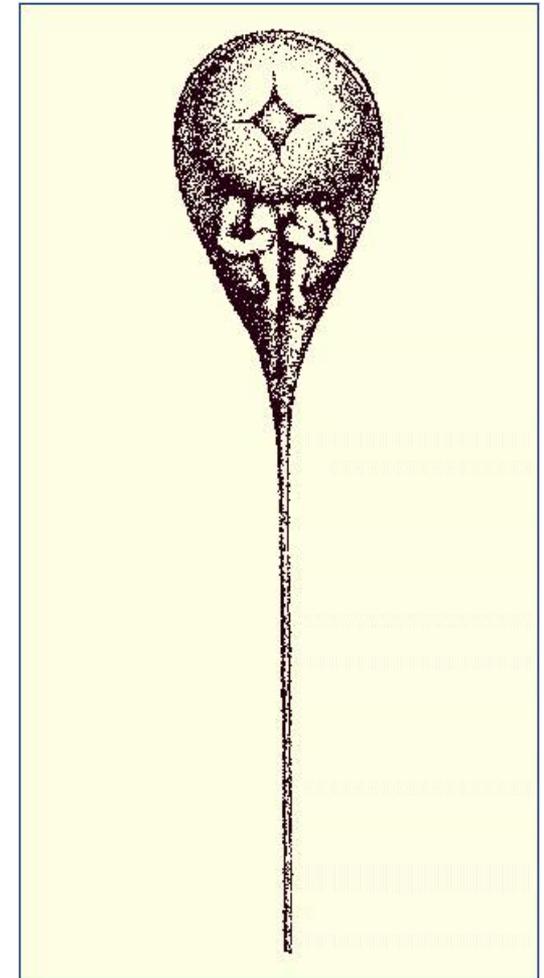


# Теоретические вопросы эмбриологии

# История эмбриологии: 1: преформизм и эпигенез

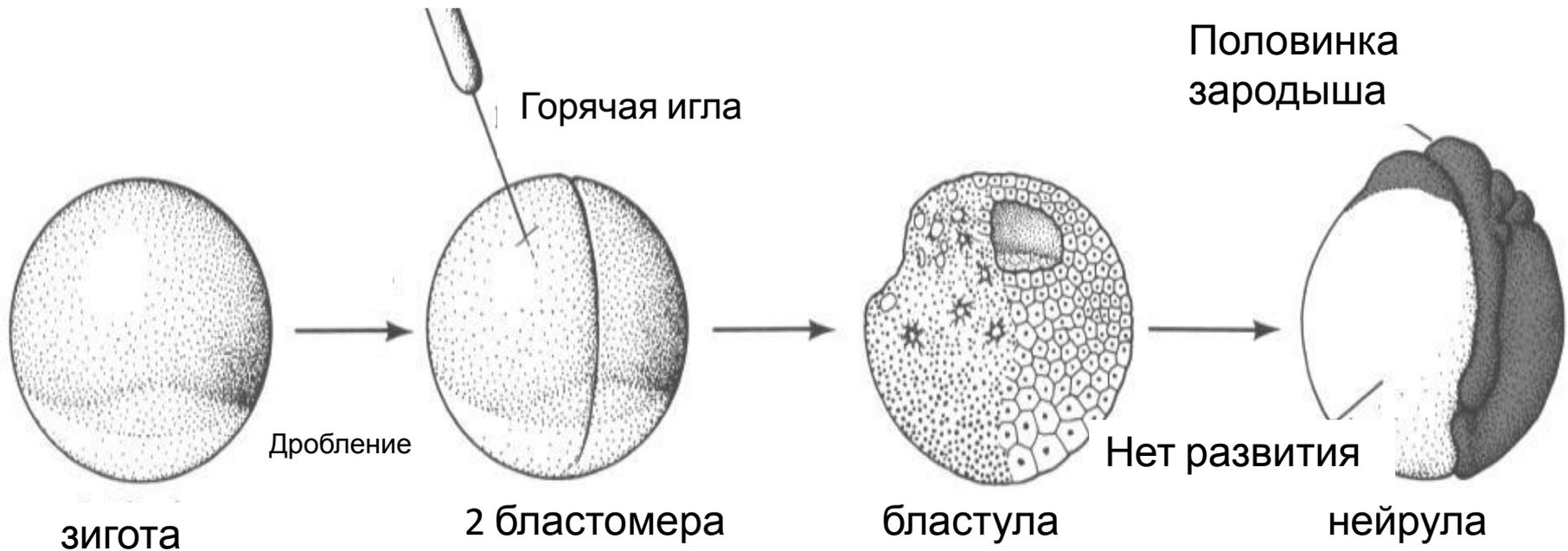
- 17 век, только изобрели микроскоп.
- Часть исследователей – **преформисты** – видели в сперматозоиде маленького человечка
- **Анималькулисты** считали, что зародыш заключен в сперматозоиде; **овисты** – в яйцеклетке
- **Эпигенетики** отрицали наличие маленького зародыша. Все образуется заново, считали они



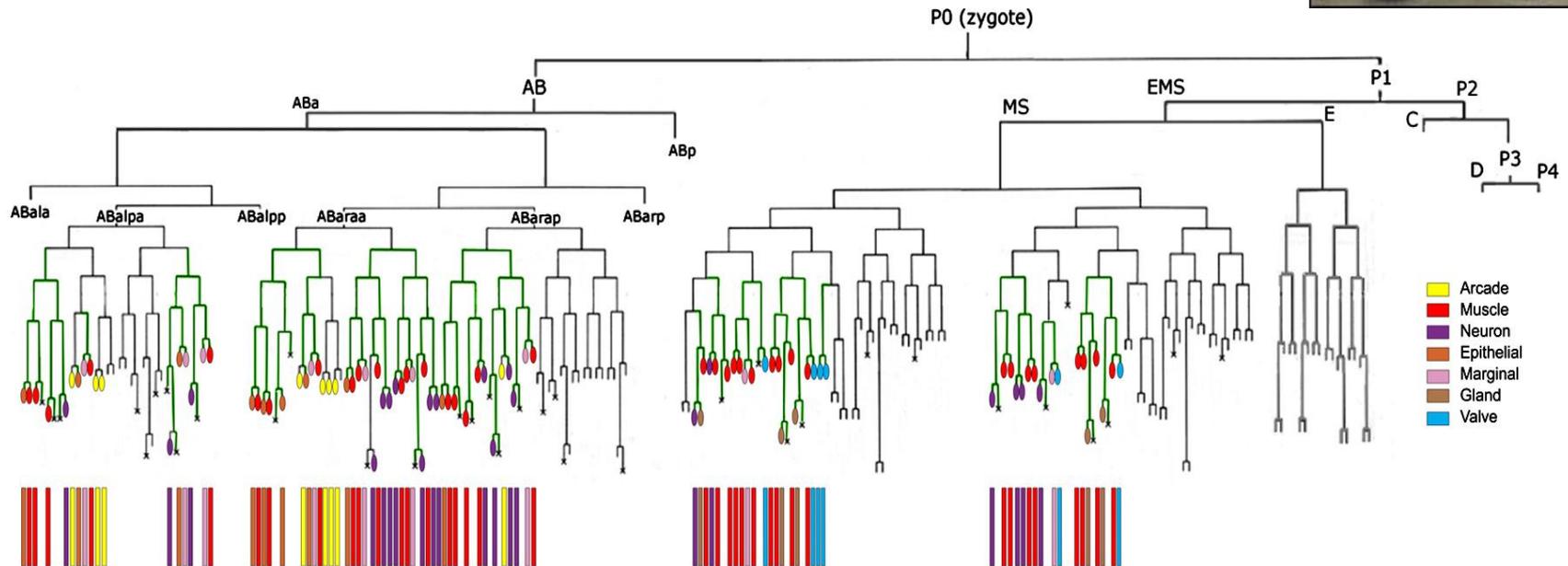
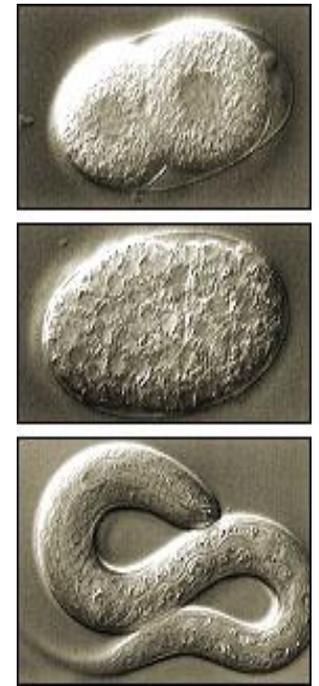
## 2. В 19 веке развитие получила экспериментальная эмбриология

- **Неопреформисты** ( Ру) – уже в яйце строго детерминировано развитие зародыша
- **Неоэпигенетики** (Дриш) – развитие регулируется
- Правы и те и другие, поскольку у одних видов развитие строго детерминировано с самого начала (например, круглые черви): у других детерминация наступает позднее, как у большинства Хордовых

# Опыт Вильгельма Ру, доказывавший мозаичное развитие

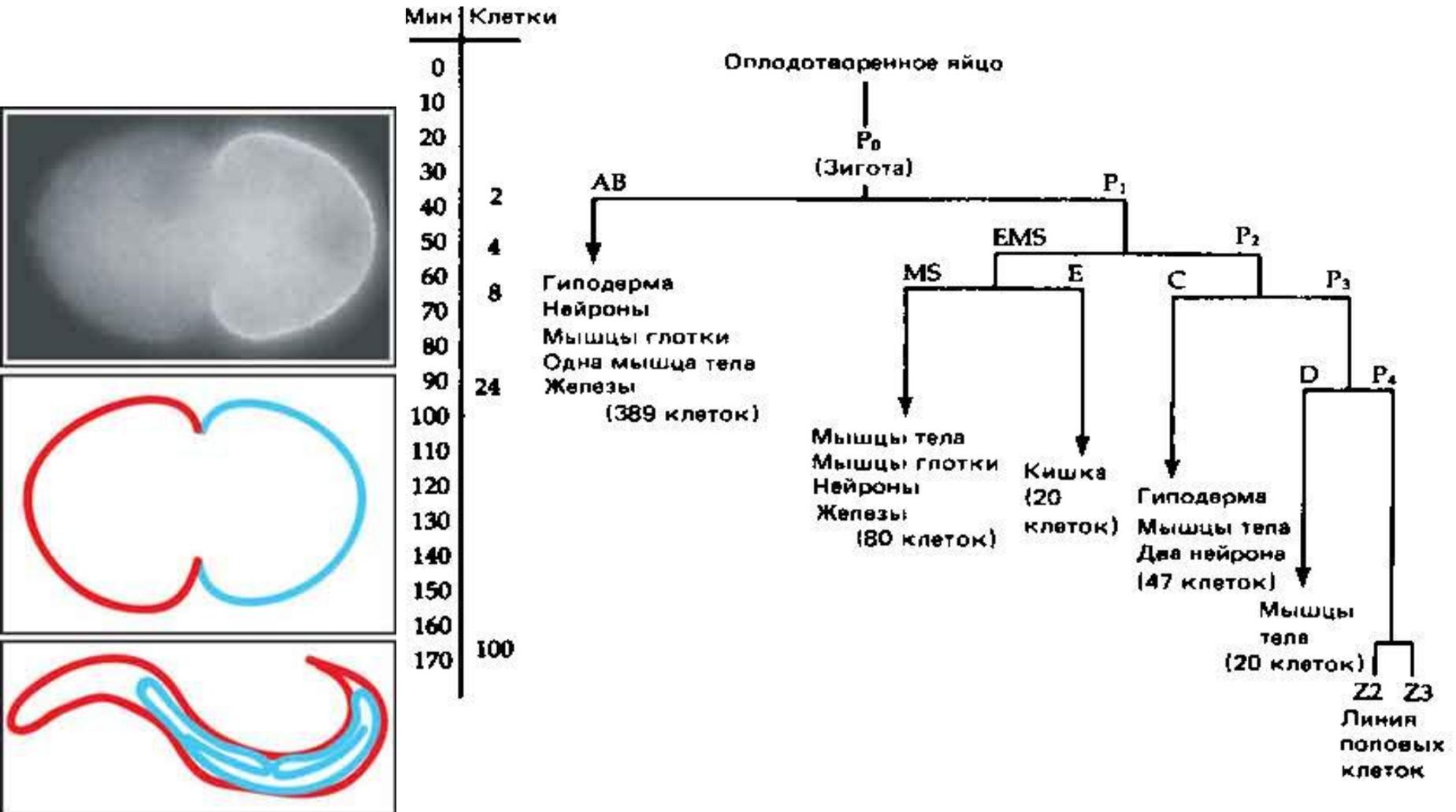


У круглого червя *C.elegans* детерминация развития происходит уже на стадии 2 –х бластомеров. Точно известно общее число клеток червя (959) и что из чего разовьется



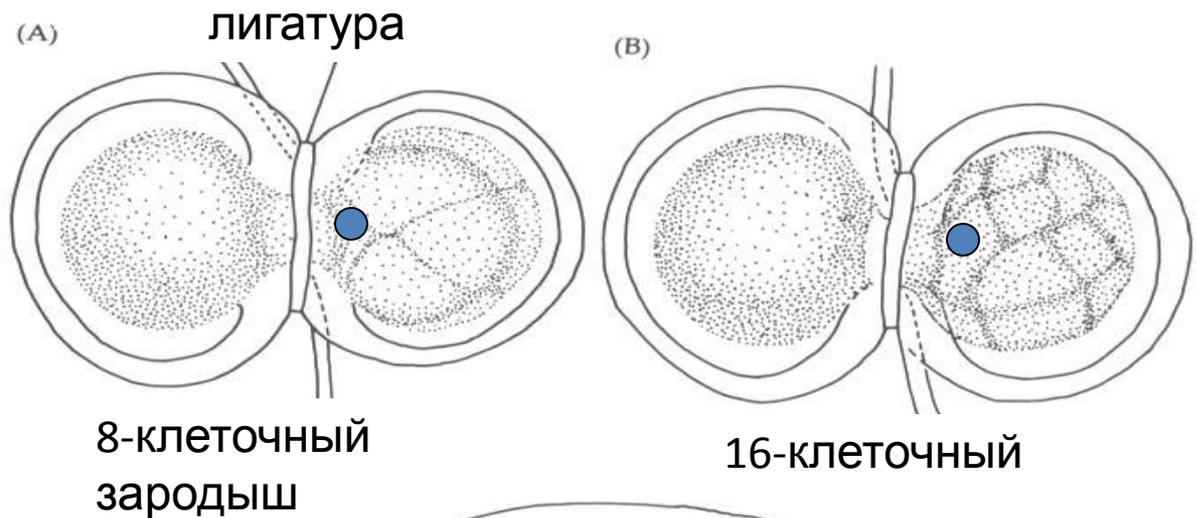
Для тех, кому интересно, что у нематоды из какого бластомера развивается.

Примерная схема дифференцировки клеток *C.elegans*



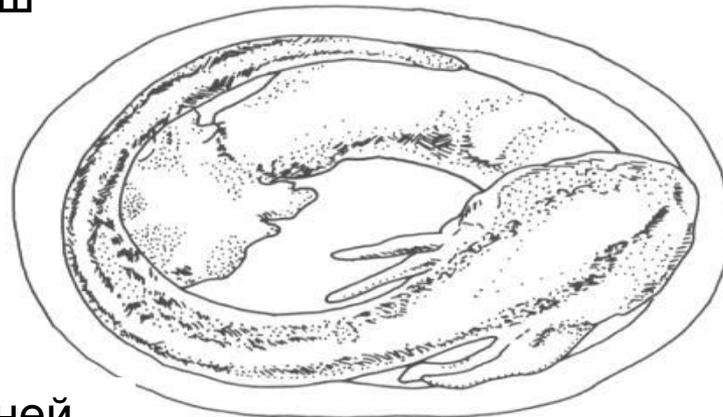
# Опыт, доказывавший регулятивное развитие

Зиготу перетянули так, что ядро осталось на правой половине. Там зародыш развивался до стадии 8 или 16 клеток, а затем одно из ядер бластомеров переносили в левую половину. Развивалось 2 зародыша тритона.



Это доказывает **ТОТИПОТЕНТНОСТЬ** клеток на стадии дробления и способность к регуляции развития

140 дней

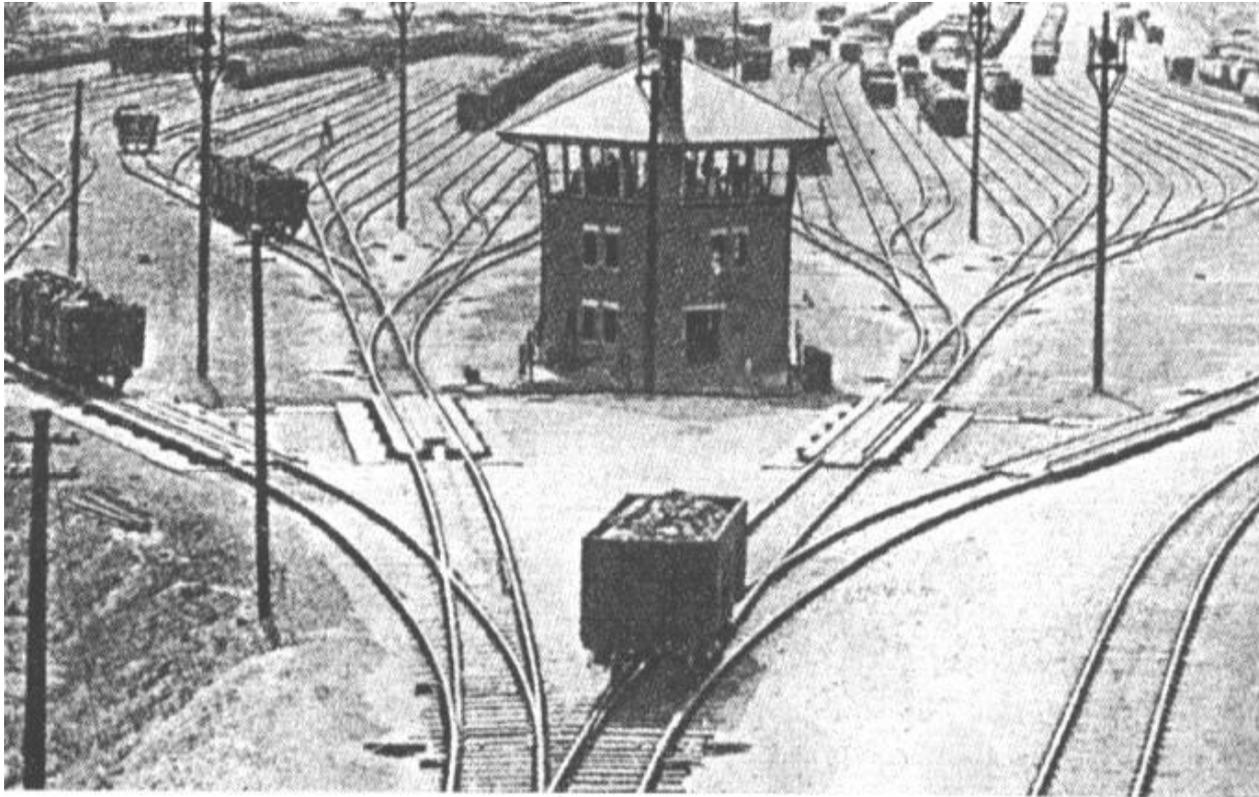


# У хордовых детерминация наступает позже

- Различают **детерминацию лабильную** – когда клетка может еще изменить путь развития
- и **стабильную**, когда путь дифференцировки клетки окончательно определен
- (например, на стадии гаструлы пересадка ДГБ может изменить судьбу эктодермы, а не стадии нейрулы – уже поздно!)

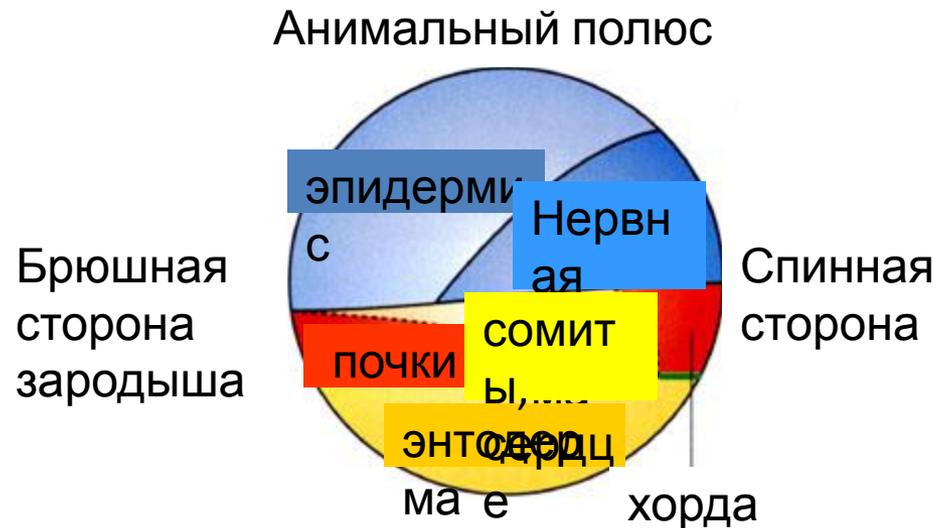
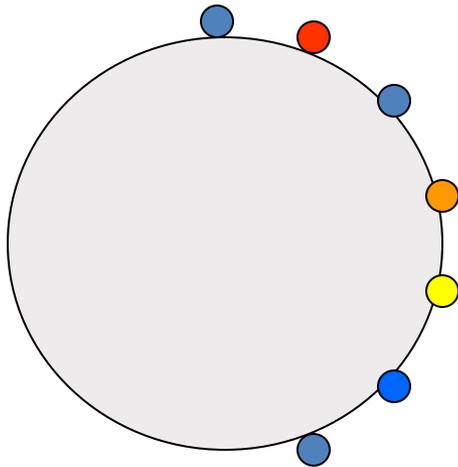
Фотография сортировочной станции из учебника С. Гилберта «Биология развития» иллюстрирует процесс детерминации развития.

Существуют определенные гены, которые «переводят стрелки» (селекторные гены, гены-переключатели)



# Карты **презюмтивных зачатков** были составлены на основе метода Фогта, разработанного в 1920-х годах

- Кусочки агара с безвредными (прижизненными) красителями помещались на поверхность бластулы зародыша. Краска проникала в клетки и окрашивала их.



После клеточных перемещений в ходе гастрюляции получалась карта презюмтивных зачатков (fate map)

Вегетативный полюс

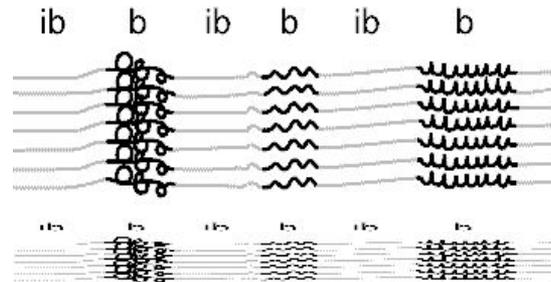
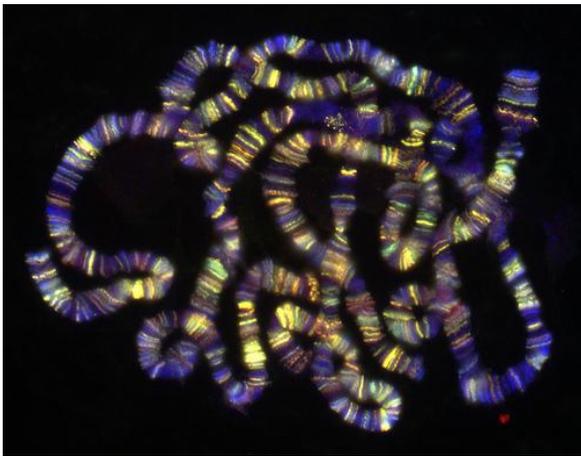
3. Таким образом, в XX веке стало общепринятым, что развитие связано с дифференциальной активностью генов

# Гипотеза дифференциальной активности генов

- Ядро каждой клетки содержит полный набор генов
- В каждой клетке экспрессируются лишь гены, специфичные для данного типа клеток
- Не используемые гены не разрушаются, а лишь выключаются.

# Доказательства этого:

- Политенные хромосомы двукрылых



- Опыты по пересадке ядер (клонирование)



# Схема опыта

Клетка из  
вымени  
овцы-  
дс



ядро



яйцеклетка



Яйцеклетка  
овцы-  
суррогатной  
матери

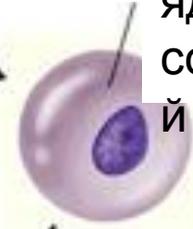
Ядро  
удаляет  
ся



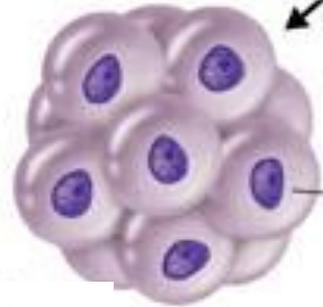
Слияние клеток под  
действием  
электрошока



Зигота с  
ядром  
соматическо  
й клетки

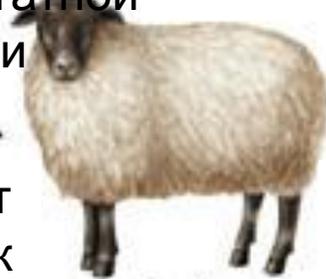


Дробление



Зароды  
ш на  
стадии  
морулы

Помещают в  
матку

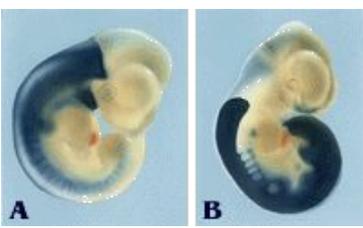


Суррогатная  
матери  
мать

Развивает  
ся ягненок



Клонированн  
ое животное  
- Долли



# The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1995



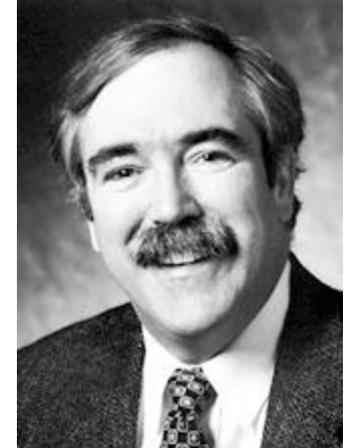
- «for their discoveries concerning the genetic control of early embryonic development» - за ОТКРЫТИЯ в области контроля раннего зародышевого развития



Edward B. Lewis



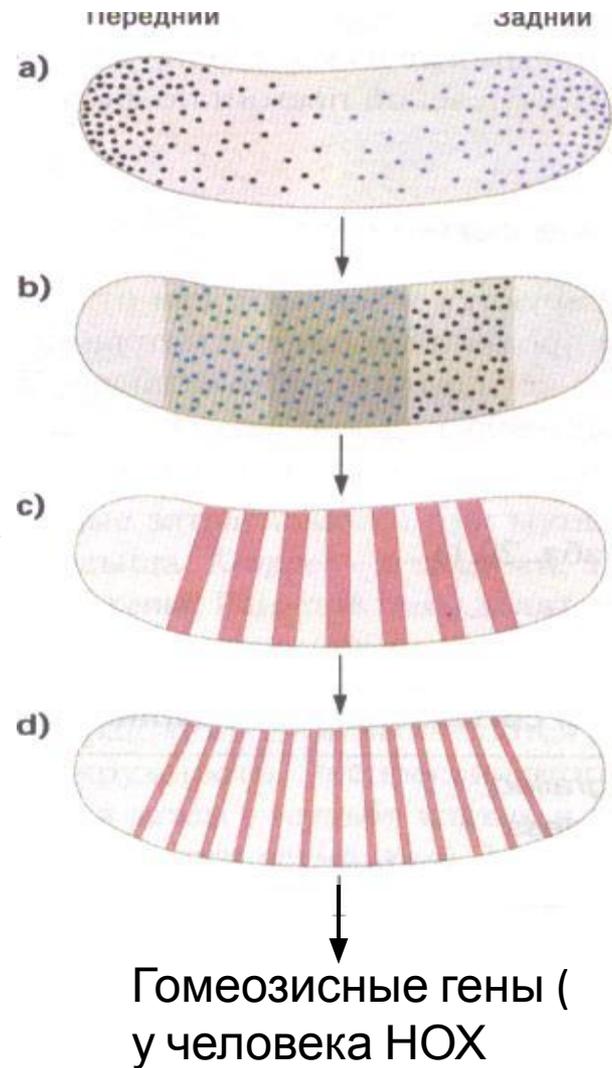
Christiane  
Nüsslein-Volhard



Eric F. Wieschaus

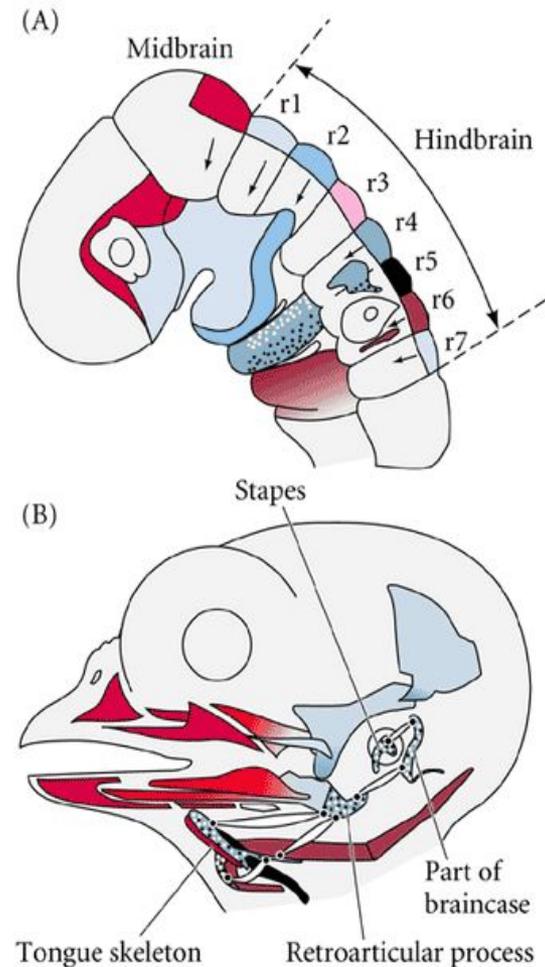
# Дифференциальная активность генов в развитии дрозофилы

- Сперва включаются гены, отвечающие за передне-заднюю полярность
- Затем гены, подразделяющие тело на несколько больших сегментов
- Потом – на меньшие сегменты
- Потом включаются гомеозисные (селекторные) гены, определяющие свойства каждого сегмента (см. ниже)

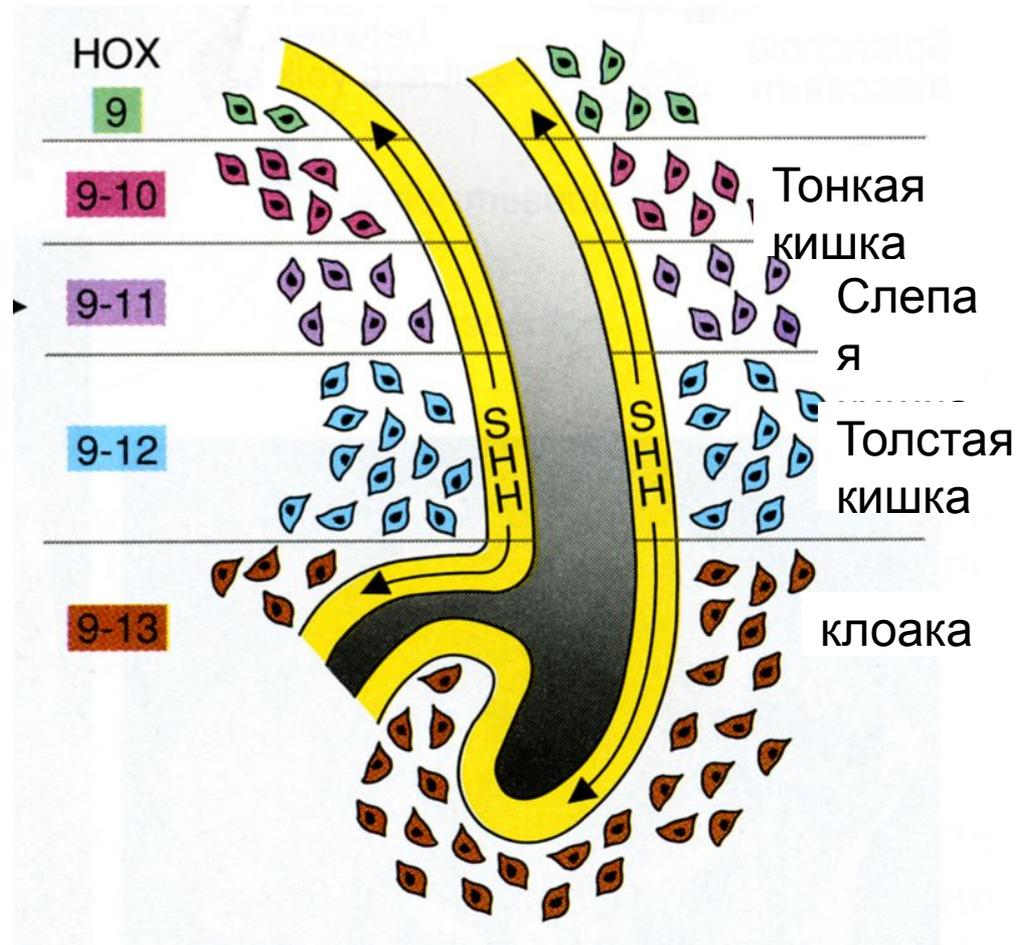


# Действие гомеозисных генов приводит к формированию различных структур в каждом из сегментов

как в области  
ГОЛОВЫ,



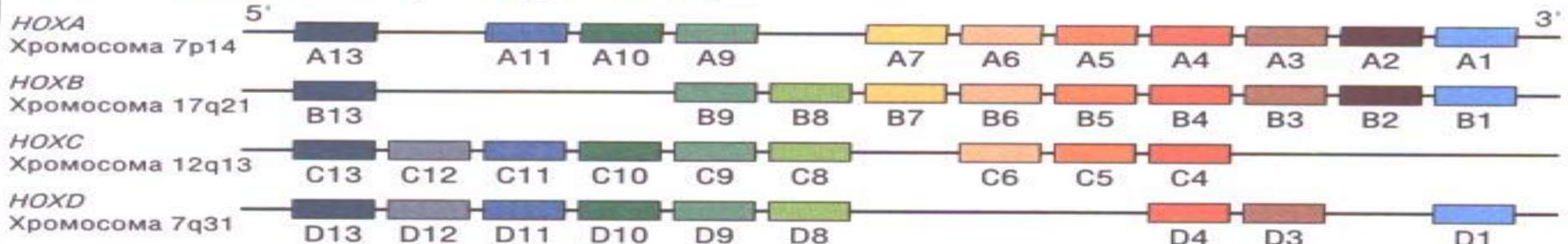
# так и хвоста



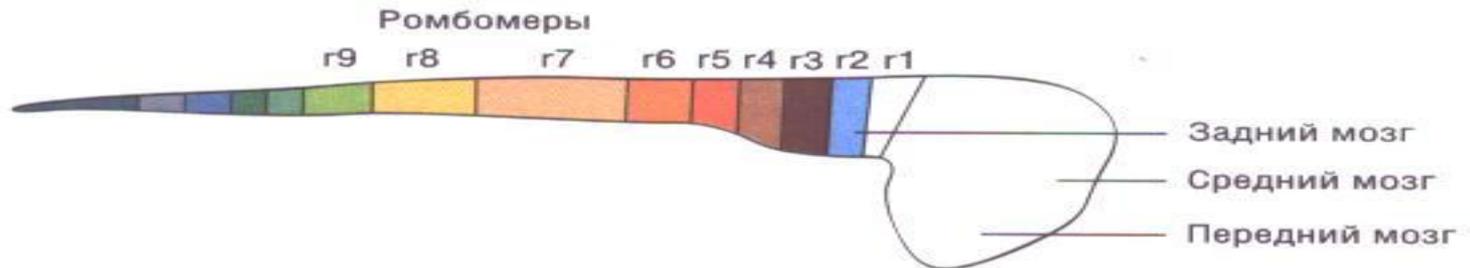
# HOX – гены хорошо изучены

## Строение четырёх паралогичных *HOX*-кластеров

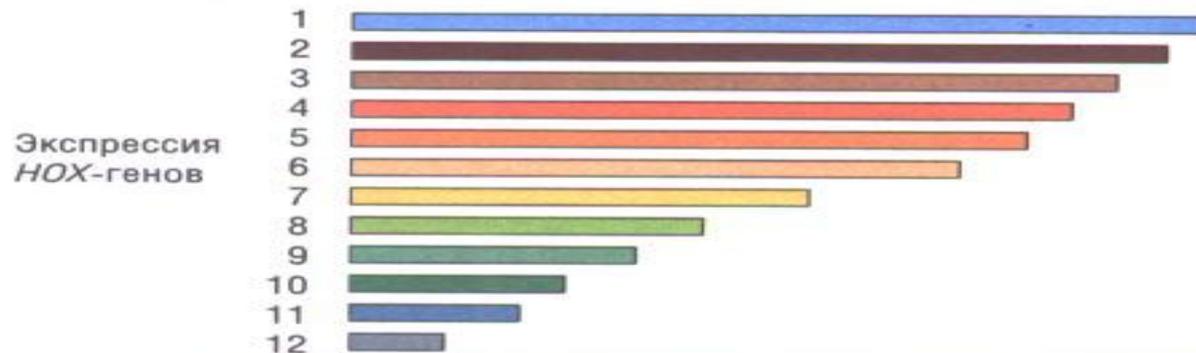
Порядок экспрессии: справа (5') налево (3')



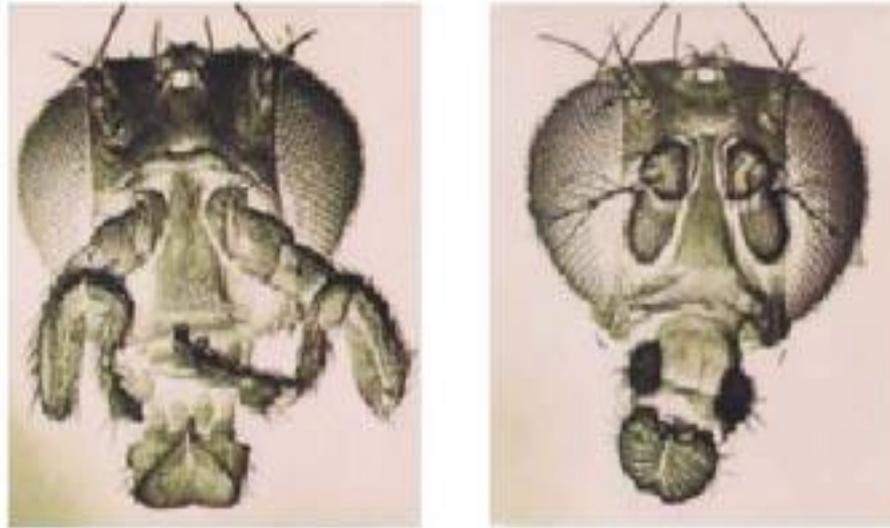
## Начальные границы экспрессии *HOX*-генов на ранних этапах развития центральной нервной системы



## Схема перекрывания экспрессии четырёх кластерных *HOX*-генов



## НАРУШЕНИЕ В РАБОТЕ ГОМЕОЗИСНЫХ ГЕНОВ ВЕДЕТ К НАРУШЕНИЮ МОРФОГЕНЕЗА



Мутация в гене *Antennapedia* ведет к появлению ног вместо антенн на голове мухи

Полагают, что у человека мутация в гомеозисном гене *PAX6* приводит к аниридии – отсутствию радужной оболочки глаза человека





Ретиноевая кислота (витамин А) тератоген. Его избыточные дозы нарушают функции НОХ генов 1-4. Матери 2 из 3 эмбрионов мыши получали избыток витамина с кормом

<http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biolections/lection15.html>

- Это простая и понятная лекция, на которую я наткнулась в интернете