

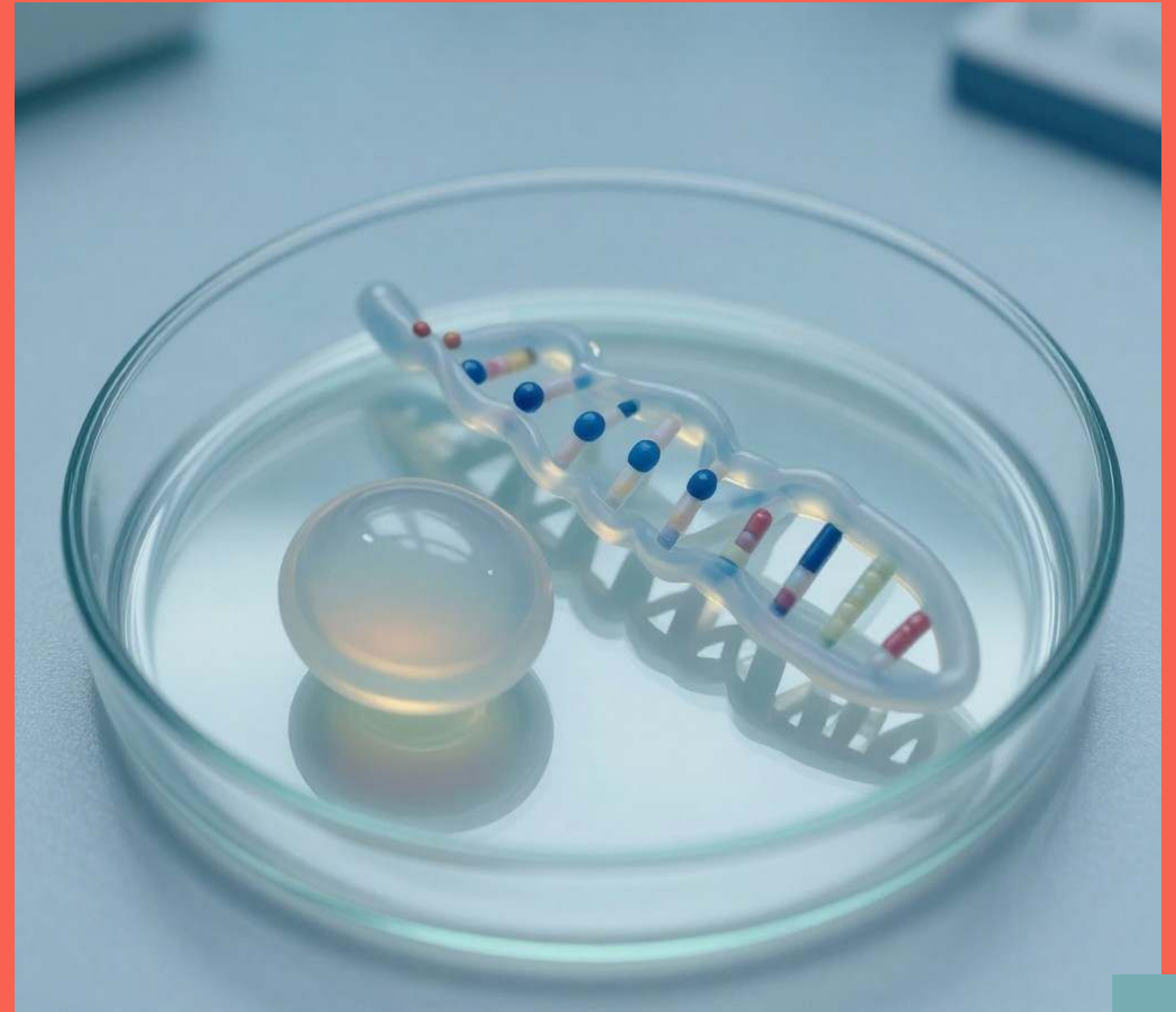
The background of the slide features a microscopic view of biological structures, possibly cells or tissues, in shades of blue and purple. A large teal rectangular box is centered on the slide, containing the title and subtitle. Below the teal box, there is a solid red horizontal bar.

Образование половых клеток и оплодотворение

Мейоз и оплодотворение продолжают жизнь и объединяют наследственность родителей.

Зачем нужны гаметы и мейоз

Гаметы передают наследственную информацию, а при оплодотворении генетический материал двух родителей объединяется в зиготе. Оба процесса возможны благодаря мейозу, который уменьшает число хромосом вдвое и делает размножение половым.



Хромосомы, n и $2n$, мейоз I и II

— Роль хромосом

Хромосомы — это структуры, в которых ДНК упакована вместе с генами. Именно они обеспечивают хранение и передачу наследственной информации от клетки к клетке.

— Набор $2n$

Диплоидный набор, обозначаемый $2n$, характерен для большинства клеток тела. Он включает пары гомологичных хромосом, полученных от матери и отца.

— Набор n

Гаплоидный набор n содержится в гаметах. Он необходим, чтобы после слияния половых клеток восстанавливался нормальный диплоидный набор зиготы.

— Первое деление

В мейозе I расходятся гомологичные хромосомы, поэтому число наборов уменьшается. Это ключевой этап редукционного деления, формирующий будущие гаметы.

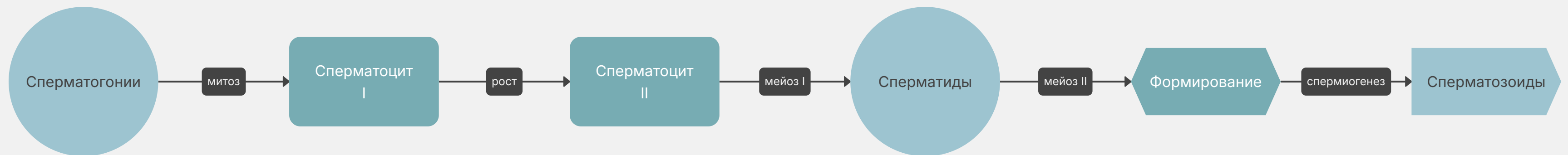
— Второе деление

В мейозе II расходятся сестринские хроматиды. В результате образуются клетки с гаплоидным набором, готовые к дальнейшей специализации.



Сперматогенез от деления к зрелой клетке

Последовательность стадий мужского гаметогенеза в семенных канальцах яичек.



Особенности мужского гаметогенеза

1

Непрерывность

После полового созревания сперматогенез идёт почти непрерывно, поэтому в семенных канальцах постоянно образуются новые клетки, проходящие все стадии созревания.

2

Четыре клетки

Одна исходная клетка после мейоза даёт четыре гаплоидные клетки. Такой результат повышает число гамет и поддерживает высокую вероятность оплодотворения.

3

Риски нарушений

Если при расхождении хромосом возникают ошибки, возможна анеуплоидия. Нарушения формирования жгутика ухудшают подвижность сперматозоидов и снижают их способность достигать яйцеклетки.

4

Функциональная специализация

Зрелый сперматозоид приспособлен к движению и проникновению в яйцеклетку: его строение минималистично, а главная задача — доставить генетический материал.

Гормональная регуляция сперматогенеза

1

Роль ФСГ

ФСГ действует на клетки Сертоли, которые создают условия для развития половых клеток и поддерживают их созревание в семенных канальцах.

2

Роль ЛГ

ЛГ стимулирует клетки Лейдига к выработке тестостерона. Этот гормон необходим для нормального течения сперматогенеза и формирования зрелых сперматозоидов.

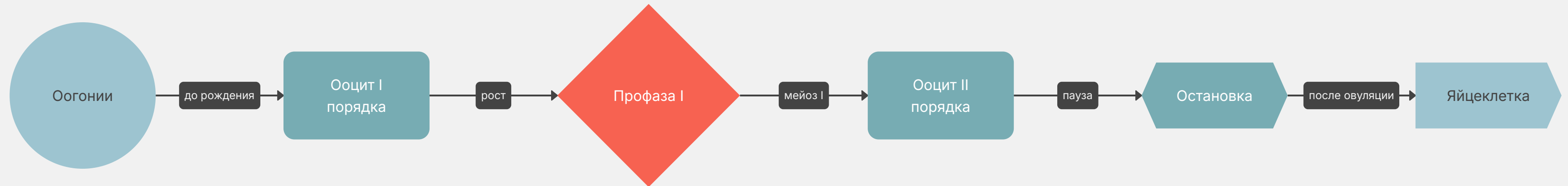
3

Совместное действие

ФСГ и тестостерон работают совместно: без их согласованного действия созревание мужских гамет нарушается, а образование полноценного семени становится невозможным.

Оогенез: от закладки до зрелой клетки

Последовательность стадий женского гаметогенеза с учётом длительных пауз мейоза.



Почему оогенез идёт с паузами

1

Длительная остановка

Ооциты могут оставаться в профазе I очень долго — от детства до взрослого возраста. Такая задержка помогает сохранять клетки до момента, когда они действительно понадобятся.

2

Значение для точности

С возрастом увеличивается вероятность ошибок при расхождении хромосом. Поэтому продолжительная пауза в мейозе связана с ростом риска нарушений в будущей яйцеклетке.

Почему яйцеклетка крупнее сперматозоида

Неравномерное деление

При оогенезе почти вся цитоплазма остаётся в одной клетке, поэтому именно яйцеклетка накапливает основной запас веществ и органелл.

Запас для начала развития

Крупный объём цитоплазмы нужен для раннего развития зародыша, когда собственные ресурсы эмбриона ещё ограничены и он зависит от материнского запаса.

Роль полярных телец

Полярные тельца получают минимум цитоплазмы и почти не участвуют в дальнейшем развитии. Их основная роль связана с удалением лишнего набора хромосом.

Сперматогенез и оогенез: сравнение

Сравнение показывает: оба процесса основаны на мейозе, но дают разные по числу и строению гаметы.

Сперматогенез обеспечивает массовое образование подвижных гамет, а оогенез — формирование одной крупной клетки с запасом веществ.

Биология человека: гаметогенез и мейоз

Признак	Сперматогенез	Оогенез
Начало	с полового созревания	до рождения
Результат	4 клетки	1 клетка

2

деления мейоза обеспечивают редукцию и последующее
разделение хроматид

У человека мейоз включает два
последовательных деления, благодаря
которым диплоидный набор
превращается в гаплоидный
и становятся возможны образование
гамет и оплодотворение.

Школьный курс биологии: мейоз
как редукционное деление

Подготовка к оплодотворению

— Химическое распознавание

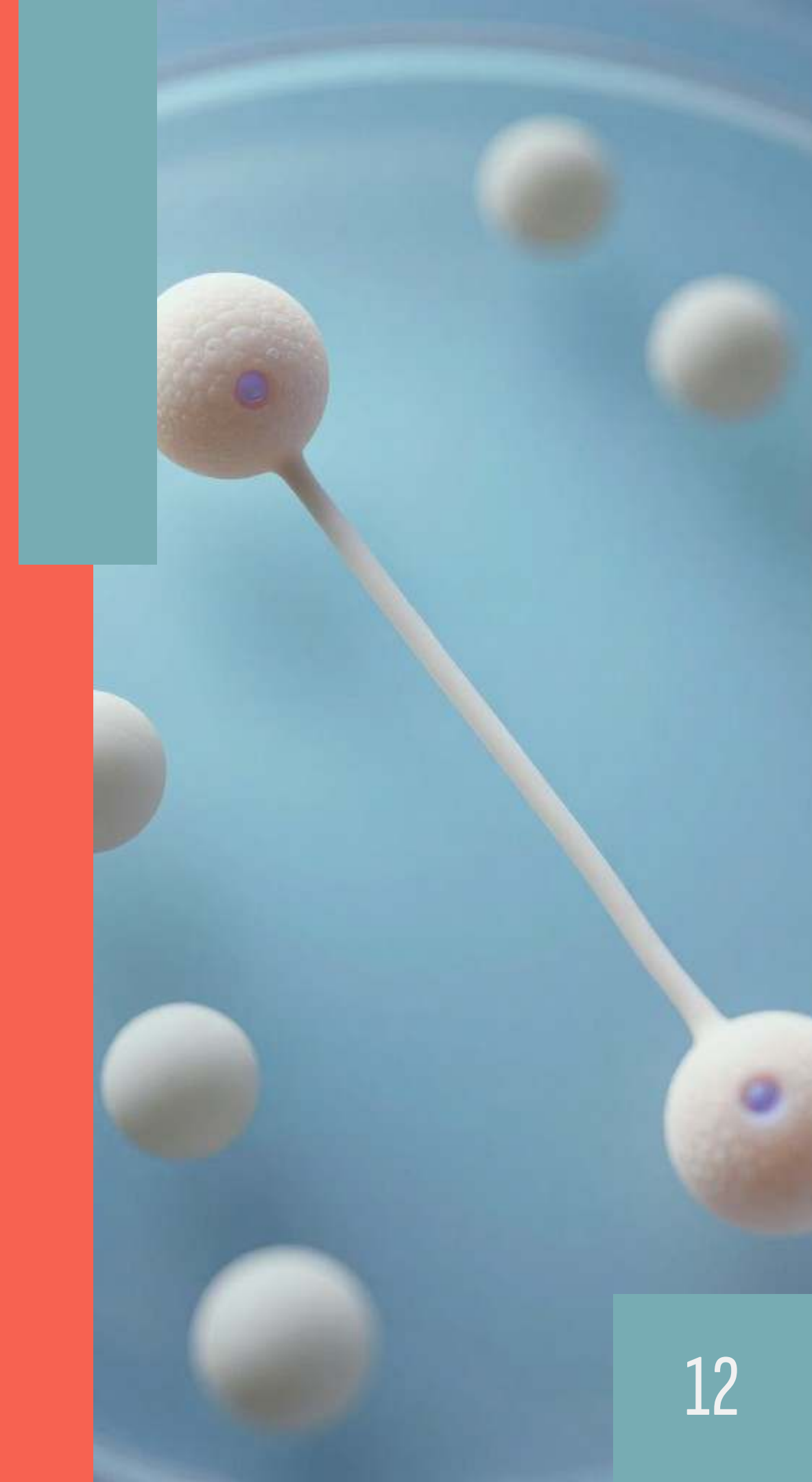
Сперматозоиды ориентируются по химическим сигналам яйцеклетки и окружающих клеток. Это помогает им выбрать верное направление движения и приблизиться к оболочкам женской гаметы.

— Подготовка сперматозоида

Перед контактом сперматозоид проходит функциональную активацию: усиливается подвижность, а на головке подготавливается акросома. Эти изменения повышают шанс преодолеть защитные барьеры яйцеклетки.

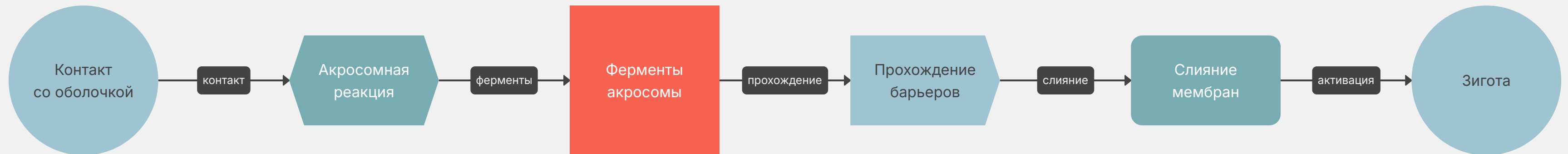
— Избирательность контакта

Яйцеклетка сохраняет прозрачную оболочку и специальные рецепторы, поэтому контакт возможен только с клеткой того же вида. Такая избирательность обеспечивает точность оплодотворения.



Этапы оплодотворения

Последовательность основана на описании акросомной реакции и проникновения сперматозоида в яйцеклетку.



Как сперматозоид проникает в яйцеклетку

● 1. Контакт

Сперматозоид подходит к оболочке яйцеклетки и распознаёт её поверхностные структуры. Это запускает дальнейшие изменения в его головке и мембране.

● 2. Акрсомная реакция

Из акросомы выделяются ферменты, которые локально разрушают защитные слои яйцеклетки. Клетка получает возможность продвигаться дальше к мембране.

● 3. Прохождение оболочек

Сперматозоид преодолевает внешние оболочки и достигает плазматической мембраны яйцеклетки. На этом этапе особенно важны согласованные движения жгутика и ферментативное воздействие.

● 4. Слияние мембран

Мембраны обеих клеток сливаются, и содержимое головки сперматозоида оказывается в цитоплазме яйцеклетки. Это решающий момент оплодотворения.

● 5. Завершение процесса

Ядро сперматозоида входит в яйцеклетку, после чего запускаются механизмы объединения наследственного материала и формирования зиготы.

Защита от полиспермии

1

1. Кортикальная реакция

Сразу после проникновения первого сперматозоида запускается кортикальная реакция: гранулы под мембраной яйцеклетки выделяют содержимое, а наружная оболочка быстро меняет свойства.

2

2. Блок полиспермии

Оболочка становится непроницаемой для других сперматозоидов, поэтому в оплодотворении участвует только одна мужская гамета. Это предотвращает полиспермия и сохраняет нормальный набор хромосом.



Что происходит после оплодотворения

1

1. Пронуклеусы

После слияния гамет в клетке формируются два пронуклеуса — мужской и женский. В них временно сохраняются отдельные наборы наследственного материала до их объединения.

2

2. Завершение мейоза

Яйцеклетка активируется и завершает мейоз II. Это подготавливает её к дальнейшему развитию и переводит процесс из стадии оплодотворения в стадию раннего эмбриогенеза.

3

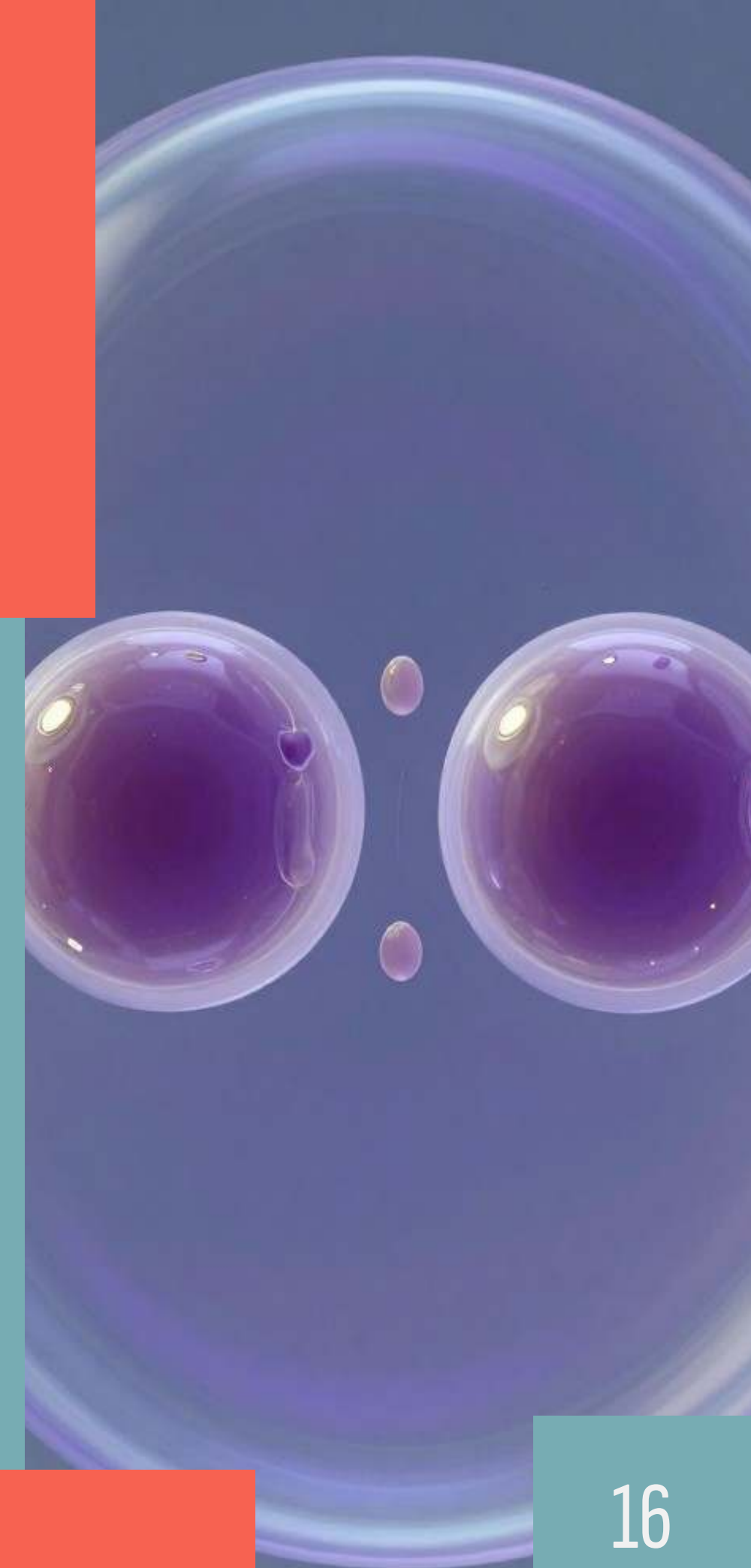
3. Образование зиготы

Генетический материал обоих пронуклеусов объединяется, и восстанавливается диплоидный набор хромосом. Так возникает единая клетка нового организма — зигота.

4

4. Первое дробление

Зигота вступает в первое дробление и образует бластомеры. Начинается серия быстрых митотических делений, которые запускают раннее развитие зародыша.



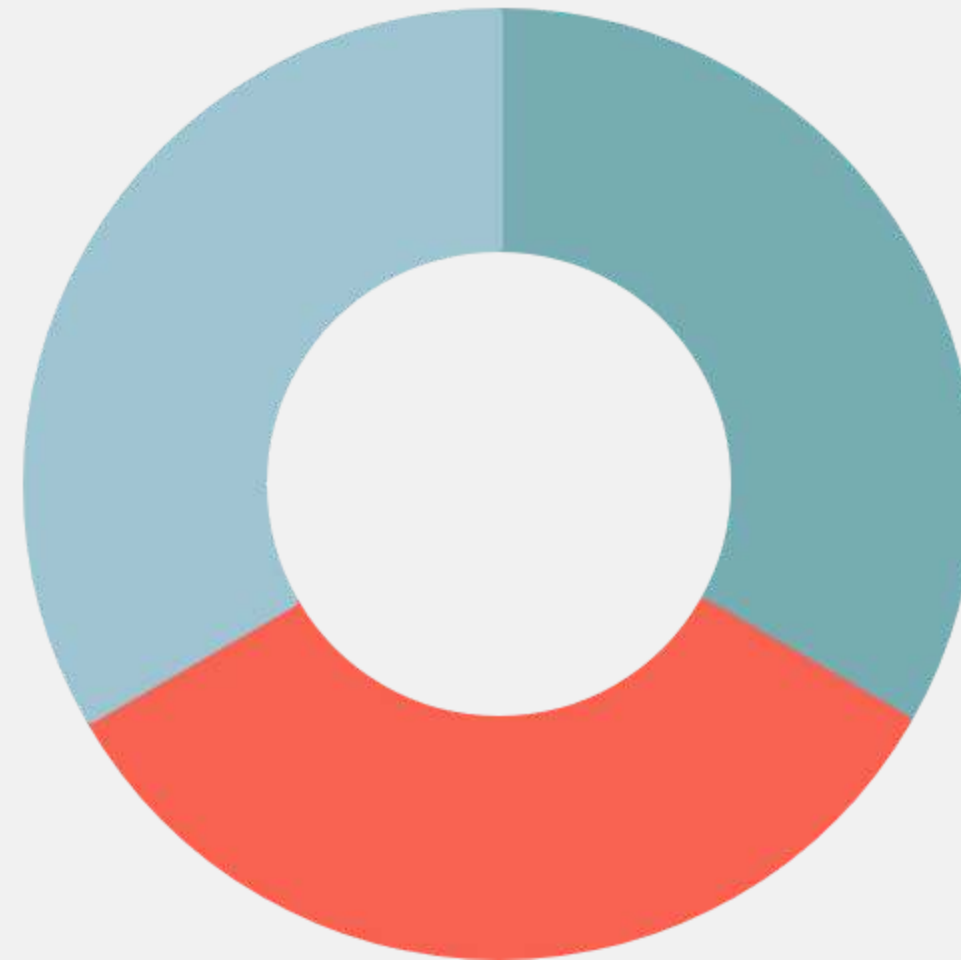
Генетическое разнообразие

Три механизма действуют совместно: каждый из них вносит собственный вклад в уникальность гено типа потомства и делает наследование непредсказуемым в деталях.

Генетическое разнообразие возникает не из одного, а из нескольких уровней случайности, поэтому даже у одних и тех же родителей потомки существенно различаются.

Схематическое представление по школьному курсу биологии

Кроссинговер Независимое расхождение
Случайное оплодотворение



Биологический смысл процессов

1

1. Сохранение числа хромосом

Гаметогенез создаёт клетки с половинным набором хромосом, что необходимо для сохранения постоянства вида после слияния гамет и образования зиготы.

2

2. Восстановление диплоидности

Оплодотворение объединяет два гаплоидных ядра и восстанавливает диплоидность, без чего нормальное эмбриональное развитие было бы невозможно.

3

3. Старт развития

После оплодотворения запускаются дробление и последующие этапы эмбриогенеза. Уже на этой стадии закладываются основы будущих тканей и органов.

4

4. Значение для здоровья

Сбои в мейозе, повреждение гамет или нарушение блокировки полиспермии могут приводить к бесплодию, гибели зародыша либо аномалиям развития.

Смысловая связка темы

1. Образование гамет

Сначала половые клетки формируются в специальных органах и проходят мейоз, который уменьшает число хромосом и делает гаметы функционально зрелыми.

2. Подготовка к слиянию

Затем гаметы сближаются, распознают друг друга и проходят подготовку к слиянию. Это обеспечивает точность взаимодействия и видовую избирательность.

3. Оплодотворение

После проникновения сперматозоида объединяется наследственный материал двух родителей, и восстанавливается диплоидный набор хромосом будущего организма.

4. Начало эмбриогенеза

Полученная зигота начинает дробление, что переводит процесс из уровня отдельных клеток к формированию многоклеточного зародыша.

От мейоза к новой жизни

Мейоз создаёт гаплоидные гаметы, а оплодотворение возвращает диплоидность и запускает развитие зиготы. Вся тема объединяется точностью делений, специализацией клеток и наследственной изменчивостью.