

Обзор: дробление и гастрюляция у животных

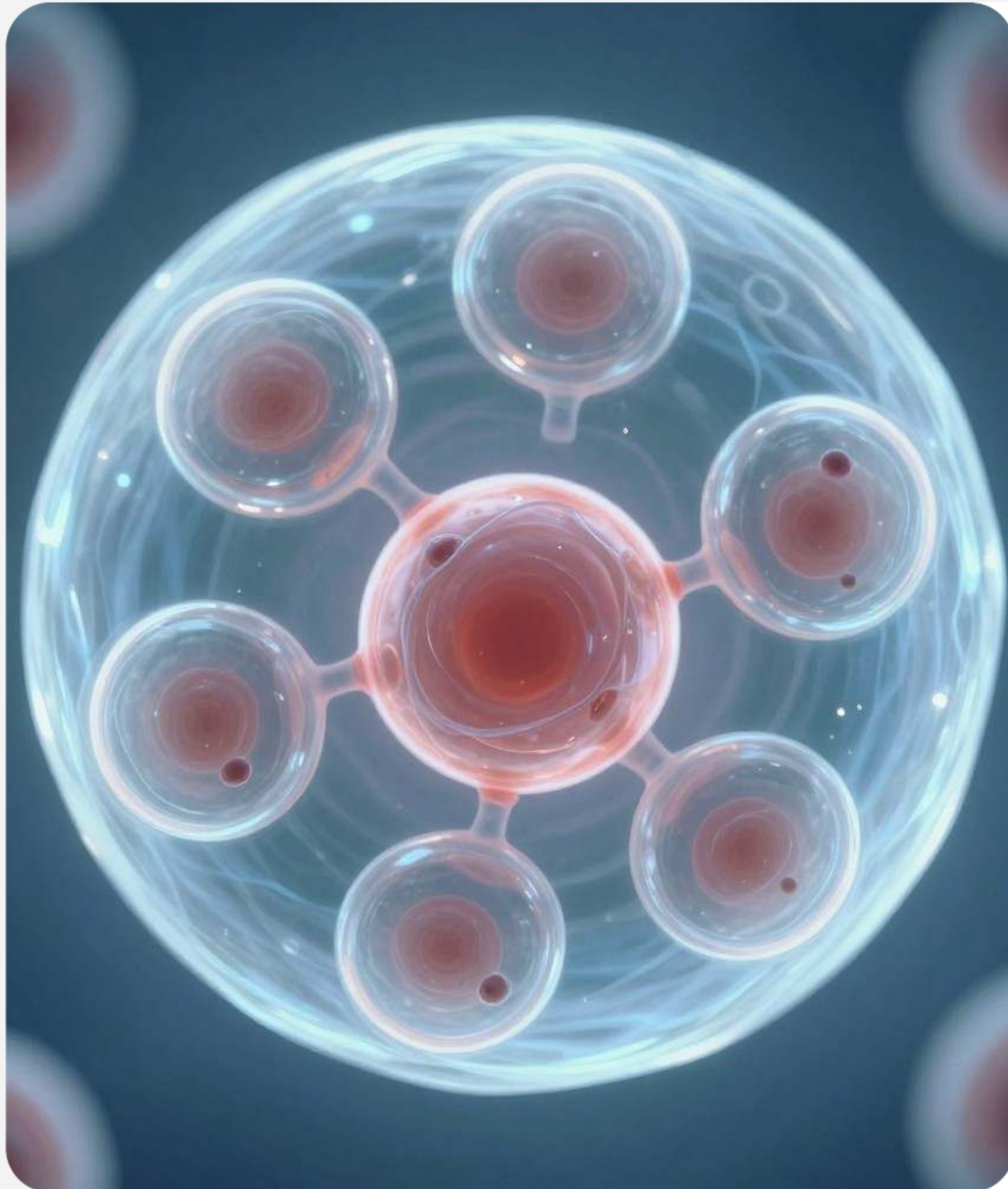
Рассмотрим первые ключевые этапы развития животных — дробление и гастрюляция.



Роль дробления и гастрюляции в развитии

Дробление и гастрюляция обеспечивают превращение одной клетки в сложный организм. Эти этапы закладывают основы органов и тканей и важны для правильного развития эмбриона.





Что такое дробление

Процесс дробления

Дробление — это несколько митотических делений зиготы без увеличения её общего объёма. Каждое деление создаёт отдельные клетки — бластомеры, которые становятся основой будущего эмбриона.

Результирующие структуры

По завершении дробления формируется бластула — структура, состоящая из слоя бластомеров, окружающих полость. Это важный этап подготовки к гастрюляции.

Основные виды дробления у животных

1

Полное или голобластическое дробление характеризуется делением всей яйцеклетки на отдельные бластомеры и встречается у амфибий и млекопитающих.

2

Неполное или меробластическое дробление происходит, когда делится лишь цитоплазма вокруг желтка, что типично для птиц и рептилий с большим количеством желтка.

3

Тип дробления зависит от состава и распределения желтка в яйце, что обуславливает особенности дальнейшего развития эмбриона.

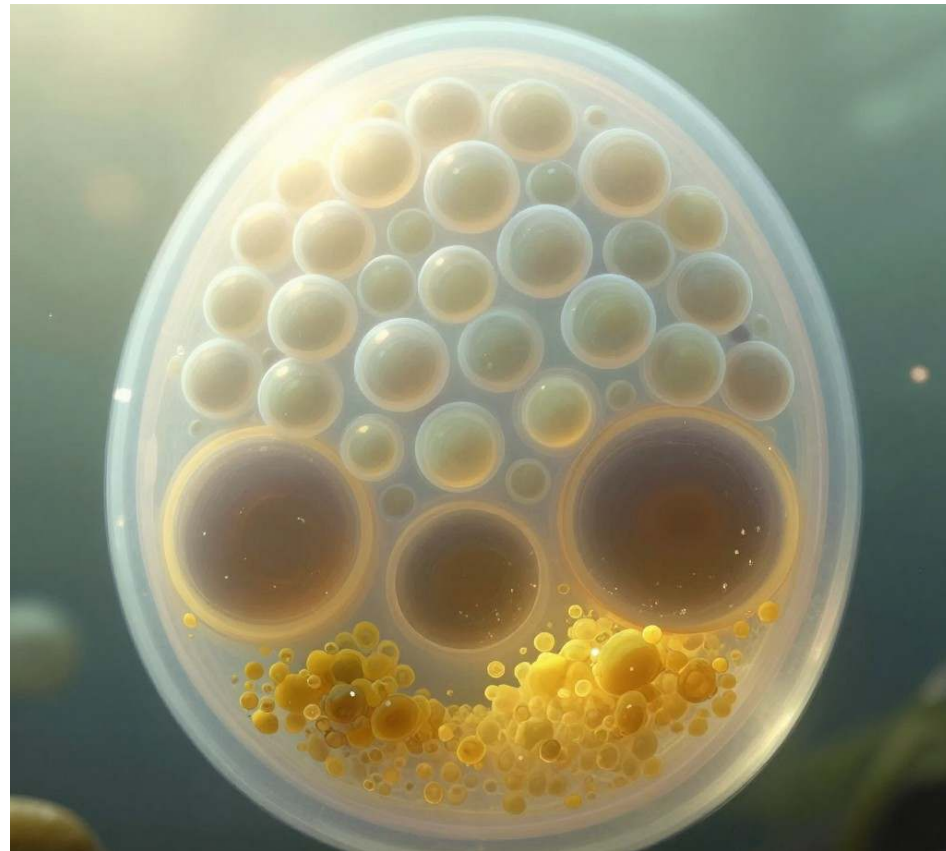
Скорость и равномерность дробления в зависимости от типа яйца

Различия в составе желтка влияют на темп дробления и равномерность размера бластомеров у разных животных.

Изолецитальные яйца дробятся быстрее и равномернее, а телолецитальные — медленнее и неравномерно, что связано с количеством желтка.



Различия в бластомерах



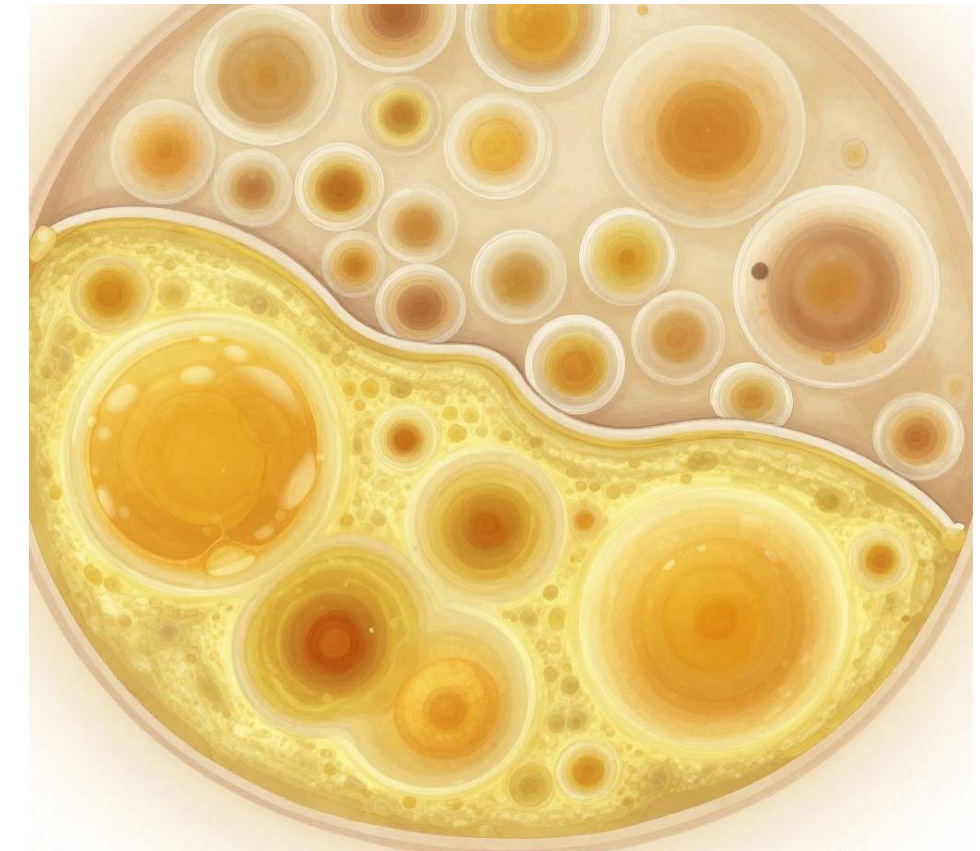
Форма и размер бластомеров у амфибий

Бластомеры в анимальной части яйца амфибий меньше и менее насыщены желтком по сравнению с вегетативными. Это связано с локализацией веществ, необходимых для дальнейшего развития.



Особенности птиц

У птиц дробление происходит только над желточным диском, где содержится минимальное количество желтка. Это приводит к формированию дискоидальной бластулы.



Влияние желтка на положение бластомеров

Положение и размер бластомеров зависит от распределения желтка: чем больше желтка, тем крупнее и медленнее делятся клетки в соответствующих участках.

Роль дробления в развитии организма

1

Дробление быстро увеличивает число клеток, создавая базу для последующего формирования тканей и органов.

2

Этот процесс подготавливает клетки к миграции и дифференцировке, важным для образования зародышевых слоёв.

3

Дробление обеспечивает передачу наследственной информации от зиготы к многочисленным клеткам организма.

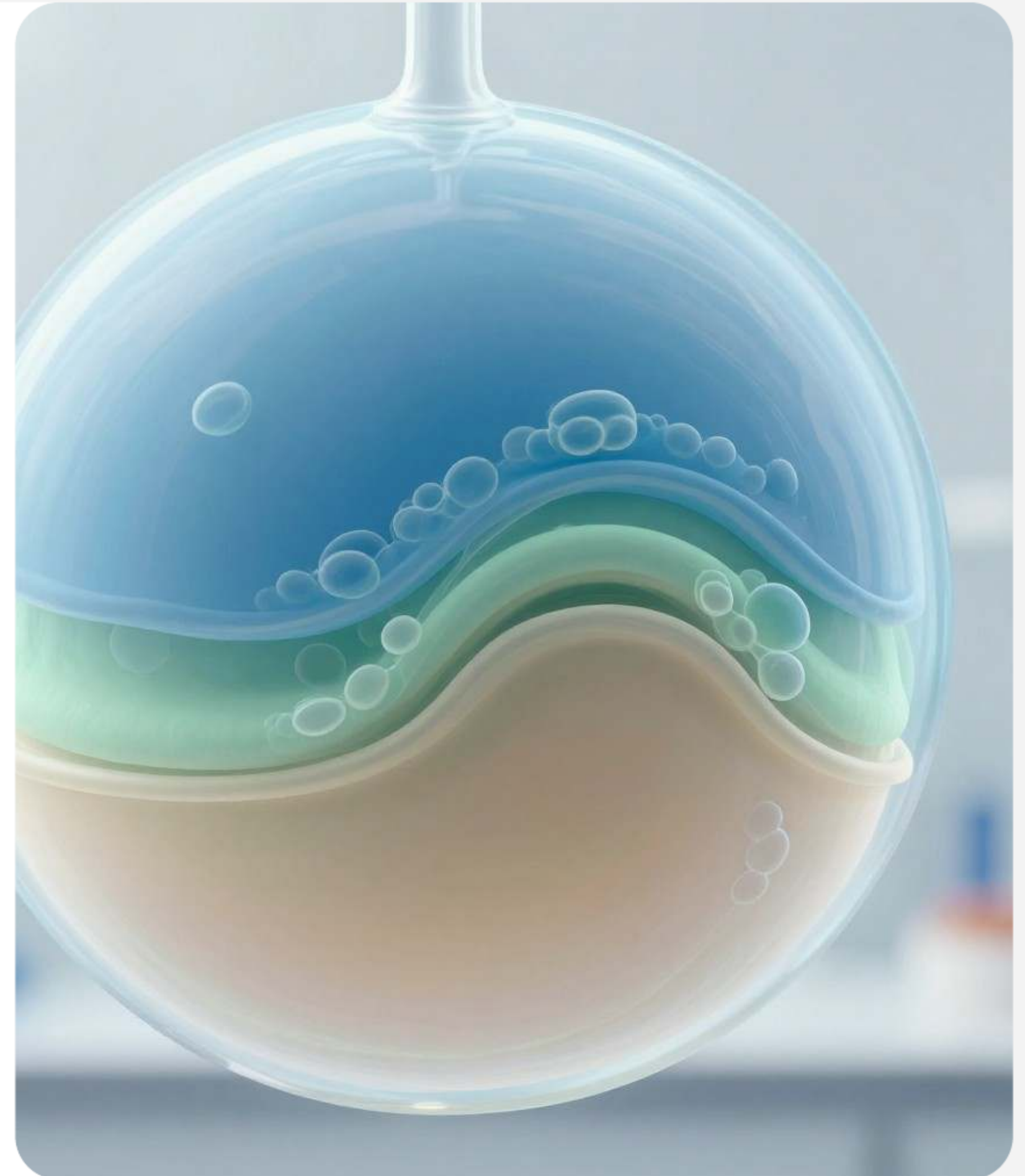
4

Корректное дробление гарантирует равномерное распределение клеточного материала для нормального развития.

Определение гастроуляции и её особенности

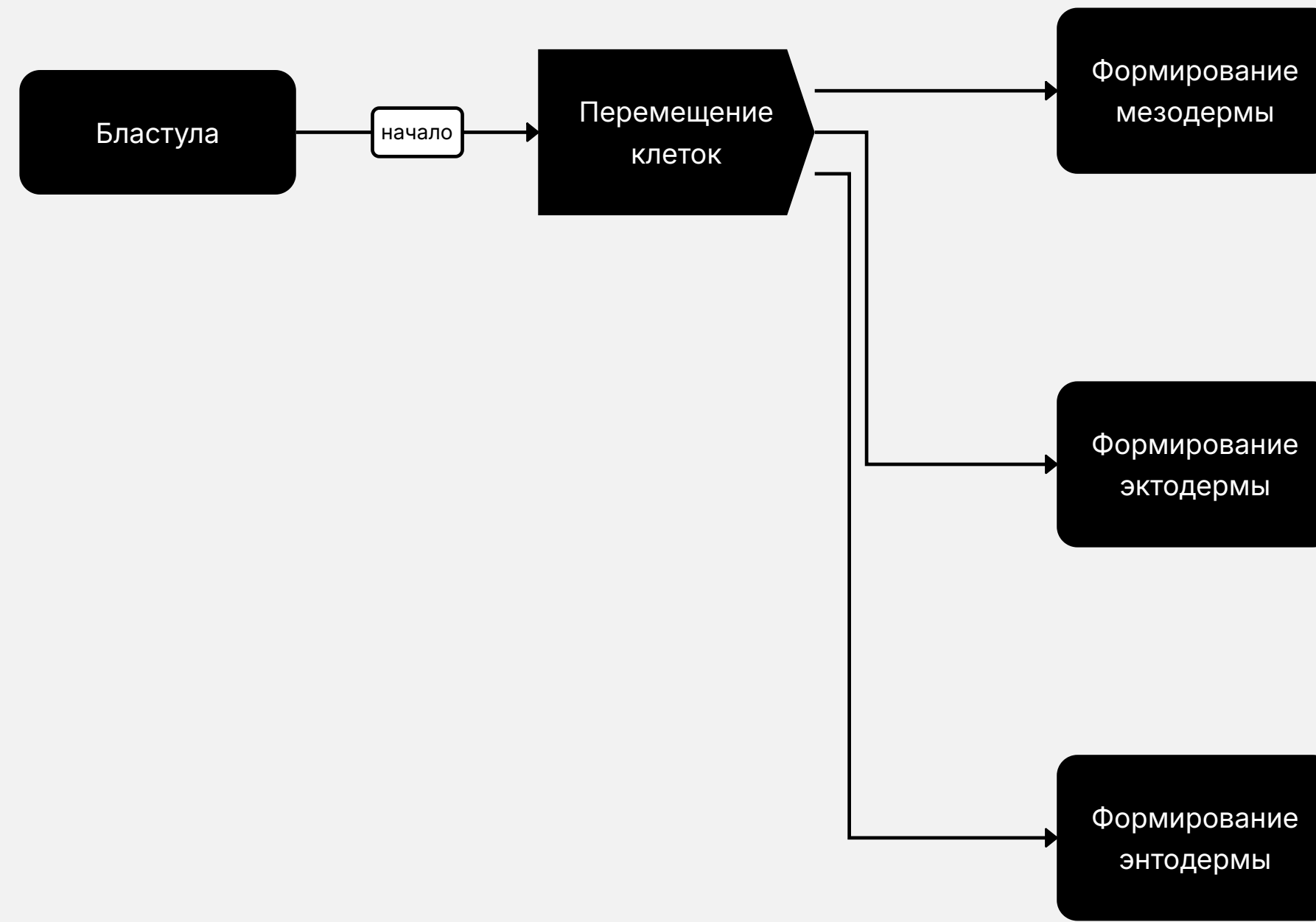
Гастроуляция — это этап эмбриогенеза, когда однослойная бластула превращается в многослойный эмбрион с различными зародышевыми листками.

Этот процесс сопровождается активными перемещениями клеток, формирующими эктодерму, энтодерму, а у большинства животных — мезодерму.



Основные этапы гаструляции

Источник: учебник по эмбриологии, 2023



Главные механизмы гаструляции

1

Инвагинация — впячивание части клеток внутрь эмбриона, формирующее первичные полости и слои.

2

Эпиболия — обрастание одних клеток поверх других, расширяющих поверхность эмбриона.

3

Иммиграция — миграция отдельных клеток вглубь, а деляминация — расщепление одного слоя на два, что способствует формированию зародышевых листков.

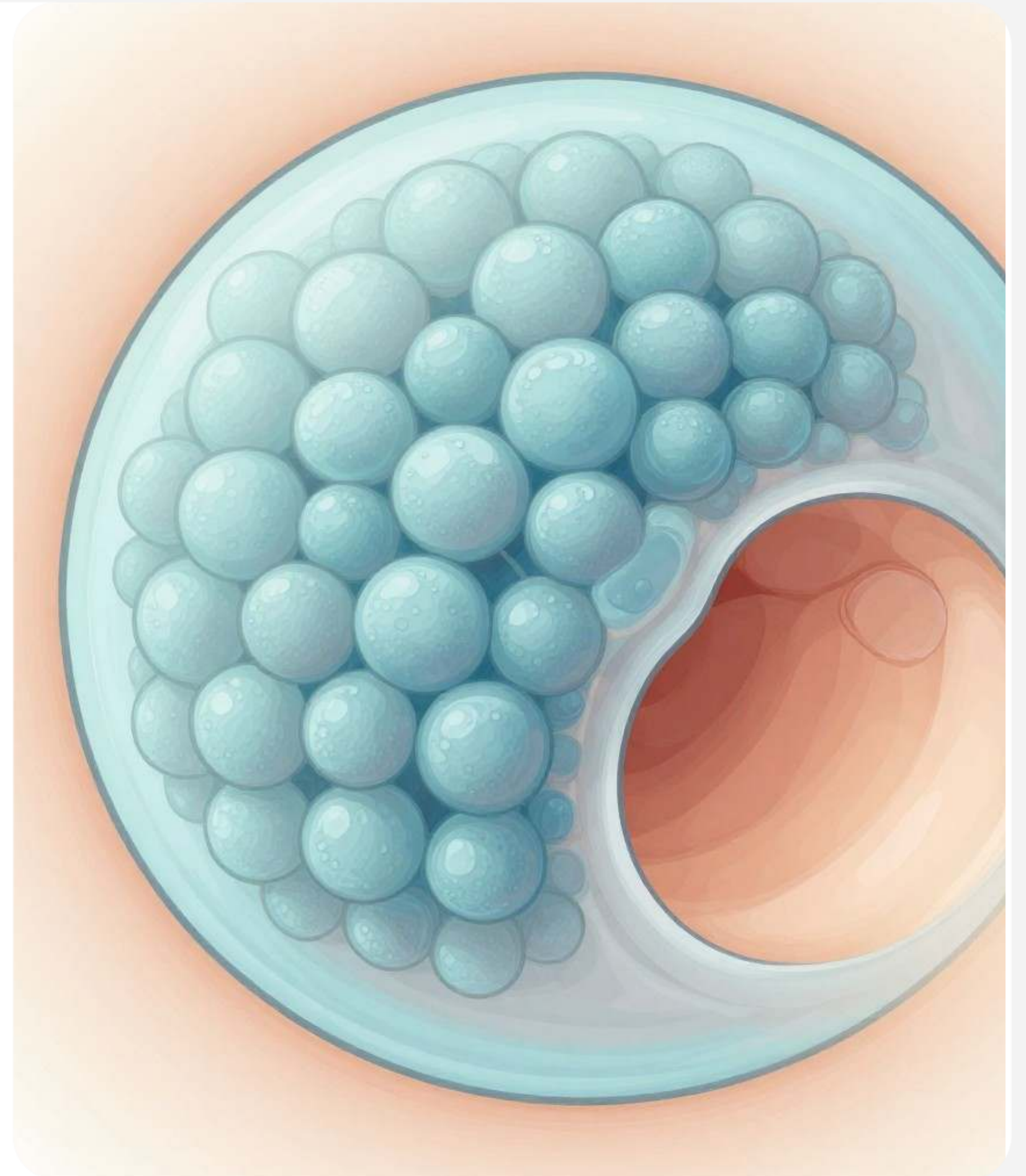
Пример инвагинации у морского ежа

1

У морских ежей клетки, расположенные на одном полюсе бластулы, начинают впячиваться внутрь, формируя первичную кишку — гастрोцель. Этот процесс запускает расслоение зародыша на два основных слоя.

2

Внешний слой клеток превращается в эктодерму, а внутренний — в энтодерму. Такой механизм чётко демонстрирует начало формирования тканей и органов у морских ежей.



Эпиболия у амфибий (лягушки)

1

У лягушек анимальные клетки активно делятся и перемещаются, охватывая вегетативные клетки. В результате образуется двойной слой, который впоследствии сформирует эктодерму и энтодерму.

2

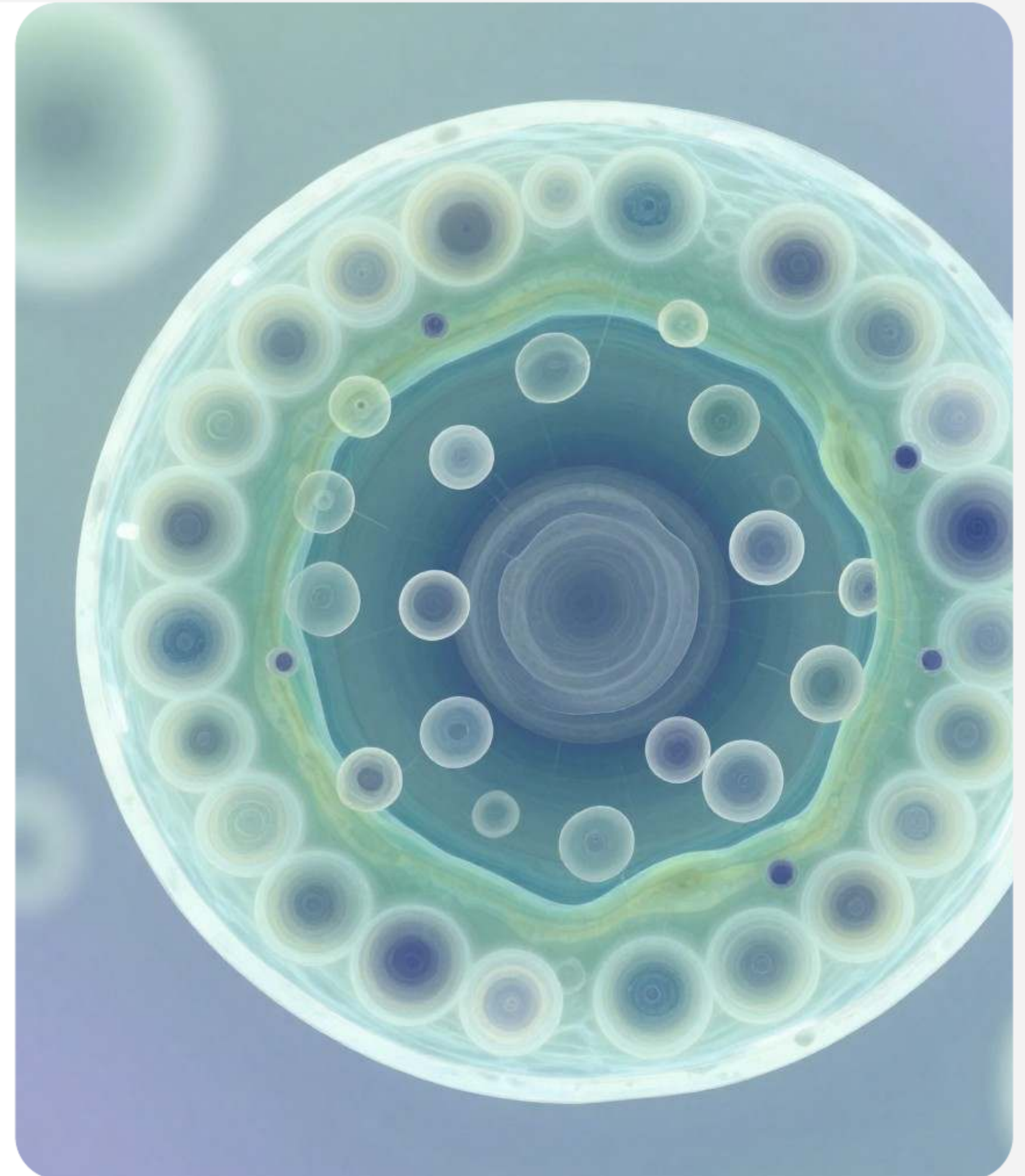
Особенность эпиболии заключается в том, что обрастание происходит в сторону полюса яйца с большим содержанием желтка, что влияет на интенсивность и равномерность процесса.



Иммиграция: гастроляция у губок и кишечнополостных

У губок и кишечнополостных часть клеток отделяется и мигрирует внутрь бластулы отдельно от основной массы. Это приводит к формированию многослойной гастролы без сложных движений клеток.

Такой способ гастроляции характерен для простейших организмов с небольшим количеством клеток и является базовой формой формирования зародышевых слоёв.



Образование зародышевых листков

Первичный наружный слой — эктодерма — развивается из клеток бластулы и образует кожу и нервную систему будущего организма.

Вторичный внутренний слой — энтодерма — формирует внутренние органы, связанные с пищеварением и дыханием.

Каждый из трёх листков играет уникальную роль в развитии органов и тканей, обеспечивая структурное и функциональное разнообразие организма.

У более сложных животных возникает мезодерма — средний слой, который даёт начало мышцам, костям и кровеносной системе.

Функции эктодермы, энтодермы и мезодермы

Таблица демонстрирует распределение основных функций между тремя зародышевыми слоями у животных.

Распределение функций между листками обеспечивает появление сложных органов и систем в организме.

Зародышевый листок	Основные функции
Эктодерма	Нервная система, кожа, органы чувств
Энтодерма	Эпителий пищеварительного тракта, печень, лёгкие
Мезодерма	Мышцы, кости, кровеносная система

Гаструляция у человека: особенности и сроки

15-й день после оплодотворения

Начинается процесс гаструляции, клетки начинают активно перемещаться, формируя зачатки будущих слоёв зародыша.

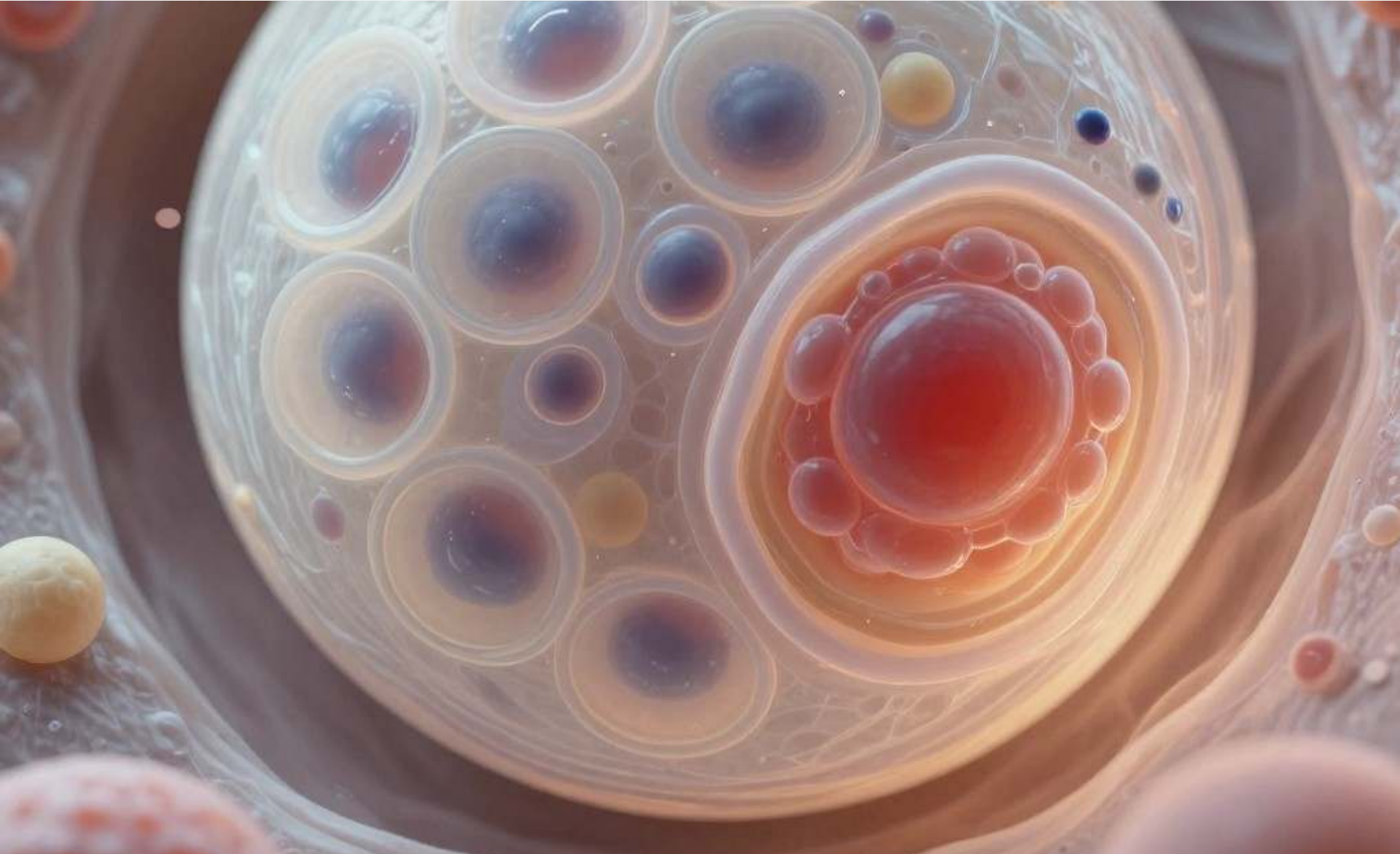
21-й день после оплодотворения

Заканчивается гаструляция, начинается этап органогенеза, когда формируются основные органы и системы тела.

18-й день после оплодотворения

Происходит дифференцировка клеток, образуются эктодерма, энтодерма и мезодерма — три основных зародышевых слоя.

Влияние ошибок дробления и гаструляции на развитие



Последствия неправильного дробления

Нарушения дробления приводят к неравномерному распределению генетического материала и порокам развития, что часто становится причиной гибели эмбриона на ранних стадиях. Такие эмбрионы обычно не способны к дальнейшему развитию.

Ошибки в гаструляции и врождённые пороки

Неправильное формирование зародышевых слоёв приводит к серьёзным дефектам органов и тканей. Более 50% эмбрионов с подобными нарушениями не способны выжить, что подтверждается эмбриологическими исследованиями.

Сравнение особенностей у разных групп животных

У рыб дробление полное, равномерное, что обеспечивает формирование полноценного зародыша с малыми запасами желтка. Это связано с их типом размножения и средой обитания.

Птицы и рептилии имеют дискоидальное дробление из-за большого количества желтка, в то время как у млекопитающих дробление полное, но с замедленной имплантацией эмбриона в матку.



50%

эмбрионов с серьёзными нарушениями на этих этапах не развиваются, что подчёркивает критическую роль процессов дробления и гаструляции.

Современные эмбриологические исследования

Около половины всех эмбрионов с дефектами в дроблении или гаструляции не достигают дальнейших стадий развития, что объясняет их жизненную важность.

Заключение: ключевая роль дробления и гастрюляции в развитии организма

Дробление и гастрюляция — это начальные, но критически важные этапы эмбриогенеза, без которых невозможно формирование сложных структур и систем, определяющих жизнеспособность животного.

