

**САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра биологии

РАЗМНОЖЕНИЕ

2002

Учебное издание

РАЗМНОЖЕНИЕ

Методическое пособие

Методические рекомендации предназначены для вне-аудиторной и аудиторной работы студентов I курса лечебного, педиатрического, стоматологического факультетов медицинских вузов, а также для студентов по специальности «Сестринское дело».

Составители: К.А. Кузьмина, С.И. Белянина,
Л.Е. Сигарева, Л.А. Боброва, Т.А. Андропова

Редактор Л.А. Алехнович

Подписано к печати	Формат 60×90/16
Бумага типографская №2	Усл. печ. л.
Печать офсетная	Заказ
	Тираж 1000

410710, г. Саратов, Большая Казачья, 112, СГМУ.
Подразделение оперативной полиграфии Саратовского ЦНТИ,
410600, г. Саратов, ул. Советская, 60

Задание 20

- 1) Мутации в генах гонадогенеза.
- 2) Отсутствие ферментов репарации в сперматозоидах.
- 3) а) Сперматозоиды часто обновляются;
б) Ферменты репарации яйцеклетки ликвидируют часть мутаций сперматозоидов.
- 4) а) Интенсивный сперматогенез – в одном эякуляте около 350 млн. СП.;
б) Ферменты репарации ДНК яйцеклетки ликвидируют некоторые мутации СП.
- 5) Многие погибают.

Основные источники информации

- 1) Лекции: «Временная организация клетки», «Геном человека», «Размножение».
- 2) Биология / Под ред. В.Н. Ярыгина. – М.: Высшая школа, 1997. – Т. 1.

Дополнительная литература

- 3) Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека / Пер. с англ. – В 3 т. – М.; 1989.

Содержание

Методические указания для самостоятельной внеаудиторной работы	3
Аудиторная работа	9
Рекомендуемые задания для выполнения.	23
Ответы к заданиям	23
Источники информации	24

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра биологии

РАЗМНОЖЕНИЕ

Методические рекомендации

Издательство Саратовского государственного
медицинского университета
2002

Методические рекомендации предназначены для самостоятельной внеаудиторной и аудиторной работы студентов I курса лечебного, педиатрического, стоматологического факультетов медицинских вузов, а также для студентов по специальности «Сестринское дело» при изучении раздела биологии «Размножение».

Составители: док. мед. наук проф. К.А. Кузьмина; док. биол. наук проф. С.И. Белянина; канд. биол. наук доц. Л.Е. Сигарева; канд. биол. наук доц. Л.А. Боброва; канд. биол. наук доц. Т.А. Андропова.

Рецензенты: док. мед. наук проф. Н.В. Богомолова; док. биол. наук проф. Т.Г. Анищенко.

© Составители: К.А. Кузьмина,
С.И. Белянина, Л.Е. Сигарева,
Л.А. Боброва, Т.А. Андропова,
2002

© Саратовский медицинский
университет, 2002

(табл. 10) полом могут родиться в этой семье? При каком хромосомном наборе генетический и соматический пол будут совпадать, при каком – нет? Объясните. При решении задачи учтите, что зигота с хромосомным набором 45, YO нежизнеспособна.

Рекомендуемые задания для выполнения

Для студентов лечебного и педиатрического факультетов

1. Внеаудиторная работа: задания 1–6.
2. Аудиторная работа: основные задания 7–13, 18, 19, 22, 23; дополнительные задания 14–16, 20.

Для студентов стоматологического факультета

1. Внеаудиторная работа: задания 1–6.
2. Аудиторная работа: основные задания 7–9, 11, 18, 22, 23; дополнительные задания 12, 13, 16.

Для студентов ВСО

1. Внеаудиторная работа: задания 1, 2, 4–6.
2. Аудиторная работа: основные задания 7, 8, 11–14; дополнительное задание – 15.

Ответы к заданиям

Задание 17

- а) Мутация гена фермента 17- α -гидролазы. Семенники.
- б) Мутация гена фермента рецептора тестостерона. Семенники.
- в) Мутация гена – индуктора в Y-хромосоме. Яичники.
- г) Мутация гена – рецептора HУ-антигена. Яичники.
- д) Мутация структурного гена HУAS в аутосоме. Яичники.
- е) Мутация гена антимюллерового гормона. Яичники.

- 1) В каких случаях (перечислите основные причины) может развиваться мужская стерильность?
- 2) Что способствует возникновению мутаций в сперматозоидах?
- 3) Почему мутации в сперматозоидах реже проявляются в фенотипе детей?
- 4) Что снижает риск развития стерильности у мужчин?
- 5) Почему до ампульной части маточных труб из 350 млн. сперматозоидов доходят только около 100?

Задание 21

В процессе оогенеза в одной из X-хромосом произошла мутация типа делеции – утратился участок, в котором локализован ген Т (стимулирует сперматогенез в гонадах). Отразится ли данная мутация на формировании пола (генетического и гонадного – табл. 10) у детей этой женщины? Будет ли нарушен гаметогенез у сына или дочери данной женщины?

Задание 22

У женщины в процессе оогенеза произошла следующая мутация: в одной из X-хромосом утратился участок, в котором локализован О-ген (стимулирующий оогенез в яичниках). Отразится ли данная мутация на формировании гонадного пола (табл. 10) у детей данной женщины? Будет ли нарушен гаметогенез у сына или дочери данной женщины?

Задание 23

В процессе оогенеза в мейозе половые хромосомы не разошлись, в итоге у женщины возникли два типа яйцеклеток: 24, XX и 22, O. У ее мужа сперматозоиды с нормальным хромосомным набором. Дети с каким гонадным и соматическим

Тема. РАЗМНОЖЕНИЕ. ОСОБЕННОСТИ СПЕРМАТО- И ООГЕНЕЗА У ЧЕЛОВЕКА

Цель занятия:

Знать

1. Преимущества полового размножения, обеспечивающего перекомбинацию наследственной информации внутри вида.
2. Характеристику основных периодов гаметогенеза и место мейоза в нем.
3. Цитологическую характеристику мейоза.
4. Особенности спермато- и оогенеза у человека.
5. Строение сперматозоида и яйцеклетки человека.
6. Оплодотворение. Начальные этапы эмбриогенеза у человека.

Ознакомиться с генной регуляцией гонадо- и гаметогенеза у человека.

Методические указания

для самостоятельной внеаудиторной работы

Задание 1

Изучите по табл. 1 особенности бесполого и полового размножения. Обратите внимание на основные отличия полового размножения от бесполого:

- 1) половое размножение включает в себя половой процесс – обмен генетической информацией внутри вида;
- 2) у высших организмов половой процесс доведен до оплодотворения, что обеспечивает высокую степень комбинативной изменчивости.

Таблица 1

Характеристика бесполого и полового размножения

	Бесполое размножение	Половое размножение
Молекулярная основа	Репликация ДНК	
Цитологическая основа	Деление клеток	
Половой процесс (обмен генетической информацией внутри вида)	Отсутствует (если имеется, то с размножением не связан)	Имеется, связан с размножением, у высших организмов доведен до оплодотворения
Генетическая характеристика потомства	Как правило, генетически идентично	Генетически неидентично
Виды изменчивости	Мутации (у некоторых и половой процесс)	Комбинативная и мутационная изменчивости
Преимущества	Высокая репродуктивность, быстрое распространение адаптивных мутаций в популяции	Высокая адаптивность, широкие границы генотипической изменчивости; вредные мутации могут не проявляться

Задание 2

Изучите по табл. 2 отличия гамет от соматических клеток. Обратите внимание на основное отличие — набор хромосом в гаметах гаплоидный, в соматических клетках — диплоидный.

ся). Какой генетический пол будет у данного плода и почему? Какие гонады сформируются у этого плода и почему? Будет ли вырабатываться тестостерон у данного ребенка? Какого типа (мужского или женского) сформируются наружные половые органы у плода?

Задание 19

У мужчины под влиянием мутагенов в клетках зоны роста семенных канальцев произошла мутация: в X-хромосоме утратился ген Tif (табл. 9). Проявится ли эта мутация в фенотипе данного мужчины? Какие дети по признаку генетического и гонадного пола будут рождаться от брака данного мужчины со здоровой женщиной? Будет ли нарушен сперматогенез у сына этого мужчины? Будет ли нарушен оогенез у дочери этого мужчины при следующих ситуациях: а) конденсировалась материнская X-хромосома (тельце Барра); б) конденсировалась отцовская X-хромосома?

Задание 20

В норме сперматозоиды не контактируют с лимфоидной тканью (место выработки антител), а поэтому они «чужие» для собственного организма. Между сперматозоидами и лимфоидной тканью имеется специальный барьер. При нарушении этого барьера (воспаление, травма и др.) против собственных сперматозоидов вырабатываются антитела.

В сперматозоидах в связи с анатомическим расположением семенников часто возникают мутации (при наличии мутагенов в среде), что снижает их жизнеспособность и функциональную активность.

Проанализируйте вышеприведенную информацию, а также сведения, имеющиеся в табл. 2, 4, 9, и ответьте на следующие вопросы.

ложный мужской гермафродитизм – имеются только семенники, фенотип женский;

ложный женский гермафродитизм – имеются только яичники, фенотип мужской.

- Гомосексуализм – клиническое проявление истинного или ложного гермафродитизма. Сексуальное влечение к лицам своего пола. Мужчины с транссексуальным поведением чаще имеют кариотип 46,XY, но нет NY-гена. У женщин кариотип часто 46,XX, но определяется NY-антиген.

Задание 17

Известно, что на формирование вторичных половых признаков влияют гормоны семенников: антимюллеровский (ген в 19 аутосоме), тестостерон и рецептор тестостерона (ген в X-хромосоме). Для синтеза тестостерона необходим фермент 17- α -гидролаза (ген в аутосоме). Перечислите возможные причины, при которых при кариотипе 46,XY первичные половые признаки будут женские? Какой при этом будет гонадный пол?

Задание 18

Формирование признаков мужского пола регулируется гормоном тестостероном (вырабатывается в семенниках, ген локализован в аутосоме), который проявляет свой эффект в том случае, если в цитоплазматической мембране соматических клеток имеется специфический рецептор – белок, фиксирующий тестостерон (ген белка-рецептора в X-хромосоме, табл. 4).

У эмбриона с кариотипом 46,XY на стадии зиготы в гене, контролирующем синтез белка-рецептора тестостерона, произошла мутация (рецептор тестостерона не синтезируется).

Отличие гамет от соматических клеток у человека

	Соматические клетки	Гаметы	
		Яйцеклетка	Сперматозоид
Хромосомный набор	Диплоидный (2n2c) 46,XY; 46,XX	Гаплоидный (nс) 23, X 23, X; 23, Y	
Способность к делению	У большинства сохранена	Утрачена	Утрачена
Клеточный центр	Имеется	Отсутствует	Имеется
Размеры	7–30 мкм	130–140 мкм	50–60 мкм
Подвижность	У большинства отсутствует	Пассивная	Активная
Запас питательных веществ	Разное количество	Много	Мало
Продолжительность жизни	Различная (дни – годы)	24 часа	3–4 дня
Способность к оплодотворению		12 часов	24–30 часов
X- и Y-хроматин	В интерфазных ядрах	Отсутствуют	
Ферменты репарации ДНК	Имеются	Имеются	Отсутствуют

Задание 3

Изучите по табл. 3 сущность этапов гонадогенеза у человека. Обратите внимание, что направление развития гонад в семенники определяется наличием в хромосомном наборе зиготы Y-хромосомы. Это объясняется тем, что в Y-хромосоме имеется ген-индуктор (активатор) основного структурного гена NYAS (локализован в 6 аутосоме), продукт которого NY-антиген и определяет развитие семенников (табл. 4). В женском кариотипе в норме нет гена-индуктора, но есть ген, тормозящий работу структурного гена и NY-антиген не вырабатывается, а поэтому формируются яичники.

Гонадогенез у человека

Таблица 3

Период эмбриогенеза	Основная характеристика
20-й день	Вне гонад появляются первичные половые клетки (недифференцированные, обладают высокой пролиферативной активностью, способны к миграции)
5-6 неделя	Появляются зачатки гонад (недифференцированные в половом отношении)
7-я неделя	Дифференцировка (сексуализация) гонад: при кариотипе 46,XY митоз первичных половых клеток в мозговом слое, атрофия коркового слоя, формируются семенники. Первичные половые клетки превращаются в сперматогонии (2n2c); при кариотипе 46,XX митоз первичных половых клеток в корковом слое, атрофия мозгового слоя, формируются яичники. Первичные половые клетки превращаются в оогонии (2n2c).

Ознакомьтесь с генной регуляцией гонадогенеза у человека по табл. 4.

Выводы

- Пол человека формируется под контролем многих генов, локализованных в основном в половых хромосомах, а также и в аутосомах. Всего ~ 19 генов.
- Каждый пол человека генетически бисексуален (имеет гены, участвующие в детерминации и дифференциации женского и мужского пола).
- Пол особи детерминируется балансом генов, устанавливающимся в момент оплодотворения.
- Основная роль в балансе генов принадлежит половым хромосомам, где сконцентрированы гены детерминации и дифференциации пола. Решающее значение в детерминации пола имеет ген-индуктор Y-хромосомы, который активирует структурный ген, кодирующий NY-АГ.
- Гонадный пол детерминируется только генотипом и не зависит от гормонов и факторов внешней среды.
- В формировании соматического пола большое значение имеют гормоны гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы.
- Пол человека – полигенный признак, но наследуется по моногенному типу.
- Клинические варианты гонадного пола человека:
женский – есть только яичники;
мужской – есть только семенники (яички);
двуполый – есть семенники и яичники, или в одной (двух) гонадах есть ткань яичника и семенника;
бесполость – нет гонад (аплазия).
- Двуполость (интерсексуальные состояния):
истинный гермафродитизм – имеются семенники (яички) и яичники;

Таблица 10

Основные стадии дифференциации пола у человека

Стадия	Период онтогенеза	Сущность половой дифференцировки. Основные регуляторы
Генетический пол	Оплодотворение	Образование зиготы: 46,XY или 46,XX
	Эмбриональный 20(?) день	При кариотипе 46,XX в интерфазных ядрах выявляется X-хроматин (тельце Барра)
Гонадный пол	5-6 неделя	Индифферентная стадия - гонады недифференцированные
	7-8 неделя	Дифференцировка гонад: 46,XY - семенники (есть HУ-антиген), 46,XX - яичники (нет HУ-антигена)
Соматический пол	С 10-12 недель	В семенниках вырабатываются гормоны: антимюллеровский (АМ.) и тестостерон (Т.), в яичниках - эстрогены (Э.)
1. Первичные половые признаки:		Вначале индифферентная стадия: мюллеровы и вольфовы протоки
а) внутренние половые органы		Если семенники: АМ. вызывает атрофию мюллеровых протоков, Т. стимулирует из вольфовых протоков ♂ половые органы. Если яичники: из мюллеровых протоков - ♀ половые органы
б) наружные половые органы		Вначале индифферентная стадия: уrogenитальный синус и бугорок. Если семенники: Т. определяет развитие половых органов ♂. Если яичники: Э. определяет развитие половых органов ♀
2. Вторичные половые признаки	Пубертатный период	Развитие мускулатуры, оволосение, пропорции тела по мужскому или женскому типу, развитие грудных желез у ♀, изменение тембра голоса у ♂. Основные регуляторы: половые гормоны
3. Третичные половые признаки	С пубертатного периода	Различное половое поведение. Основные регуляторы: половые гормоны

Таблица 4

Гены - регуляторы гонадогенеза

Ген. Символ гена	Локализация	Продукт гена	Функция продукта гена
Структурный ген HУAS	6p	HУ-антиген	Дифференцировка гонад в семенники
Индуктор структурного гена HУAI	Yp	Белок-индуктор	Активирует структурный ген
Супрессор структурного гена HУARS	Xp	Белок-супрессор	Подавляет активность структурного гена HУAS
Ген рецептора HУ-антигена HУARC	?	Белок-рецептор	Соединяется с HУ-антигеном
Ген рецептора тестостерона DHTR	X	Белок-рецептор	Соединяется с тестостероном

Норма:

- при кариотипе 46,XY из первичных гонад формируются семенники, т.к. ген-индуктор Y-хромосомы активирует структурный ген, продуцирующий HУ-антиген;
- при кариотипе 46,XX из первичных гонад формируются яичники, т.к. нет гена-индуктора, но есть ген-супрессор в X-хромосоме, который тормозит работу структурного гена.

Задание 4

Напишите основные фазы мейоза, укажите, в какие из них происходит рекомбинация наследственной информации на генном (кроссинговер) и хромосомном (случайное

и независимое расхождение гомологичных хромосом) уровнях, какой механизм обеспечивает редукцию хромосом в гаметах, какое деление мейоза (1-е или 2-е) сходно с митозом.

Задание 5

Изучите по табл. 5 биологическое значение мейоза.

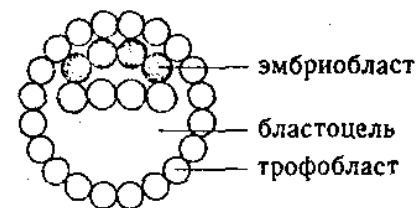
Таблица 5

1	Из диплоидных клеток ($2n2c$) образуются гаплоидные клетки (nc) – гаметы. Происходит редукция числа хромосом, что обеспечивает постоянство (диплоидность) набора хромосом.
2	Образующиеся гаплоидные клетки генетически неидентичны как между собой, так и с исходной родительской клеткой из-за рекомбинации наследственного материала отца и матери.
3	Механизмы рекомбинации наследственного аппарата: <i>непостоянный</i> – за счет кроссинговера в пахитене профазы I (у женщин чаще, чем у мужчин); <i>постоянный</i> – за счет случайного и независимого расхождения гомологичных родительских хромосом в анафазе I. Максимальная рекомбинация хромосом в мейозе – 2^{23} .
4	Механизмы рекомбинации наследственной информации в мейозе и при оплодотворении являются цитологической основой законов наследования, открытых Менделем.

Задание 6

Изучите по табл. 6 характеристику основных фаз гаметогенеза. Обратите внимание на динамику изменений количества хромосом и ДНК в клетках в процессе образования гамет, место мейоза в гаметогенезе, наличие дополнительной фазы формирования в сперматогенезе.

поступает в матку на стадии морулы – бластоцисты (4–5 день). Бластоциста имеет форму шара, стенка состоит из одного слоя мелких бластомеров. В центре бластоцисты полость – бластоцель, заполненная жидкостью. На одном полюсе изнутри к трофобласту примыкает скопление крупных бластомеров, образующих эмбриобласт (зародышевый диск, узелок), из которого впоследствии формируется зародыш.



Трофобласт обеспечивает питание развивающегося зародыша на ранних этапах его развития. Впоследствии из него образуется хорион (ворсинчатая оболочка плода).

Пока зигота находится в маточной трубе, и происходит ее дробление, зародыш живет и питается за счет желтка яйцеклетки. После имплантации (в норме 8–10 день после оплодотворения) он питается через кровь матери. Если имплантация происходит в более поздние сроки, беременность прерывается («несостоявшаяся беременность»).

Как изменится хромосомный набор клеток зародыша, если на этапе дробления в одном из мелких светлых бластомеров нарушится расхождение хроматид 21 хромосомы?

Задание 16

По табл. 10 ознакомьтесь с основными стадиями дифференциации пола у человека и выводами, вытекающими из информации, данной в таблице, а также табл. 3 («Гонадогенез у человека»), табл. 4 («Гены – регуляторы гонадогенеза») и табл. 9 («Генная регуляция гаметогенеза»).

Таблица 6

Характеристика фаз гаметогенеза

Фазы гаметогенеза	Характеристика фаз		
	Основная сущность фазы	Клетки в конце фазы	
Размножение	Митоз гаметогоний	Сперматогонии ($2n2c$)	Оогонии ($2n2c$)
Рост	Репликация ДНК	Сперматоциты 1-го порядка ($2n4c$)	Ооциты 1-го порядка ($2n4c$)
Созревание	Мейоз I	Сперматоциты 2-го порядка ($n2c$)	Ооциты 2-го порядка ($n2c$) и 1-е полярное тельце ($n2c$)
	Мейоз II	Сперматиды (nc)	Яйцеклетка (nc) и 2-е полярное тельце (nc)
Формирование	Формирование сперматозоидов	Сперматозоиды (nc)	

Аудиторная работа

- I. Проверка исходного уровня знаний (тестовый контроль).
- II. Разбор следующих учебных элементов:
 - Фазы и генная регуляция гонадогенеза.
 - Мейоз, характеристика фаз, место в гаметогенезе.
 - Особенности спермато- и оогенеза у человека.
 - Генная регуляция гаметогенеза у человека.
 - Строение сперматозоида, яйцеклетки и Граафова пузырька (зрелого фолликула).
 - Особенности оплодотворения и начальных этапов эмбриогенеза у человека.
- III. Самостоятельная аудиторная работа.

Ответьте на следующие вопросы:

- 1) Возможно ли оплодотворение, если встреча СП. и Я. произойдет через 20 часов после овуляции?
- 2) Произойдет ли оплодотворение, если СП. не пройдут капацитацию (например, вследствие воспаления маточных труб)?
- 3) С каким хромосомным набором возникнут первые бластомеры, если в первую телофазу дробления цитотомия не произойдет?

Задание 15

Изучите нижеприведенную информацию о начальных стадиях эмбриогенеза у человека.

Дробление зиготы происходит в маточных трубах по мере продвижения зародыша к матке. Дробление у человека полное, неравномерное, асинхронное. Вегетативная зона (богатая желтком) делится медленнее, анимальная (меньше желтка) – быстрее.

Первое дробление яйцеклетки происходит через 24 часа после проникновения в нее сперматозоида, при этом образуются два неравных бластомера: один темный, более крупный, в нем меньше желтка, другой – светлый, меньшего размера, в нем больше желтка. Второе деление происходит асинхронно: первым делится большой темный бластомер, затем – светлый. К третьим суткам образуется морула (12 бластомеров): в центре ее находятся крупные темные бластомеры, по периферии – мелкие, светлые. Блестящая оболочка яйцеклетки сохраняется, поэтому морула по размеру лишь немного превышает яйцеклетку. Когда количество бластомеров достигает 28–32, из морулы образуется бластоциста (4–5 день эмбрионального развития). Зародыш

Задание 7

Заполните табл. 7 «Основные фазы и стадии мейоза». Обратите внимание, что в оогенезе мейоз дважды прерывается (1-й блок – на стадии диктиотены, 2-й блок – на стадии метафазы 2).

Таблица 7

Основные фазы и стадии мейоза

Фазы и стадии		пс	Характеристика
ИНТЕРФАЗА I			
Мейоз I			
Профаза I	Лептотена		
	Зиготена		
	Пахитена		
	Диплотена-диктиотена (1-й блок оогенеза)		
	Диакинез		
Метафаза I			
Анафаза I			
Телофаза I			
ИНТЕРКИНЕЗ			
Мейоз II			
Профаза II			
Метафаза II (2-й блок оогенеза)			
Анафаза II			
Телофаза II			

стадии ооцита 2-го порядка и сперматозоиды (СП.). Оплодотворяющая способность СП. 24–30 часов, Я. – 12 часов. Овулировавшая Я. (ооцит 2-го порядка) находится на стадии метафазы 2, сверху покрыта блестящей оболочкой, над ней – лучистый венец.

В Я., как правило, проникает один СП., прошедший капацитацию (повышается активность ферментов акросомы и проницаемость ее мембраны). Ферменты акросомы растворяют лучистый венец и блестящую оболочку Я. Сразу после проникновения СП. в Я. блестящая оболочка уплотняется, не пропуская другой СП. В Я. возобновляется мейоз, образуется второе полярное тельце и зрелая Я. с пронуклеусом (набор хромосом: вначале пс, перед контактом с пронуклеусом СП. – п2с, т.к. происходит репликация ДНК). Я. теряет центриоль.

Изменения СП., проникшего в Я.: хвост, включая промежуточный отдел с митохондриями, растворяется, клеточный центр сохраняется, хромосомы деконденсируются. В итоге образуется пронуклеус СП. с набором хромосом: вначале пс, к моменту контакта с Я. – п2с. Цитоплазматическая мембрана головки СП. демонтируется. При контакте пронуклеусов Я. и СП. их мембраны растворяются, и хромосомы (состоящие из двух хроматид) Я. и СП. располагаются в плоскости экватора. К их центромерам прикрепляются нити веретена деления. Образование веретена деления происходит за счет centrosомы СП. (картина соответствует метафазе митоза). Набор хромосом становится диплоидным (2п4с, 23 хромосомы СП. и 23 хромосомы Я.). Образовавшаяся зигота проходит стадии анафазы, телофазы. В итоге образуются две дочерние диплоидные клетки (2п2с) – 2 бластомера. Это уже первое деление стадии дробления.

На рисунке сперматозоида обозначьте головку (акросому, ядро), шейку, промежуточный отдел с митохондриями и хвост.

Ответьте на вопрос: сперматозоид или яйцеклетка обеспечивает цитоплазматическую наследственность при оплодотворении? Объясните.

Задание 12

Изучите на слайдах срезы семенных канальцев семенников и локализацию основных фаз сперматогенеза. По периферии хорошо различимы клетки, находящиеся на стадии размножения (митоза) и роста, ближе к просвету канальцев – деления созревания и формирования сперматозоидов, в просвете канальцев находятся зрелые сперматозоиды.

На слайде в схеме представлены стадии созревания Граафова пузырька, овуляция (выход яйцеклетки из фолликула), поступление яйцеклетки в маточные трубы, оплодотворение и начальные стадии деления – дробления зиготы.

Задание 13

Изучите на слайдах строение Граафова пузырька. Нарисуйте схему строения Граафова пузырька и обозначьте: яйценосный бугорок, яйцеклетку, фолликулярную полость, заполненную фолликулярной жидкостью, оболочку Граафова пузырька, состоящую из фолликулярных клеток.

Задание 14

Изучите нижеприведенную основополагающую информацию об особенностях оплодотворения у человека. Оплодотворение у человека в норме происходит в ампулярной части маточных труб, если в результате овуляции (13–15 день менструального цикла) в трубе окажется яйцеклетка (Я.) на

Задание 8

Изучите по табл. 8 отличие спермато- и оогенеза у человека. Обратите внимание, что большая часть оогенеза (фазы размножения, роста и часть мейоза до стадии диктиотены) протекает еще в эмбриональном периоде. Остальные фазы мейоза – в репродуктивном периоде. Яйцеклетки, в отличие от сперматозоидов, не обновляются (!).

Задание 9

Изучите по табл. 9 генную регуляцию гаметогенеза (спермато- и оогенеза) у человека. Обратите внимание, что в регуляции гаметогенеза принимает участие ряд генов, локализованных в X- и Y-хромосомах, при этом гены (продукты генов) взаимодействуют между собой по типу супрессивного эпистаза. В каком направлении будет протекать гаметогенез зависит в итоге от наличия в генотипе гена R^{Tif} , локализованного в норме в Y-хромосоме.

При кариотипе плода 46,XY ген R^{Tif} Y-хромосомы супрессирует (угнетает активность) гена Tif X-хромосомы, поэтому активируется T-ген X-хромосомы, который и стимулирует в гонадах сперматогенез.

При кариотипе плода 46,XX Tif -ген активируется (так как нет гена R^{Tif}) и супрессирует ген T, поэтому активируется O-ген, который стимулирует в гонадах оогенез.

В норме:

- при кариотипе 46,XY ген R^{Tif} супрессирует ген Tif , поэтому активируется ген T, который стимулирует сперматогенез в гонадах;
- при кариотипе 46,XX ген Tif активен, супрессирует ген T, поэтому активируется ген O, который стимулирует оогенез в гонадах.

Таблица 8

Характеристика спермато- и оогенеза

		Сперматогенез	Оогенез
1	Фазы гаметогенеза, протекающие в эмбриональный период	Фаза размножения (частично)	Фазы размножения (2–5 мес.), роста, деления созревания – мейоз (с 6–7 мес. и к 9 мес. прерывается на стадии диктиотены)
2	Фазы, протекающие в пубертатный (у ♂ – 14–16, у ♀ – 12–14 лет) и репродуктивный периоды (у ♂ до 65–75, у ♀ до 45–50 лет)	Начиная с пубертатного периода все фазы: размножения (интенсивно), роста и деления созревания, постепенно угасая (к концу репродуктивного периода)	Периодически (1 раз в 4 недели) в 1–2 ооцитах I возобновляется мейоз и прерывается на метафазе 2. Если яйцеклетка оплодотворяется, мейоз завершается
3	Продолжительность превращения одной гаметогонии в гамету	Около 3 мес.	12–50 лет
4	Интенсивность гаметогенеза	В одном эякуляте 350–400 млн. сперматозоидов	За весь репродуктивный период 450–500 яйцеклеток
5	Характер течения гаметогенеза	Непрерывный, синхронный	Прерывистый, асинхронный
6	Обновление гамет	Обновляются	Нет
7	Возможность накопления мутаций в гаметах	Низкая	Высокая, но есть ферменты репарации ДНК

Таблица 9

Генная регуляция гаметогенеза

Ген (символ)	Локализация гена	Продукт гена	Функции продукта гена
O	X-хромосома	?	Оогенез в гонадах, если супрессирован ген T
T	X-хромосома	?	Сперматогенез в гонадах, если супрессирован ген Tif
Tif	X-хромосома	?	Супрессирует ген T, если нет гена R ^{Tif}
R ^{Tif}	Y-хромосома	?	Супрессирует ген Tif

Задание 10

В зиготе с хромосомным набором 46,XY участок Y-хромосомы, где локализован ген R^{Tif}, утратился (произошла мутация типа делеции). Какой генетический и гонадный пол сформируется у данного плода? Как будет протекать гаметогенез (нормально или нет) в гонадах такой особи? Стерильна ли будет эта особь.

Задание 11

Изучите по таблице, слайдам и готовым микропрепаратам строение сперматозоида и яйцеклетки человека. Нарисуйте схемы их строения.

На рисунке яйцеклетки обозначьте ядро, цитоплазму с митохондриями, цитоплазматическую мембрану, блестящую оболочку, лучистый венец.