

# Понятие морфогенов и градиентов их концентраций

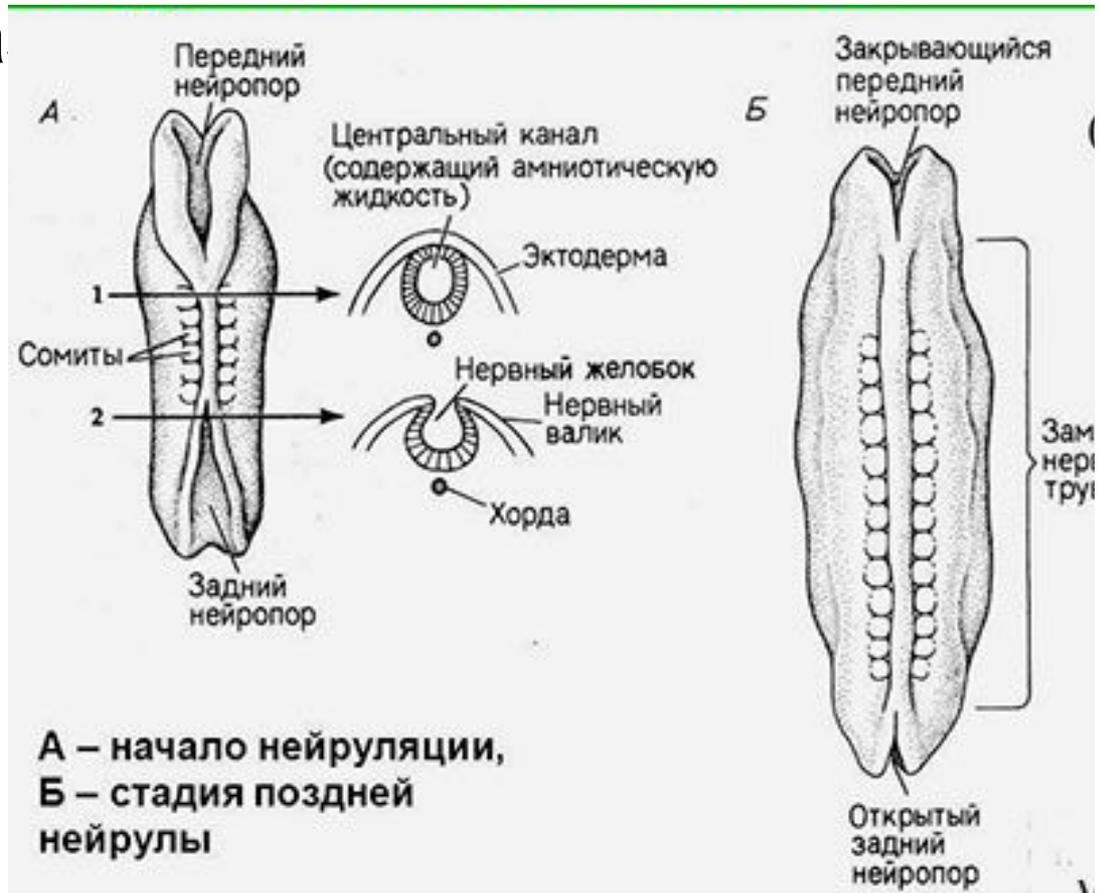
Подготовила студентка  
Группы БМ -1103 - 52 – 00  
Рогожникова Е.

# Морфогенез

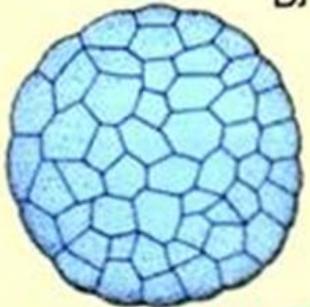
- сложный и упорядоченный природный процесс образования структур и органов и преобразования их формы в процессе индивидуального ра

✓ В классической эмбриологии – возникновение многоклеточных структур

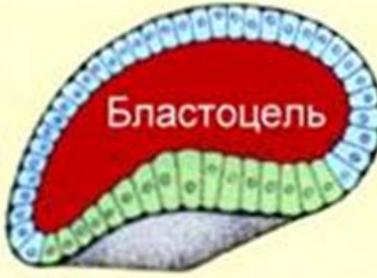
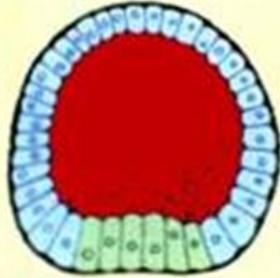
✓ Закладка осевых органов во время нейруляции – **первые видимые морфогенетические**



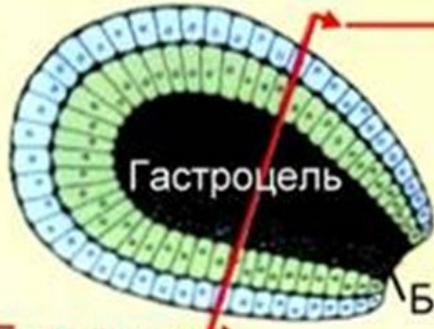
Бластодерма



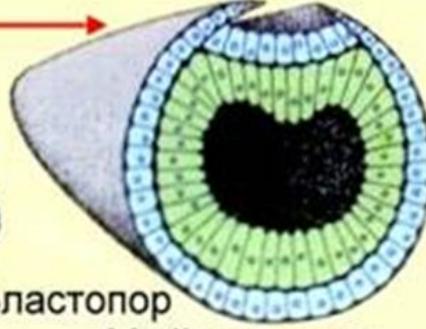
Бластула



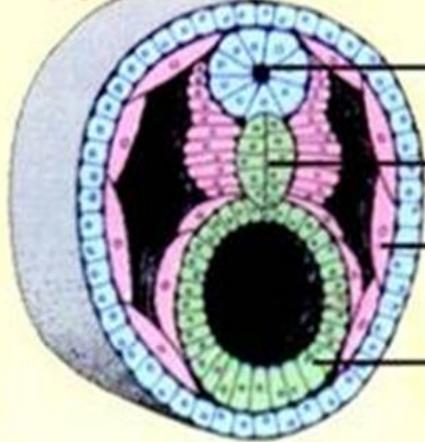
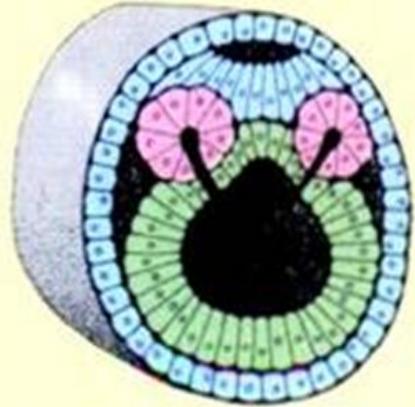
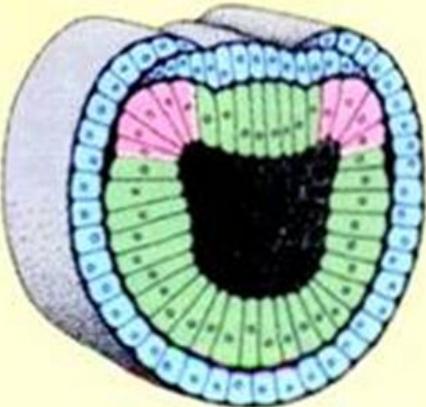
Гаструляция



Гаструла



Нейруляция



Нервная трубка

Хорда

Мезодермальные карманы

Пищеварительная система

Эктодерма

Энтодерма

Мезодерма

❖ Морфогенез на надклеточном уровне начинается еще со стадии бластулы

## ✓ Образование многоклеточной структуры

## ✓ Формирование субклеточных и клеточных

Синтез и  
пространственная  
организация  
макромолекул

Сборка пучков актиновых  
микрофиламентов

Перестройка  
клеточных мембран

Дифференцировка  
а всасывающих  
клеток эпителия  
киш. и почек

- ✓ Морфогенез – ациклический процесс!
- ✓ Льюис Вольперт. Концепция позиционной информации (Модель французского флага), 1969 г.

*«Главное событие вашей жизни — это не рождение, свадьба или смерть. Это трупляция.»*



**Льюис  
Вольперт**

#### □ **МОРФОГЕН**

– ЛЮБОЕ ВЕЩЕСТВО, ВЫРАБАТЫВАЕМОЕ В КАКОМ-ЛИБО КОНКРЕТНОМ РАЙОНЕ (УЧАСТКЕ) РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ОРГАНИЗМА В ОПРЕДЕЛЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ.

- Ретиноевая кислота
- Ауксин - морфоген растений
- FGF (Fibroblast growth factors) – морфогены животных

Позиционная информация – концентрация морфогена, определяющая зависимость «судьбы» клетки от её положения в системе развивающегося организма

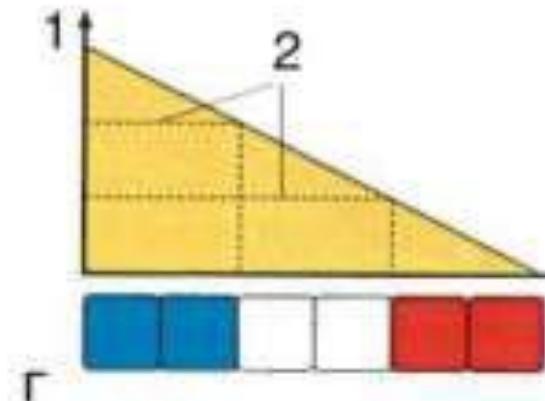
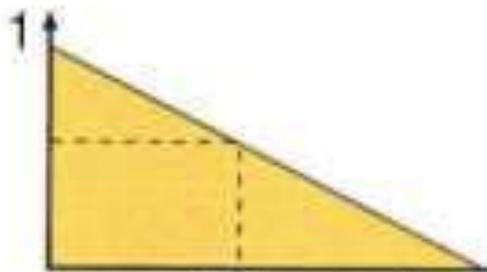
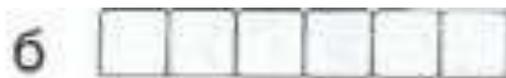
Концентрация  
морфогенов

Положение в  
системе  
развивающегося  
организма

«Судьба»  
клетки

```
graph LR; A[Концентрация морфогенов] --> B[Положение в системе развивающегося организма]; B --> C[«Судьба» клетки];
```

The diagram consists of three rounded rectangular boxes arranged horizontally from left to right. The first box is dark red and contains the text 'Концентрация морфогенов'. The second box is orange and contains the text 'Положение в системе развивающегося организма'. The third box is purple and contains the text '«Судьба» клетки'. Two curved arrows connect the boxes: one from the first box to the second, and another from the second box to the third, indicating a causal or determining relationship between the concentration of morphogens, the cell's position, and its fate.



**Модель французского флага:**

**а** - изображение флага;

**б** - каждая клетка потенциально может стать красной, синей или белой;

**в** - позиция каждой клетки характеризуется определенным уровнем морфогена;

**г** - направление дифференцировки клетки зависит от позиционной информации;

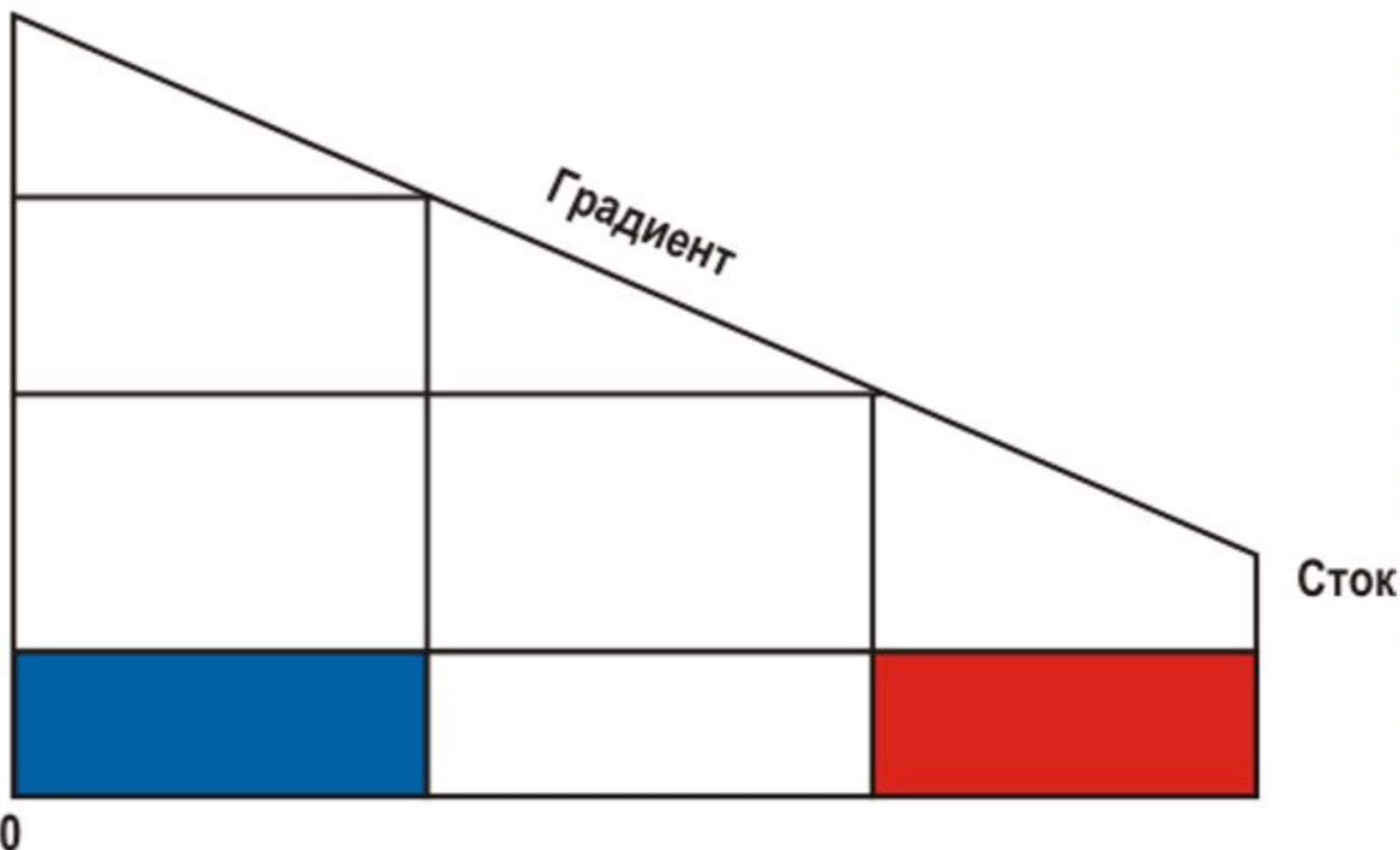
1 - концентрация морфогена; 2 - пороговые уровни морфогена

Источник

Порог для  
синего (1)

Порог для  
белого (2)

Клетки



0  
Модель трехцветного флага (Wolpert, 1969)

## Что может быть морфогеном?

### Низкомолекулярные вещества

- Ионы ( $H^+$ ,  $Ca^{2+}$ , ...)
- Производные нуклеиновых и аминокислот  
(ауксин, цитокинин, ретинол, ...)

### РНК (миРНК, нкРНК)

### Белки

- Транскрипционные факторы  
(НОХ-гены, HES7, OCT4, ...)
- Короткие секреторные белки (CLE, BMP, FGF...)

Одинаковые сигналы могут прочитываться клетками **Поразному**. Градиенты в формирующемся зародыше могут **изменяться**. В опытах по перемешиванию клеток зародыша, объединению нескольких зародышей, удалению части клеток зародыша, при которых все сформированные градиенты нарушаются, наблюдается тем не менее возникновение нормальных (ожидаемых) закладок и формирование полноценных сложных структур.

 Возникающие градиенты не являются той единственной движущей силой, которая однозначно определяет сложнейший процесс морфогенеза. Изменение концентрации того или иного морфогена не определяет однозначно направление клеточной дифференцировки, а носит **дестабилизирующий характер**, т.е. выводит клетки из исходного недифференцированного состояния.

***Благодарю за  
внимание!***