность первой стадии эмбриогенеза – оплодотворения у человека?**

- 1) 1 час;
- 2) 10 часов;
- 3) 24 часа;
- 4) 36 часов.

**28. Что образуется в яйцеклетке в области прикрепления сперматозоида?**

- 1) первичный бугорок;
- 2) бугорок восприятия;
- 3) гензеновский узелок;
- 4) первичный узелок.

**29. Определите изолецитальную яйцеклетку:**

- 1) яйцеклетка содержит много желтка в центре;
- 2) яйцеклетка имеет много желтка на вегетативном полюсе;
- 3) яйцеклетка содержит много желтка на анимальном полюсе;
- 4) яйцеклетка содержит мало желтка, равномерно распределенного по всей цитоплазме.

**30. Определите телolecитальную яйцеклетку:**

- 1) яйцеклетка содержит много желтка в центре;
- 2) яйцеклетка содержит много желтка на вегетативном полюсе;
- 3) яйцеклетка содержит много желтка на анимальном полюсе;
- 4) яйцеклетка содержит мало желтка, равномерно распределенного по всей цитоплазме.

## Этапы эмбриогенеза

### 1. Определите второй этап эмбриогенеза – дробление и образование бластулы:

- 1) сложный процесс химических и морфологических изменений, в результате чего образуются зародышевые листки;
- 2) слияние мужской и женской половых клеток, в результате чего образуется зигота;
- 3) многократное митотическое деление зиготы, в котором отсутствует период роста;
- 4) дифференцировка эмбриональных зачатков с образованием тканей и органов.

### 2. Определите тип дробления зиготы человека:

- 1) полное равномерное;
- 2) полное неравномерное;
- 3) неполное дискоидальное;
- 4) неполное поверхностное.

### 3. Определите третий тип эмбриогенеза – гаструляцию:

- 1) сложный процесс химических и морфологических изменений, в результате которых образуются зародышевые листки;
- 2) слияние мужской и женской половых клеток, в результате чего образуется зигота;
- 3) многократное митотическое деление зиготы, в котором отсутствует период роста;
- 4) дифференцировка эмбриональных зачатков с образованием тканей и органов.

### 4. В результате каких процессов образуется двух- или трехслойные зародыши?

- 1) оплодотворение;
- 2) дробление;
- 3) гаструляция;
- 4) гистогенез.

**5. На препаратах виден зародыш, состоящий из четного числа бластомеров одинаковой величины. Определите, какой тип дробления характерен для этого зародыша?**

- 1) полное равномерное;
- 2) полное неравномерное;
- 3) неполное дискоидальное;
- 4) неполное поверхностное.

**6. У зародыша дробление отмечено только на анимальном полюсе. Как называется такой тип дробления?**

- 1) полное равномерное;
- 2) полное неравномерное;
- 3) неполное дискоидальное;
- 4) полное синхронное.

**7. В результате дробления у одного зародыша образуются микро- и макробластомеры. Определите тип дробления:**

- 1) полное равномерное;
- 2) полное неравномерное;
- 3) неполное дискоидальное;
- 4) неполное поверхностное.

**8. На препарате – бластула с многослойной бластодермой. Бластоцель располагается эксцентрично. Определите тип бластулы:**

- 1) целобластула;
- 2) амфибластула;
- 3) дискобластула;
- 4) бластоциста.

**9. На препарате – бластула с однослойной бластодермой. Бластоцель располагается в центре. Определите тип бластулы:**

- 1) целобластула;
- 2) амфибластула;
- 3) дискобластула;
- 4) бластоциста.

**10. На препарате многослойная бластула представляет собой зародышевый диск, распластанный на желтке. Определите тип бластулы:**

- 1) целобластула;
- 2) амфибластула;
- 3) дискобластула;
- 4) бластоциста.

**11. В эксперименте на стадии бластулы введено вещество, блокирующее перемещение клеток. Развитие какой стадии эмбриогенеза будет заблокировано?**

- 1) оплодотворение;
- 2) дробление;
- 3) гастрюляция;
- 4) гистогенез.

**12. У какого из перечисленных представителей гастрюляция совершается путем эпиболии (обрастания)?**

- 1) ланцетник;
- 2) амфибия;
- 3) птицы;
- 4) человек.

**13. В эксперименте у зародыша птицы на стадии гастрюлы блокирован процесс перемещения клеток через первичную полосу. Развитие какого зародышевого листка будет нарушено?**

- 1) эктодерма;
- 2) энтодерма;
- 3) мезодерма;
- 4) мезенхима.

**14. На препарате – бластула, в которой различают трофобласт и эмбриобласт. Определите тип бластулы:**

- 1) целобластула;
- 2) амфибластула;
- 3) дискобластула;
- 4) бластоциста.

**15. В эксперименте у зародыша цыплёнка нарушен процесс срастания амниотических складок. Образование какого провизорного органа будет нарушено?**

- 1) желточный мешок;
- 2) аллантоис;
- 3) амнион;
- 4) хорион.

**16. В эксперименте у зародыша цыплёнка повреждена внезародышевая энтодерма. Образование какого провизорного органа будет нарушено?**

- 1) желточный мешок;
- 2) амнион;
- 3) серозная оболочка;
- 4) хорион.

**17. В эксперименте у зародыша цыплёнка повреждена внезародышевая эктодерма. Образование какого провизорного органа будет нарушено?**

- 1) желточный мешок;
- 2) аллантоис;
- 3) амнион;
- 4) хорион.

**18. При развитии зародыша поврежден провизорный орган, выполняющий трофическую и кроветворную функции. Как называется этот орган?**

- 1) серозная оболочка;
- 2) амнион;
- 3) аллантоис;
- 4) желточный мешок.

**19. При развитии зародыша поврежден провизорный орган, выполняющий функцию выделения метаболитов. Как называется этот орган?**

- 1) серозная оболочка;
- 2) амнион;
- 3) аллантоис;
- 4) желточный мешок.

**20. Как называется провизорный орган дыхания?**

- 1) серозная оболочка;
- 2) амнион;
- 3) аллантаоис;
- 4) желточный мешок.

**21. При развитии зародыша поврежден провизорный орган, выполняющий защитную функцию – создание водной среды, благоприятной для свободного развития зародыша. Как называется этот орган?**

- 1) серозная оболочка;
- 2) амнион;
- 3) аллантаоис;
- 4) желточный мешок.

**22. На препарате зародыша человека виден процесс обособления материала зародыша от формирующихся провизорных органов. При помощи какой структуры идет этот процесс?**

- 1) экваториальной борозды;
- 2) тангенциальной борозды;
- 3) амниотической складки;
- 4) туловищной складки.

**23. Экспериментатор разрушил у зародыша клетки миотома. На развитии какой ткани повлияет данное повреждение?**

- 1) эпителиальная;
- 2) соединительная;
- 3) мышечная;
- 4) нервная.

**24. У развивающегося зародыша разрушили нефротом. Развитие какой системы будет нарушено?**

- 1) дыхательная;
- 2) эндокринная;
- 3) нервная;
- 4) выделительная.

**25. У развивающегося зародыша разрушили склеротом. На развитии какой ткани это повлияет в данном организме?**

- 1) эпителиальная;

- 2) костная;
- 3) мышечная;
- 4) нервная.

**26. У развивающегося зародыша разрушили дерматом. На развитии какой ткани повлияет данное повреждение?**

- 1) эпителиальная;
- 2) соединительная;
- 3) мышечная;
- 4) нервная.

**27. У развивающегося зародыша разрушили клеточный материал первичного узелка. На развитии какой ткани повлияет данное повреждение?**

- 1) эпителиальная;
- 2) соединительная;
- 3) мышечная;
- 4) нервная.

**28. У развивающегося зародыша разрушили спланхнотом. Какие структуры будут нарушены в данном организме?**

- 1) кожа;
- 2) кости;
- 3) плевра;
- 4) трахея.

**29. Нарушение какой стадии эмбриогенеза вызывает рождение однойцевых близнецов?**

- 1) оплодотворение;
- 2) дробление;
- 3) гастрюляция;
- 4) гистогенез.

**30. Какая ткань развивается из мезенхимы?**

- 1) гладкая мышечная ткань;
- 2) скелетная мышечная ткань;
- 3) сердечная мышечная ткань;
- 4) нервная ткань.

**31. На гистологическом препарате – яйцеклетка человека, в цитоплазме которой имеется небольшое количество желточных включений, распределенных равномерно. Какой тип яйцеклетки?**

- 1) первичная изолецитальная;
- 2) вторичная изолецитальная;
- 3) умеренно телolecитальная;
- 4) резко телolecитальная.

**32. В зародыше человека образуется полость и происходит дифференцировка бластомеров. На какой стадии развития находится зародыш?**

- 1) зигота;
- 2) бластоциста;
- 3) гастрюла;
- 4) нейрула.

**33. «Человек родился в рубашке». О какой «рубашке» говорится в пословице?**

- 1) оболочка оплодотворения;
- 2) блестящая оболочка;
- 3) амниотическая оболочка;
- 4) лучистый венец.

**34. Клеточный материал эмбриобласта зародыша человека становится двуслойным. Какая стадия эмбриогенеза?**

- 1) оплодотворение;
- 2) дробление;
- 3) гастрюляция;
- 4) гистогенез.

**35. В зародыше человека регистрируется процесс обособления его тела от провизорных органов. Образование какой структуры приводит к этому?**

- 1) амниотическая складка;
- 2) туловищная складка;
- 3) оболочка оплодотворения;
- 4) блестящая оболочка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Кузнецов С.Л.* Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии: учебное пособие. М.: Медицинское информационное агентство, 2009.
2. *Зиматкин С.М.* Гистология, цитология и эмбриология: учебное пособие. Минск: Вышэйшая школа, 2013.
3. *Кузнецов С.Л., Мушкамбаров Н.Н., Горячкина В.Л.* Атлас по гистологии цитологии и эмбриологии. М.: Медицинское информационное агентство, 2002.
4. Гистология, цитология и эмбриология: учебник / под ред. Ю.И. Афанасьева, Н.А. Юриной, Е.Ф. Котовского и др. М.: Медицина, 2006.
5. Тестовые задания по гистологии. Для студентов медицинского факультета: учебное пособие / под ред. В.В. Гемонава. М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2003.
6. *Семченко В.В., Барашкова С.А., Артемьев В.Н.* Гистологическая техника: учебное пособие. Омск: Омская медицинская академия, 2004.
7. *Быков В.Л., Юшканцева С.И.* Гистология, цитология и эмбриология. Атлас: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015.
8. *Кузнецов С.Л., Мушкамбаров Н.Н.* Гистология, цитология и эмбриология (краткий курс). М.: Медицинское информационное агентство, 2014.
9. *Кузнецов С.Л., Пугачев М.К.* Лекции по гистологии, цитологии и эмбриологии: учебное пособие. М.: Медицинское информационное агентство, 2018.
10. *Данилов Р.К., Боровая Т.Г.* Гистология, эмбриология, цитология: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020.

Под редакцией  
**О.П. Калугиной**, канд. мед. наук, доцента

Составители:  
**О.П. Калугина, Е.Г. Филипченко, Е.В. Шарова,  
Е.В. Леонтьева, Ю.В. Белина, Д.М. Кузьмин**

## ЦИТОЛОГИЯ. ЭМБРИОЛОГИЯ

Учебное пособие

Редактор *К.В. Тимофеева*  
Компьютерная верстка *С. Боконбаева*

Подписано в печать 14.02.2023.  
Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать офсетная.  
Объем 8,0 п. л. Тираж 100 экз. Заказ 15.

Издательство КРСУ  
720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44.

Отпечатано в типографии КРСУ  
720048, г. Бишкек, ул. Анкара, 2 а.