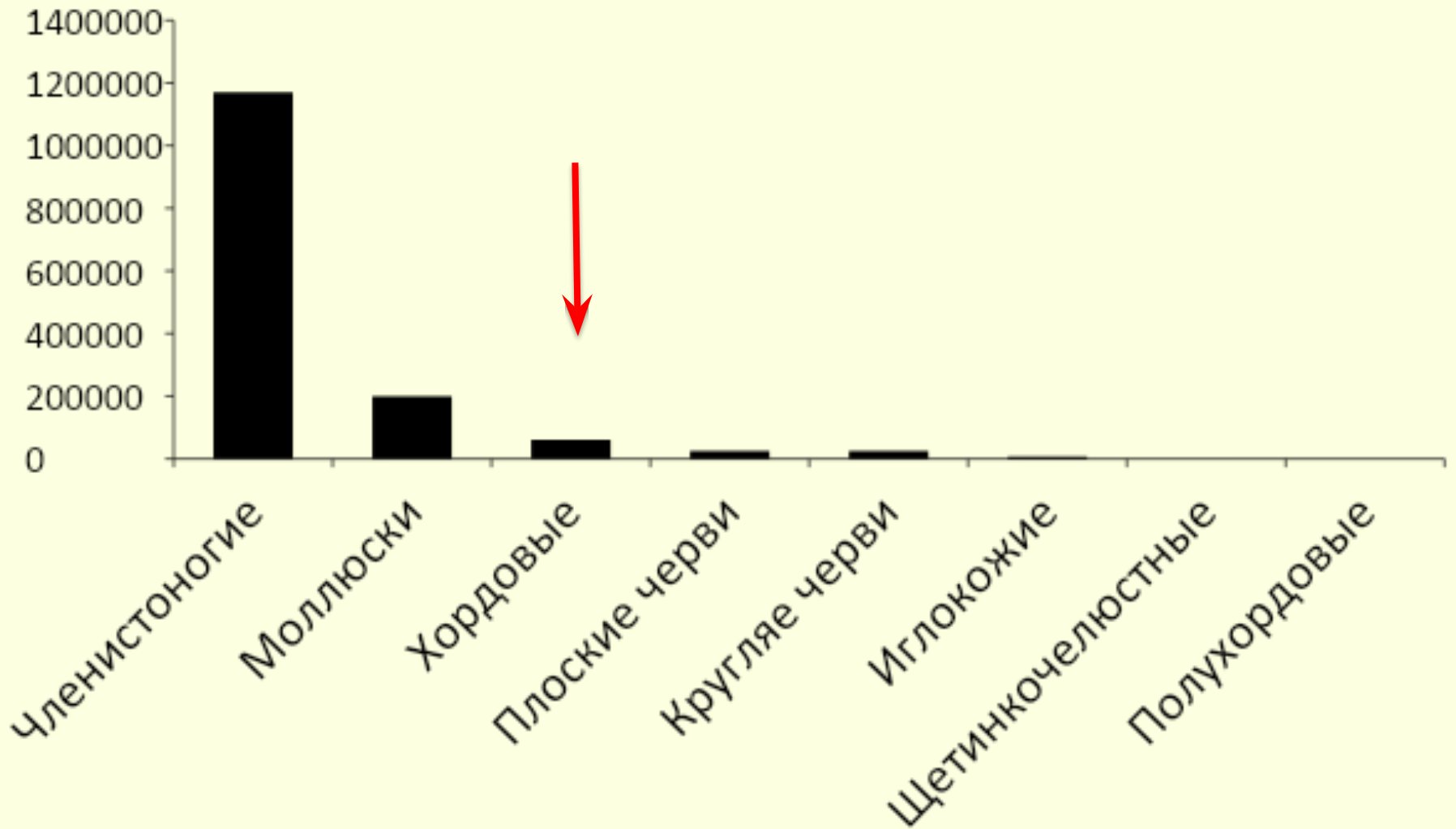


# ХОРДОВЫЕ:

строение, происхождение и  
родственные связи



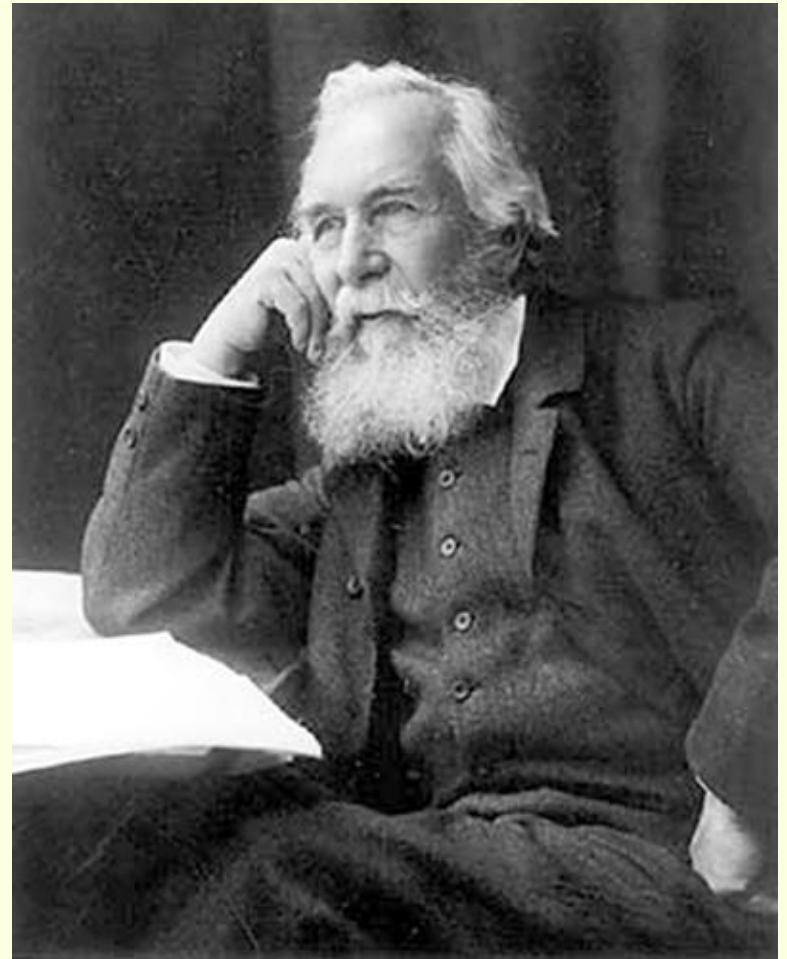
# Соотношение числа видов в типах



# Метод тройного параллелизма

Критерии  
филогенетического  
родства:

- Морфологический;
- сравнительно-анатомический;
- эмбриологический.

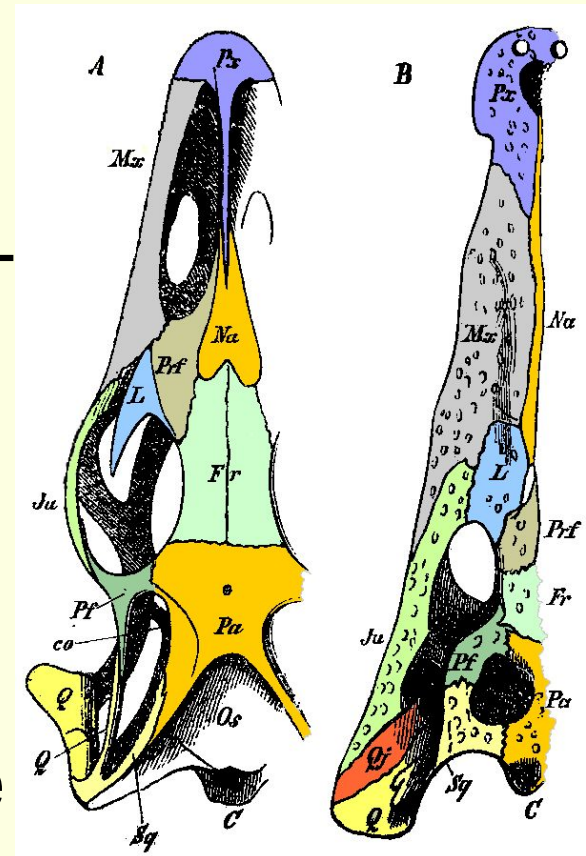


Э.  
Геккель

# Гомологи и аналоги

Гомологичные органы развиваются в онтогенезе из одних зачатков (результат дивергенции).

Аналогичные органы развиваются из разных зачатков, но имеют сходное строение (конвергенция).

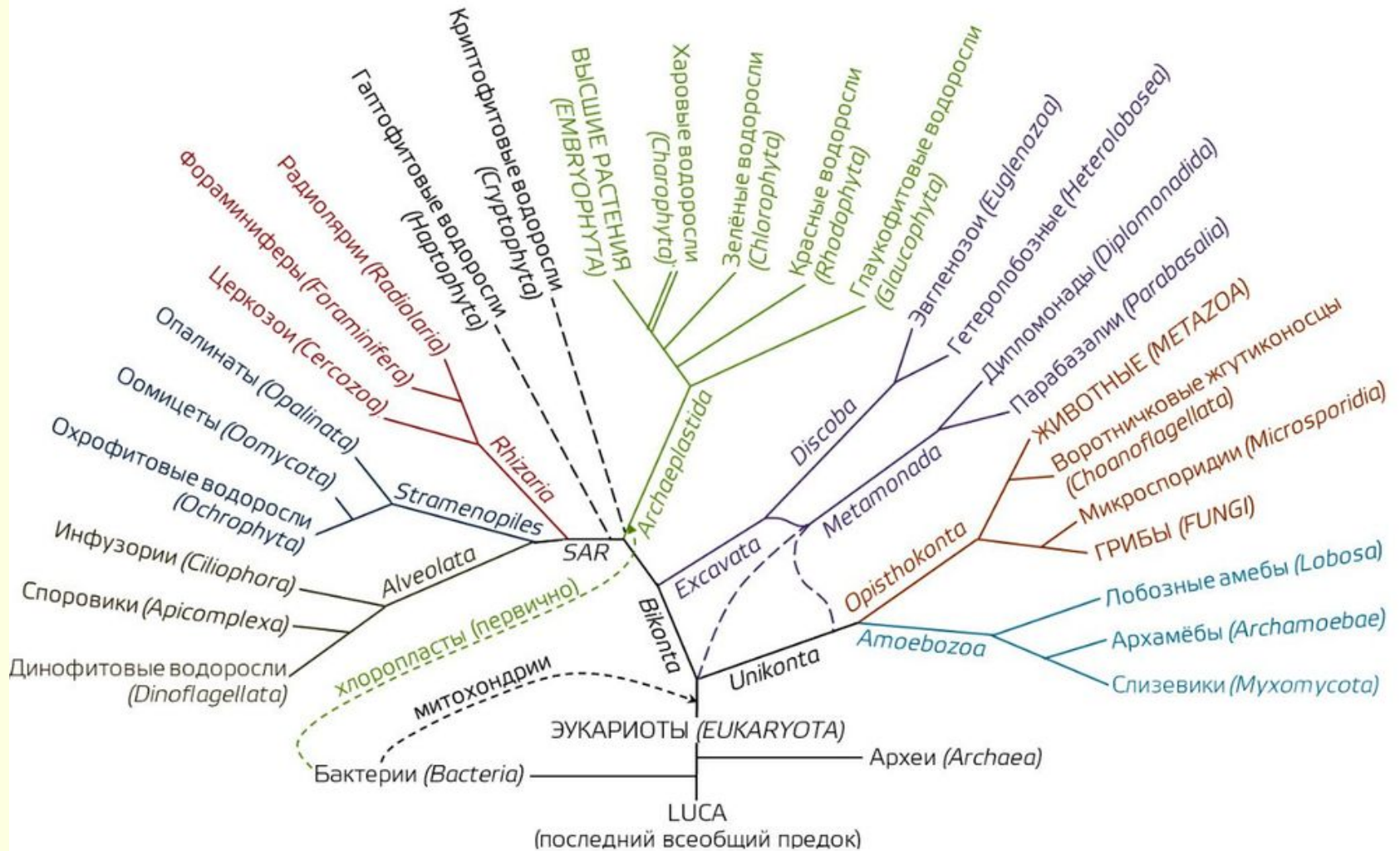


# Ортологи и паралоги

Ортологи – это гомологичные гены из разных организмов, разошедшиеся в процессе видообразования и выполняющие одну и ту же функцию (чаще всего).

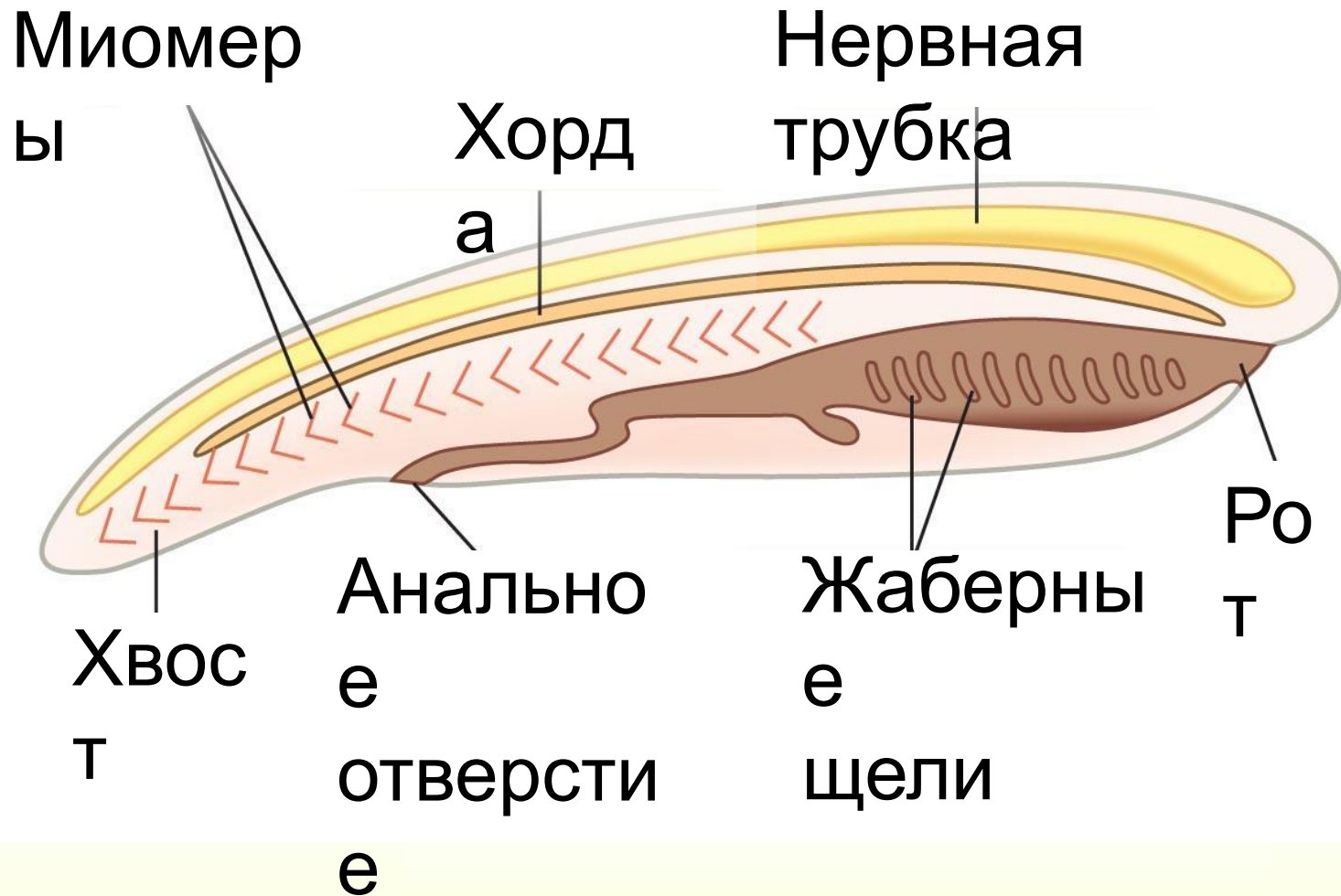
Паралоги – это гены, имеющие одинаковое происхождение, но расположенные в пределах одного генома.

# Филогенетическое дерево

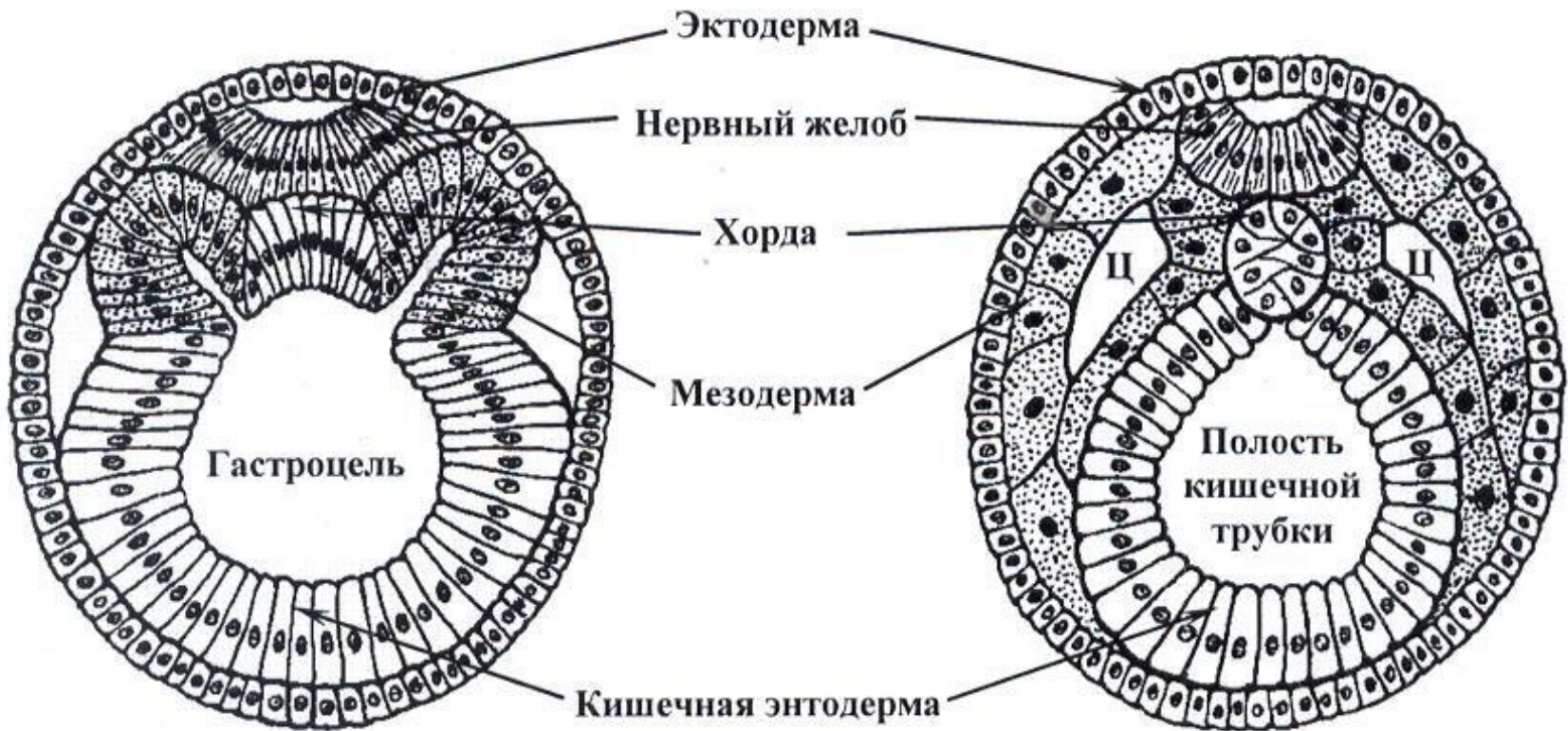




# План строения хордовых

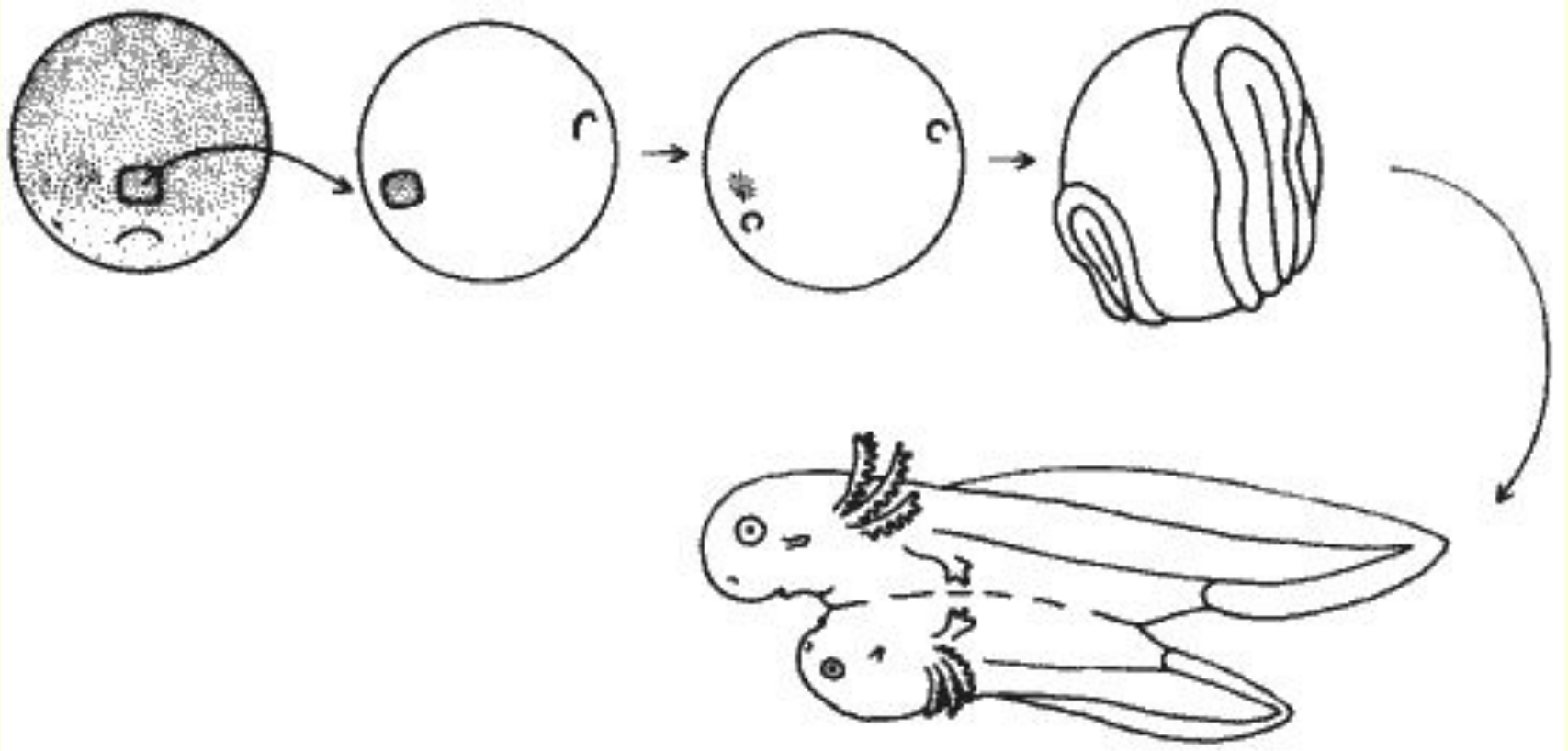


# Закладка нервной системы





# Шпемановский первичный организатор



Hadorn, 1974

## Общая характеристика хордовых

Хордовые – это билатерально симметричные вторичноротые животные, обладающие целомом, хордой, нервной трубкой над ней, жаберными отверстиями и замкнутой кровеносной системой, в которой кровь течет по брюшной стороне к переднему концу тела.

# Происхождение хордовых

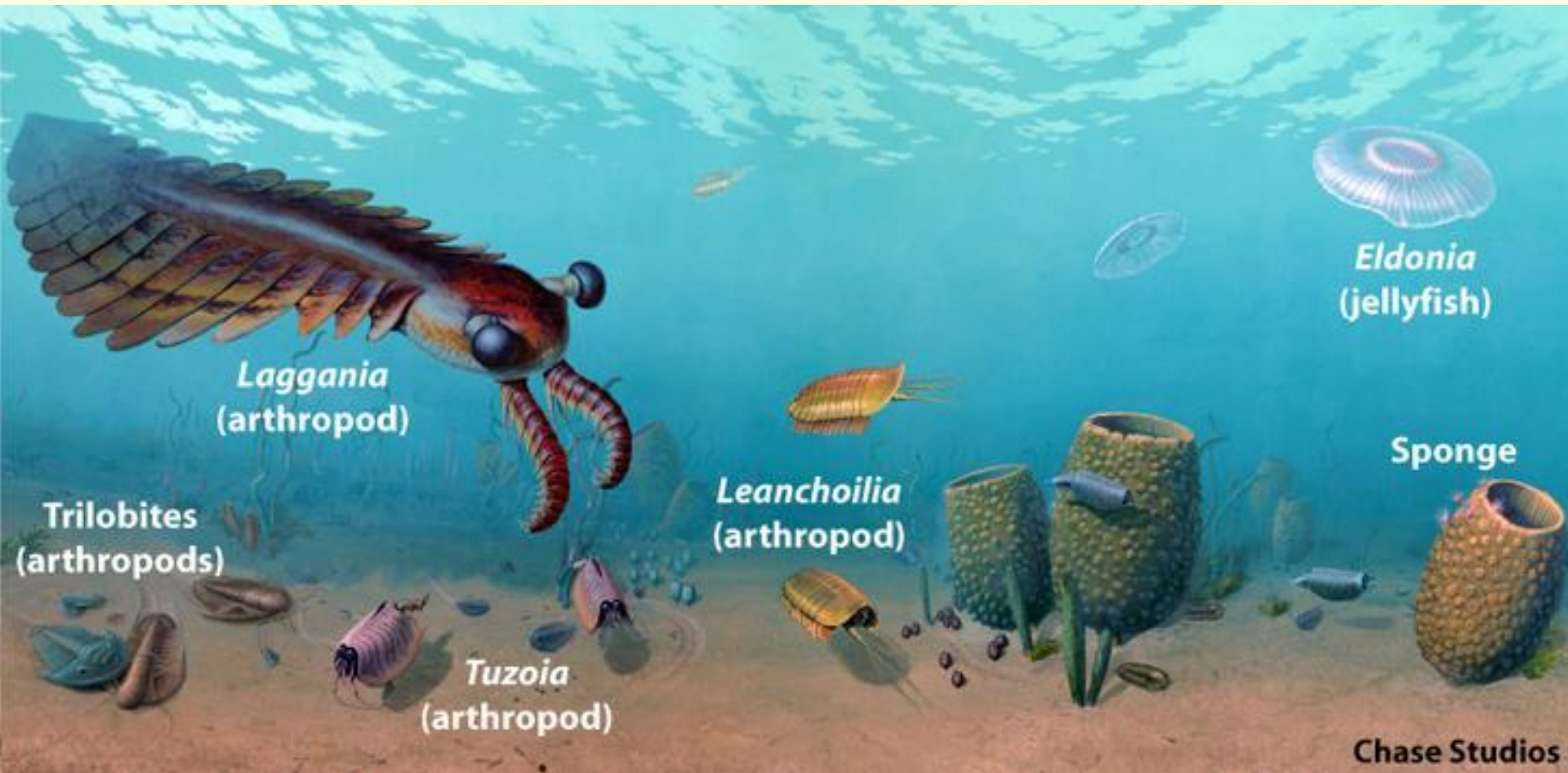


Докембрий. Представители флоры и фауны:

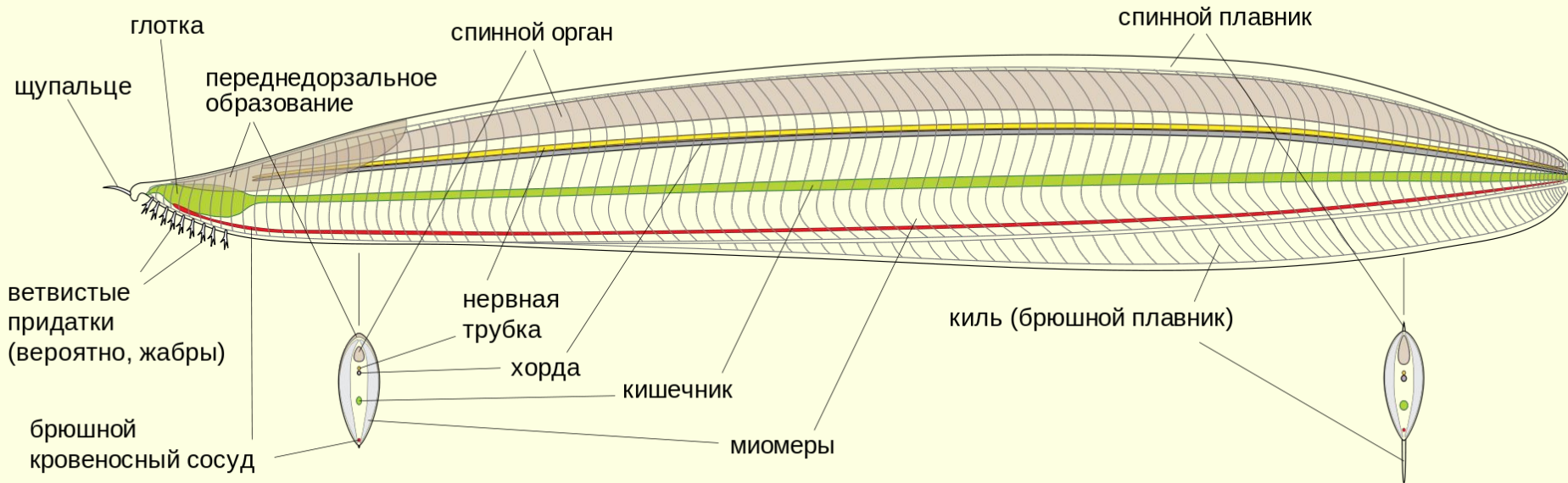
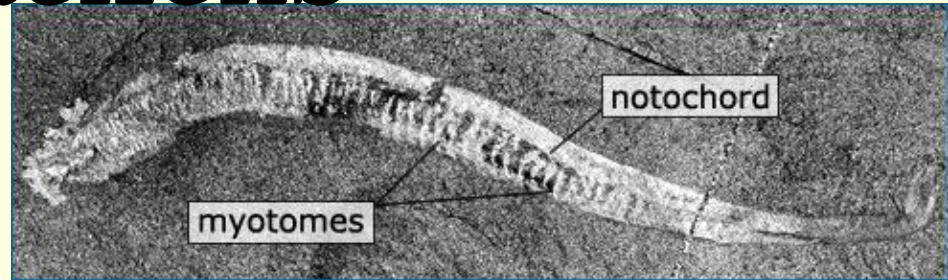
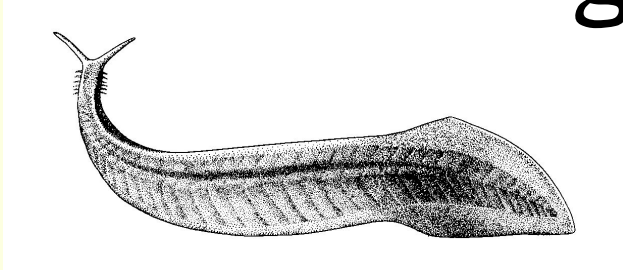
1 – строматолиты; 2 – медузы; 3 – харноидиск; 4 – рангея; 5 – птеридиний; 6 – трибрахийд; 7 – диккинсонии; 8 – сприггина; 9 – губка; 10 – следы колонии червеобразных



# Кембрийское сообщество



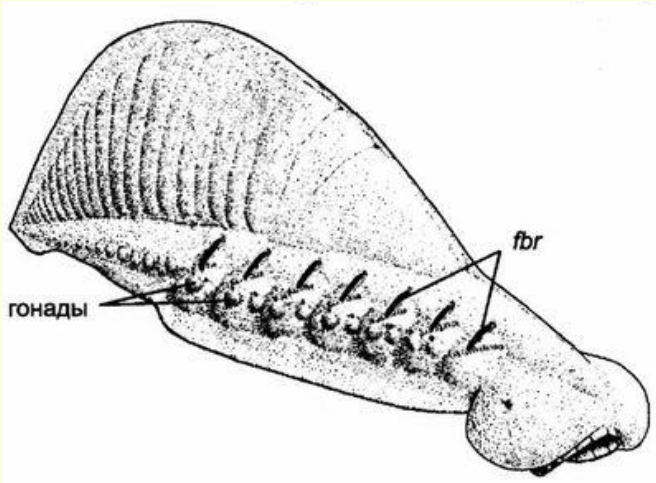
# *Pikaia gracilens*



Ранний Кембрий, Китай. Из статьи Conway, Morris, Caron, 2012.



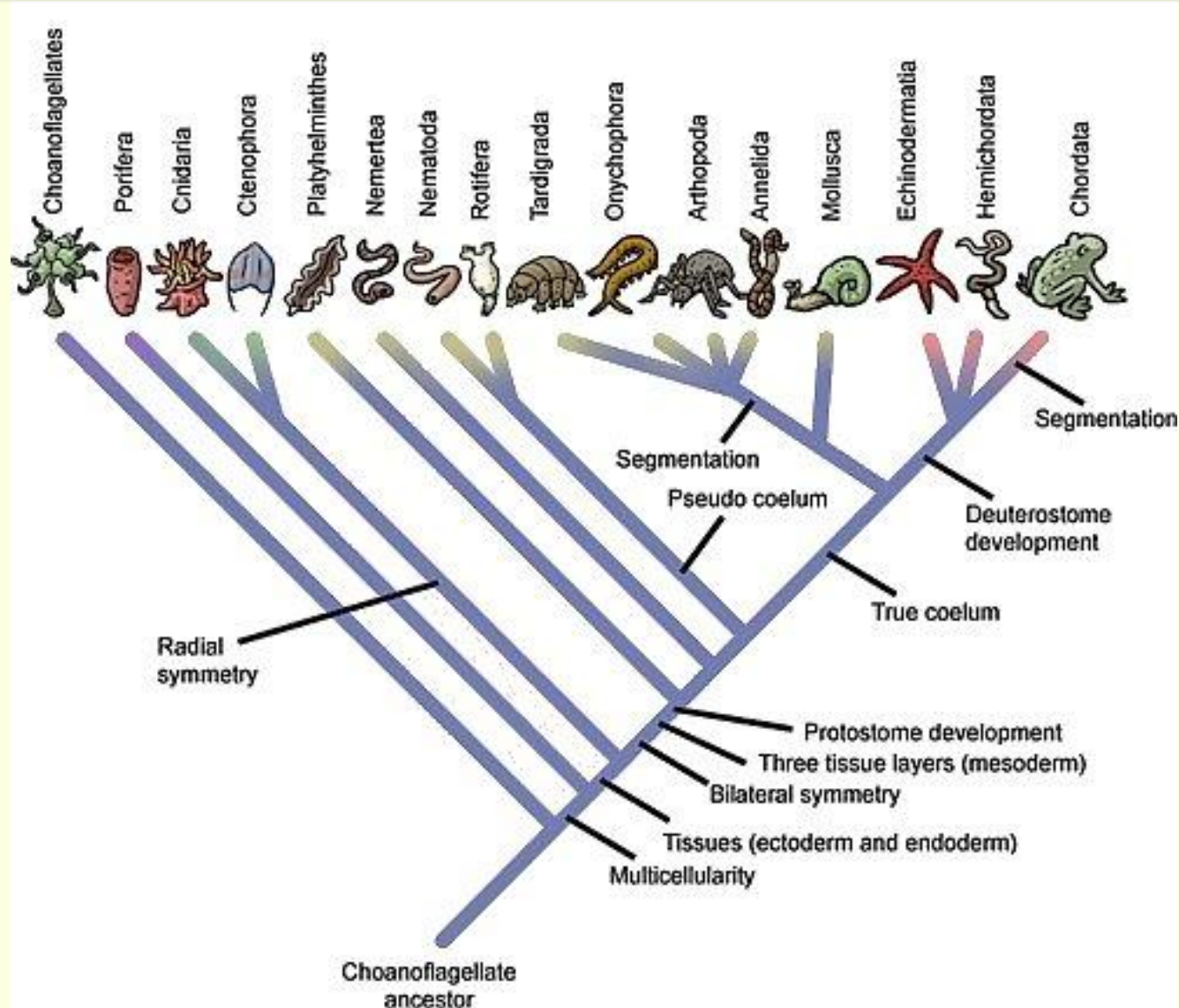
# *Yunnanozoon lividum*



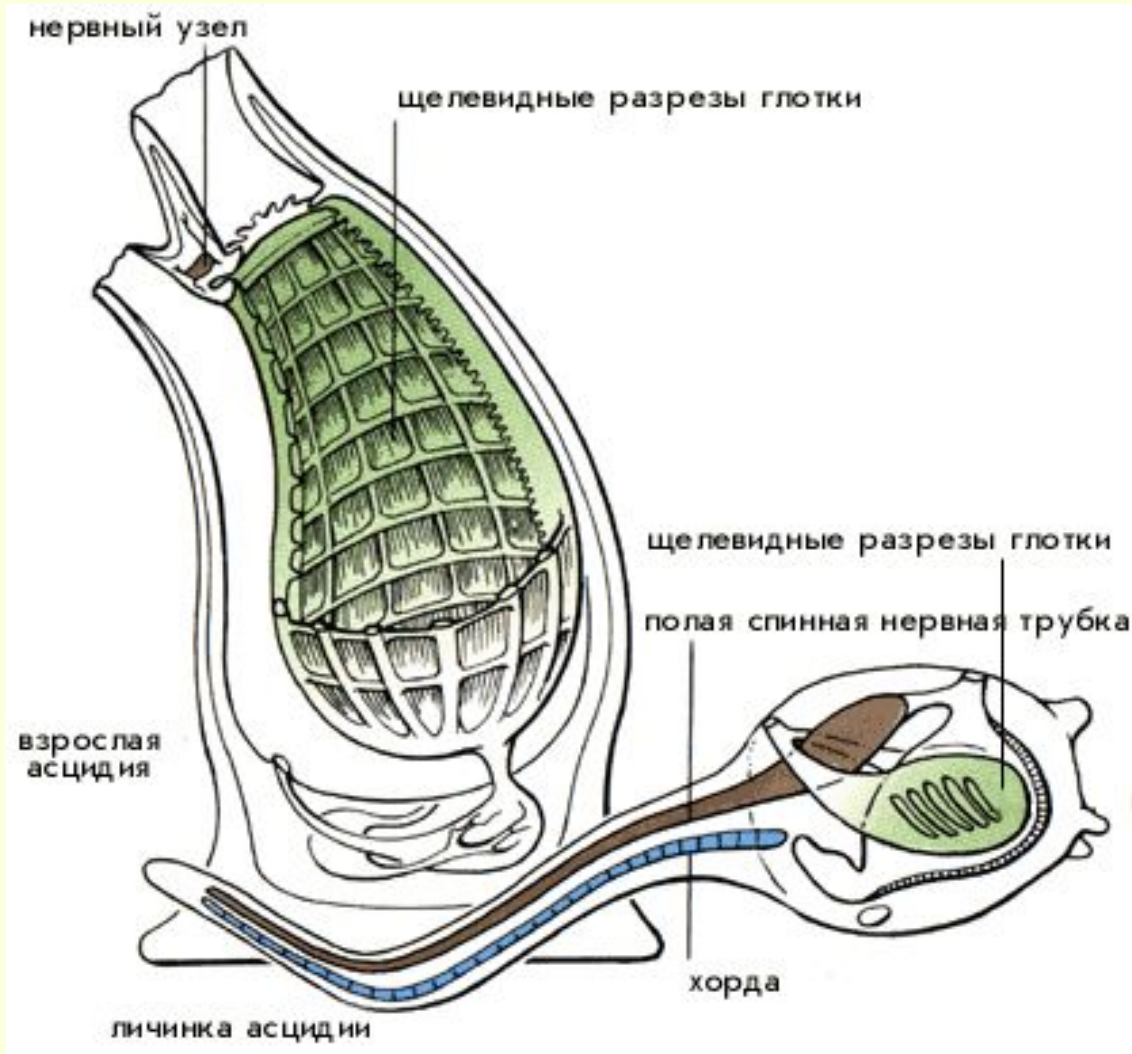
*Yunnanozoon* –  
кембрийски  
предполагаемый  
родственник  
хордовых



# Родственные связи хордовых

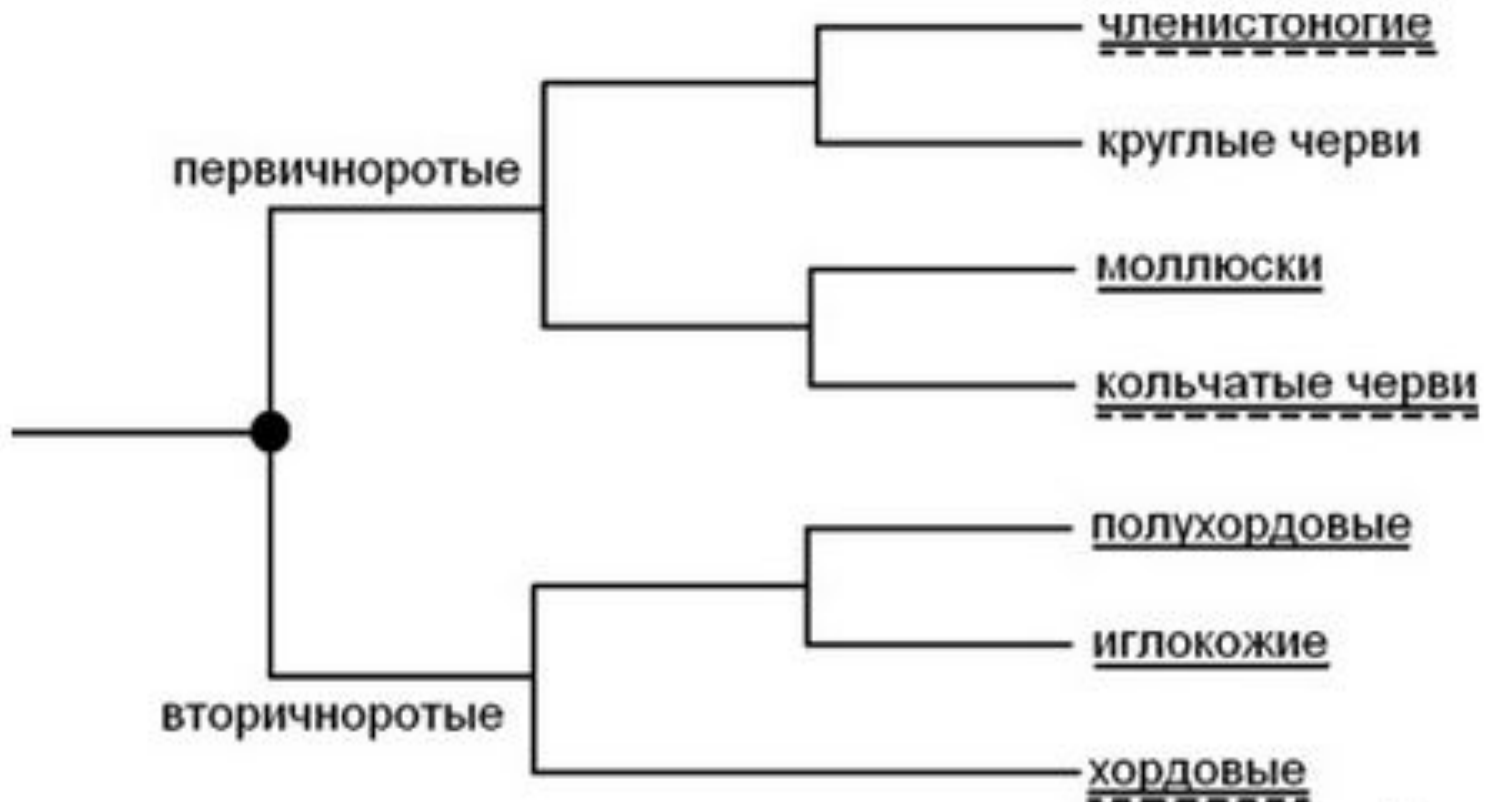


# Личиночнохордовые (Tunicata)



У личинки есть  
«ГОЛОВНОЙ  
МОЗГ»

# Родственные связи хордовых



Есть целом  
сегментация)

Полимерная  
-----



# Полухордовые (Hemichordata)

## Pterobranchia

(крыложаберница)

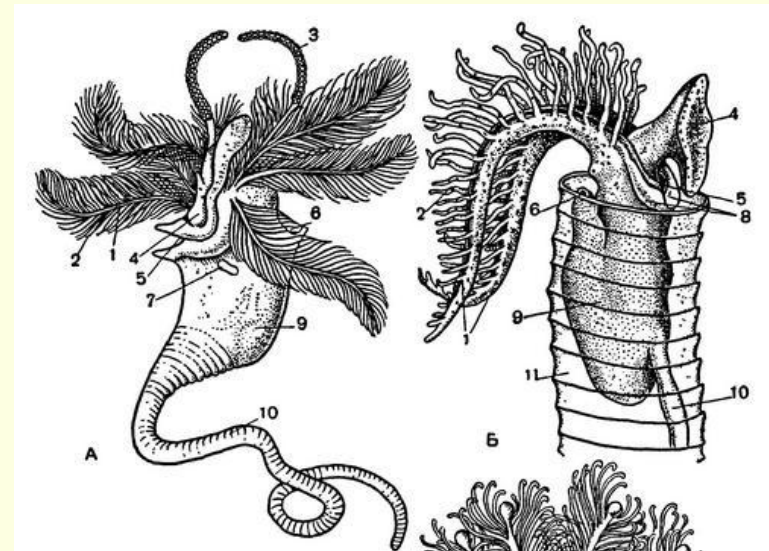


Рис. 170. Строение крыложаберных: А — Athubaria; Б — Rhabdopleura; В — Cephalodiscus.

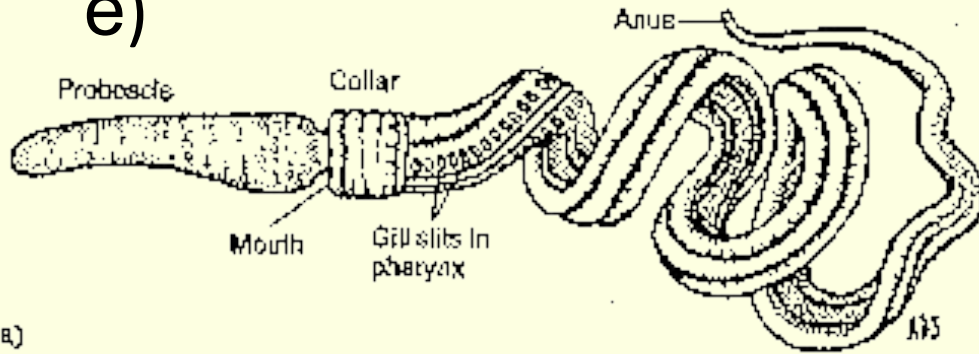
1 — руки; 2 — щупальца; 3 — лишенные щупалец концы одной пары рук; 4 — головной щит (хобот); 5 — рот; 6 — задний проход; 7 — жаберные щели; 8 — боковые складки воротничка; 9 — туловище; 10 — стель; 11 — трубка; 12 — почки.



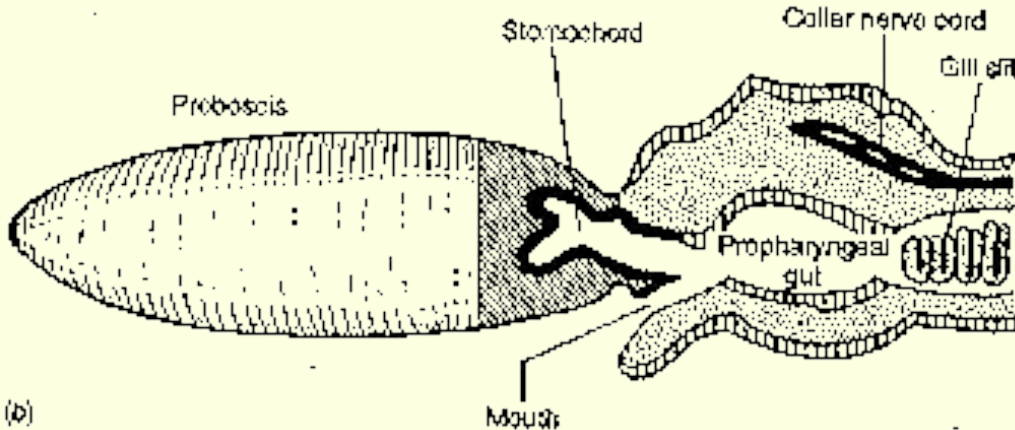
# Полухордовые (Hemichordata)

Enteropneusta  
(кишечнополостные)

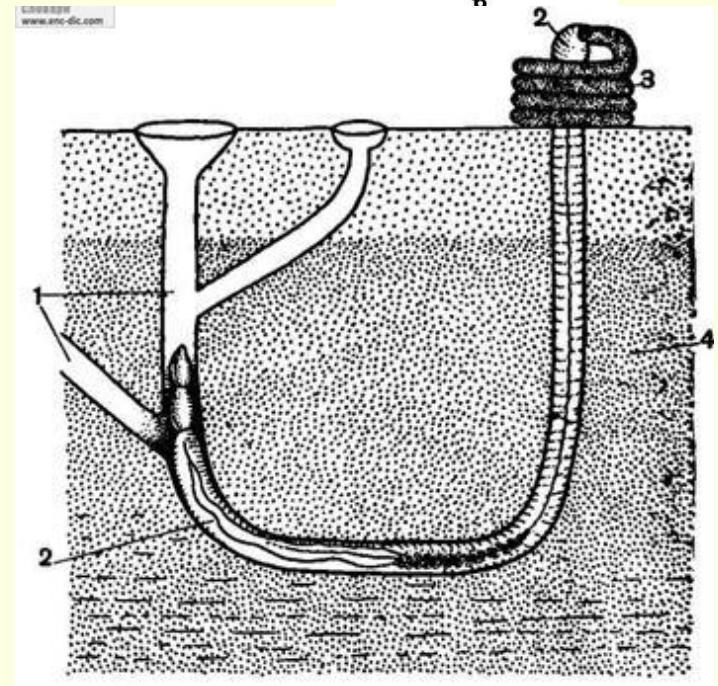
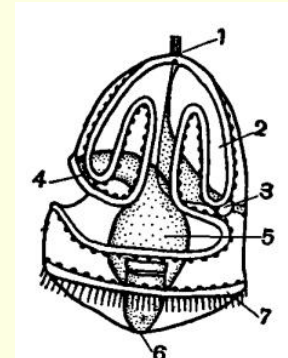
Личинка  
торнария



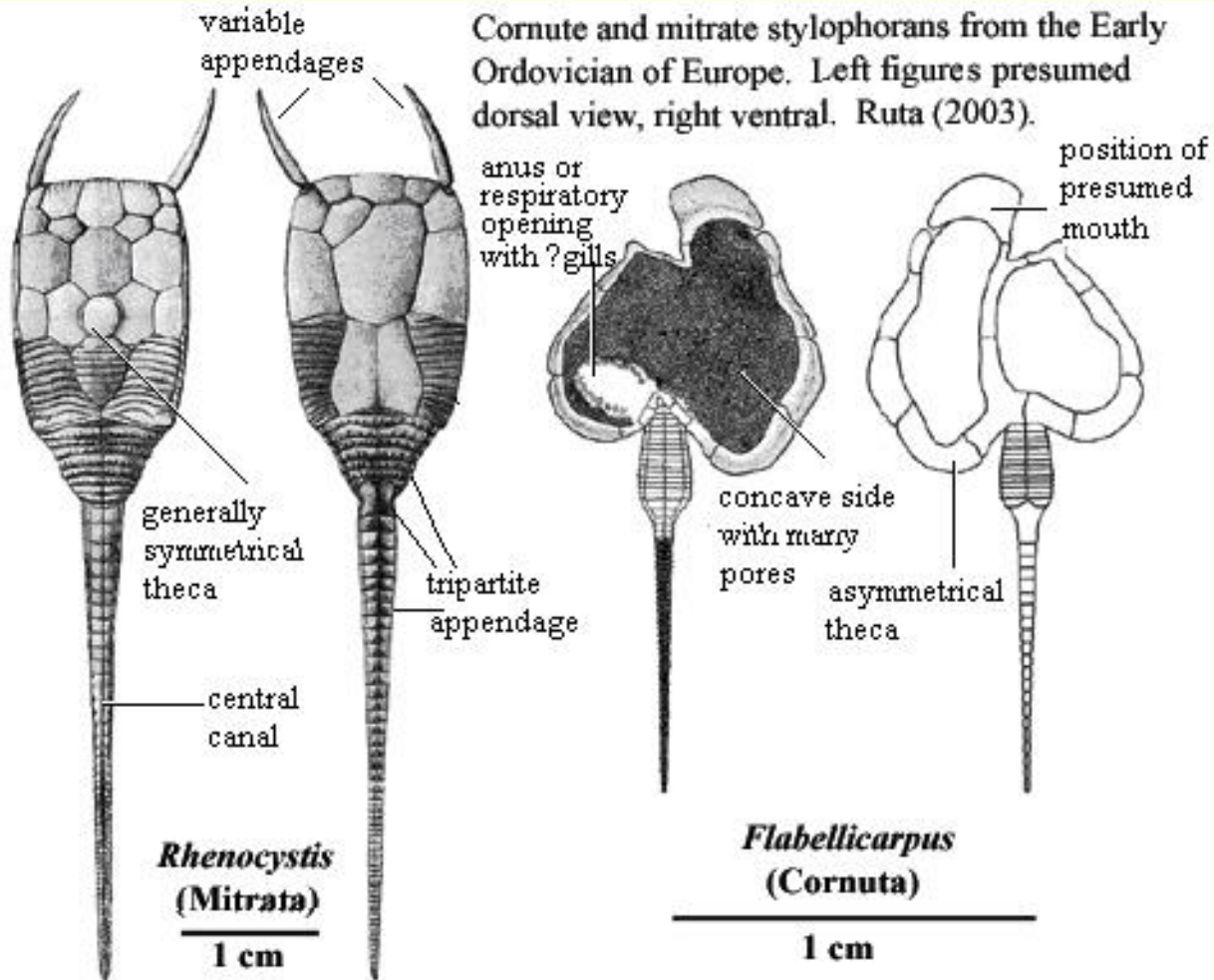
(a)



(b)



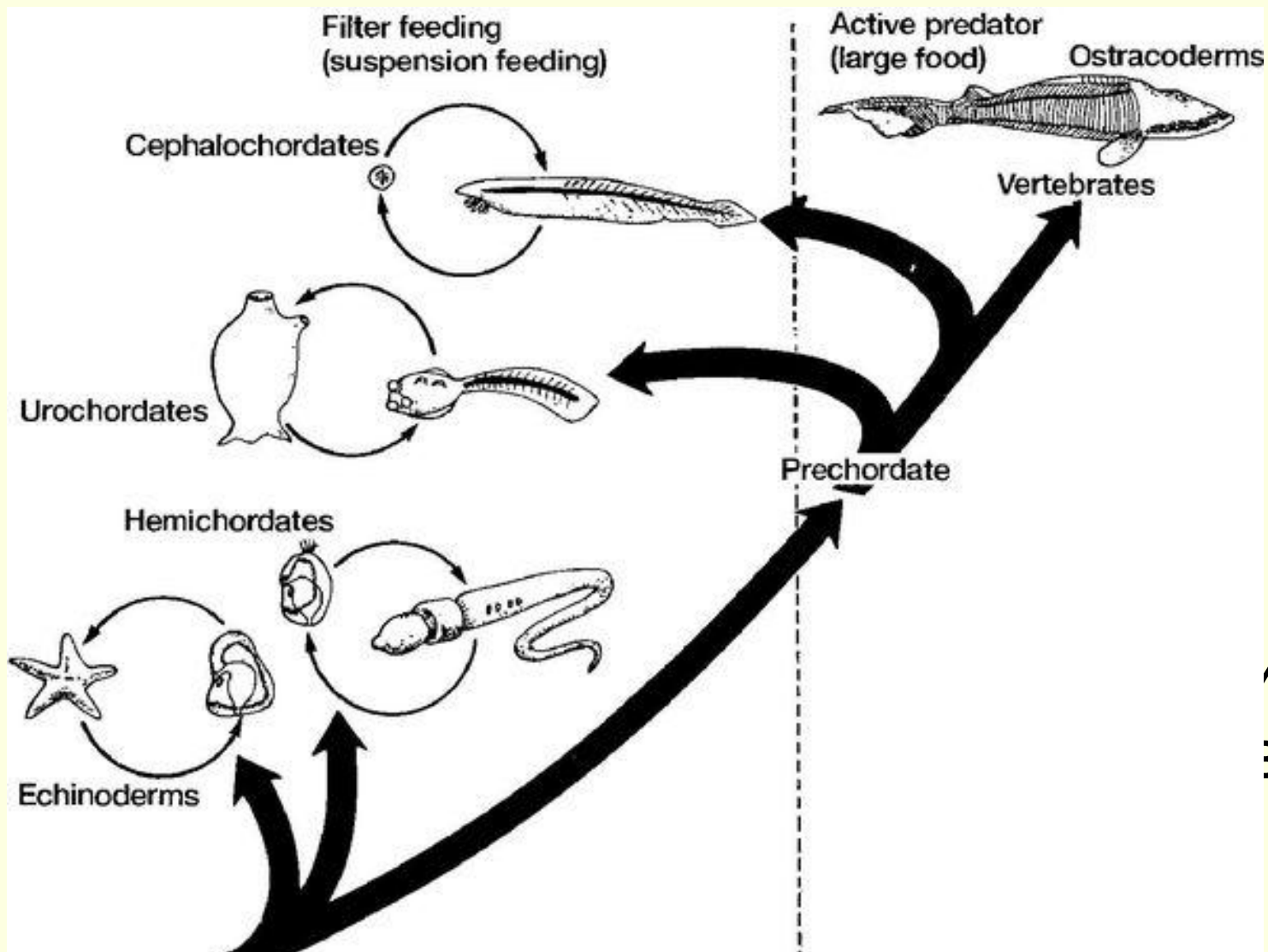
# Происхождение хордовых



Вымершие  
Calcichordata как  
ВОЗМОЖНЫЙ  
предок  
хордовых

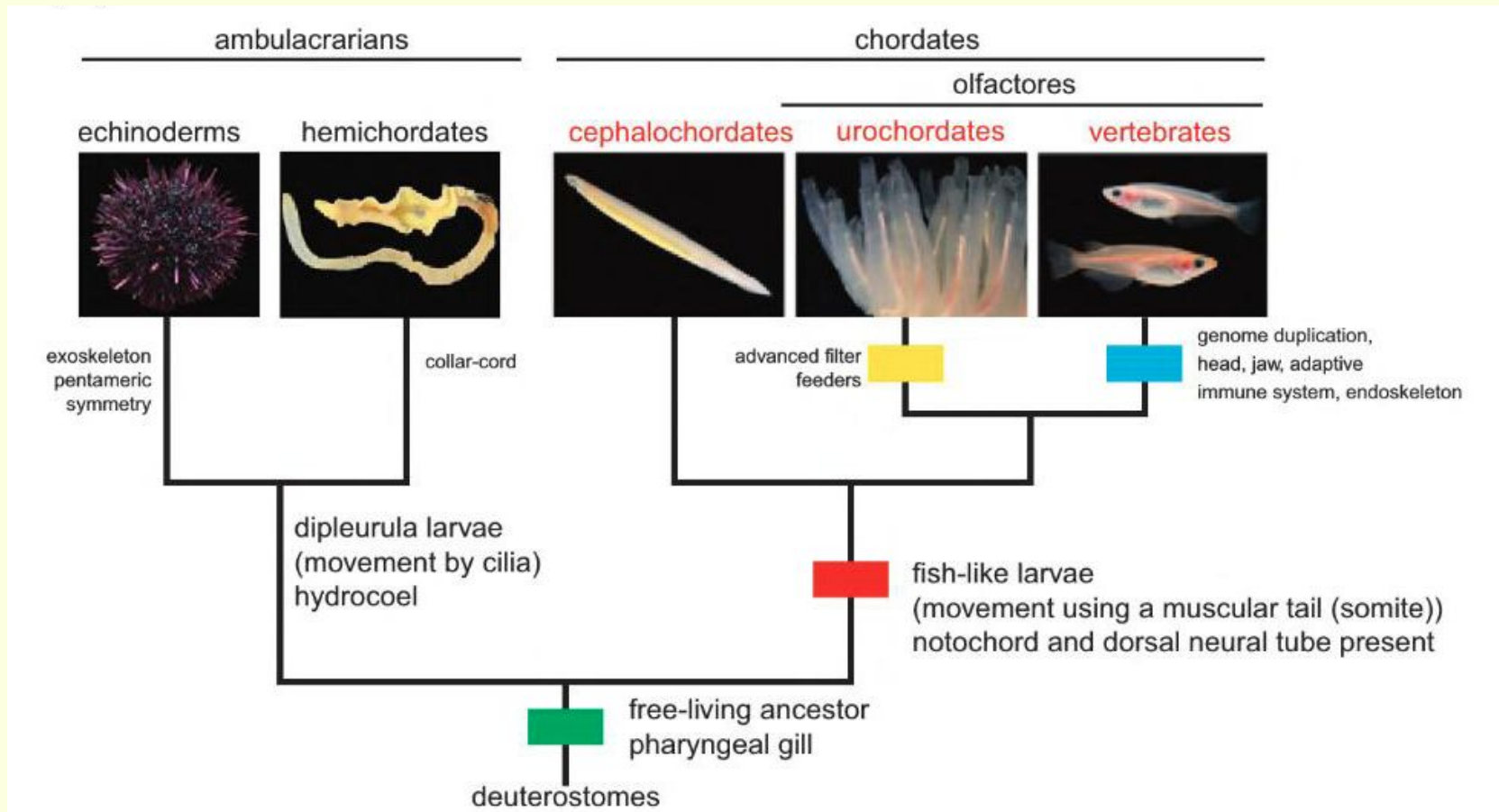
Jefferies, 1967

# Происхождение хордовых



как  
ЛНОК  
ЗЫХ

# Происхождение хордовых

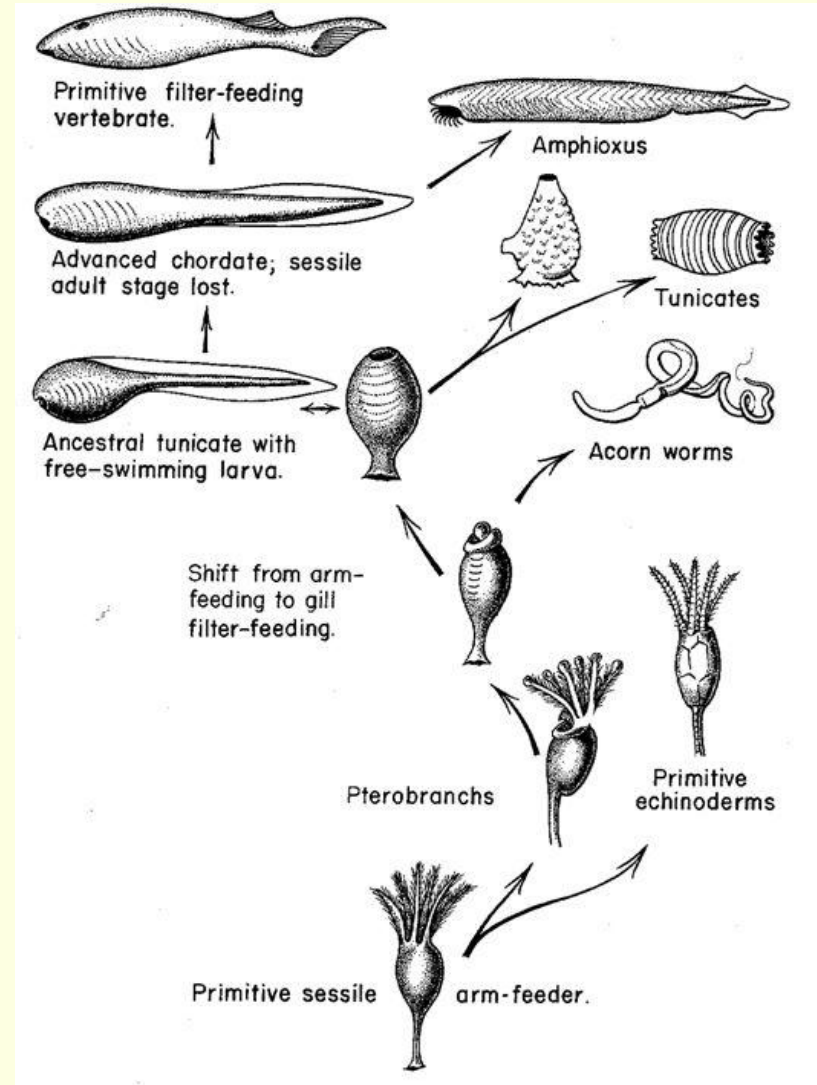


Генетические данные свидетельствуют о том, что иглокожие и хордовые имеют разное происхождение от общего предка (Swalla, 2006)



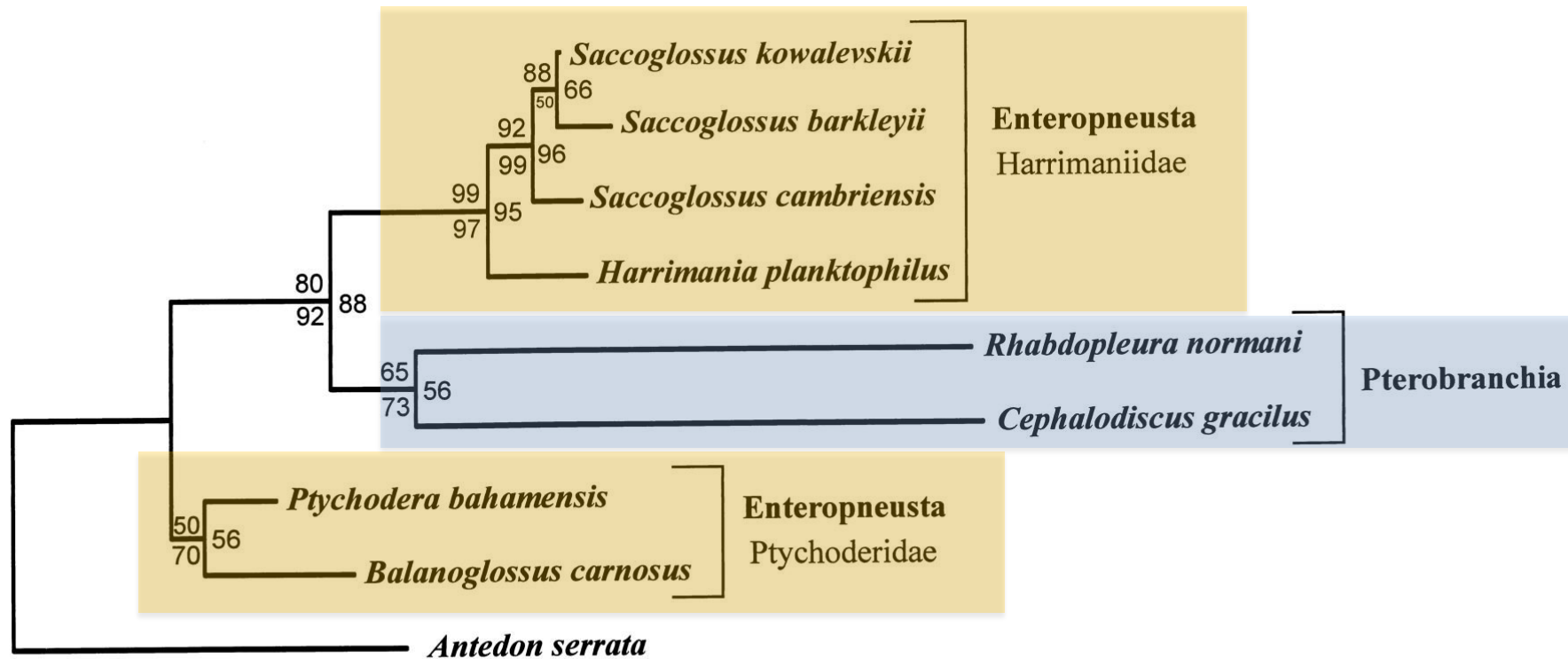
# Происхождение хордовых

Хордовые и иглокожие произошли от ранних перистожаберных кишечнополостных (Romer, 1967)



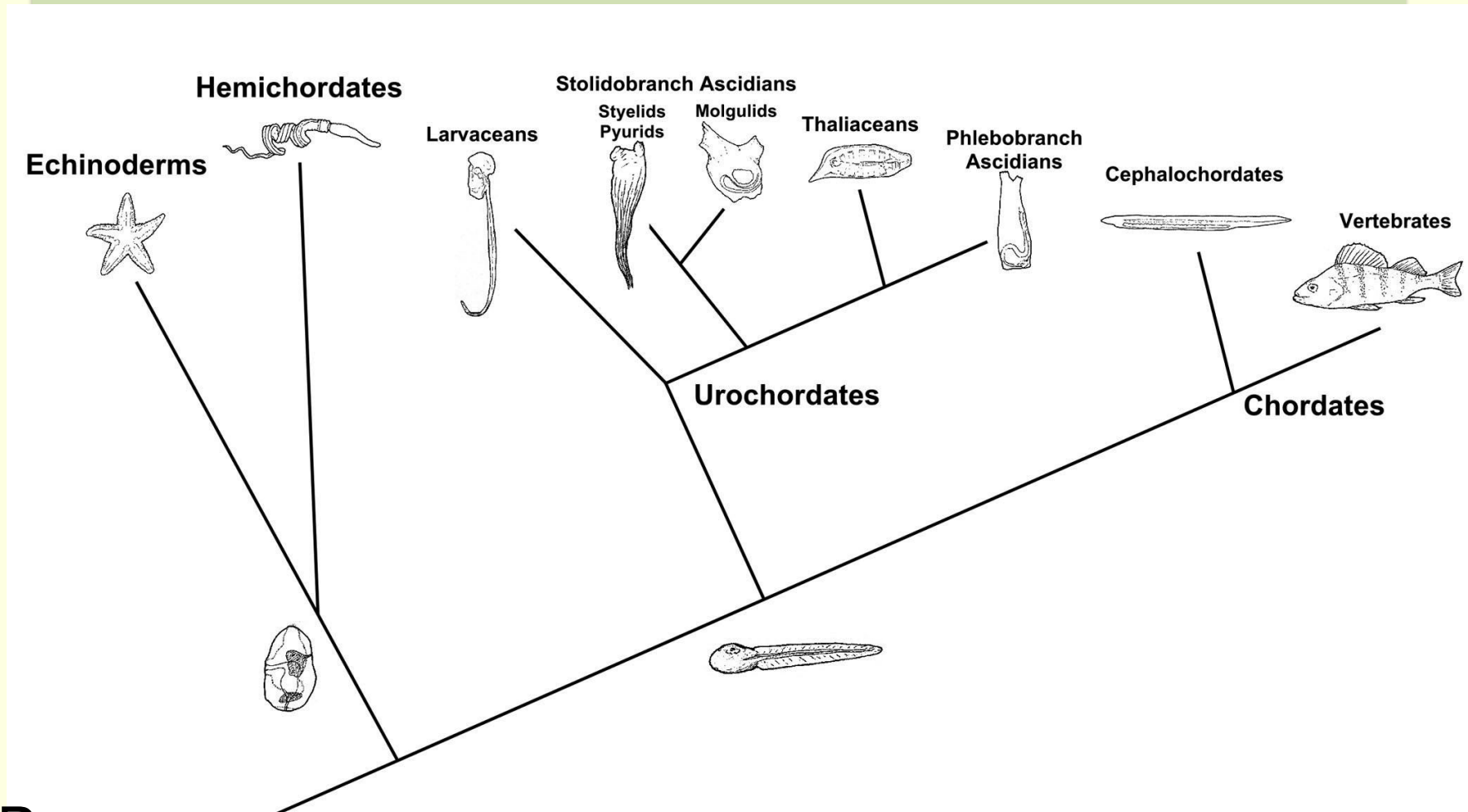


# Происхождение хордовых



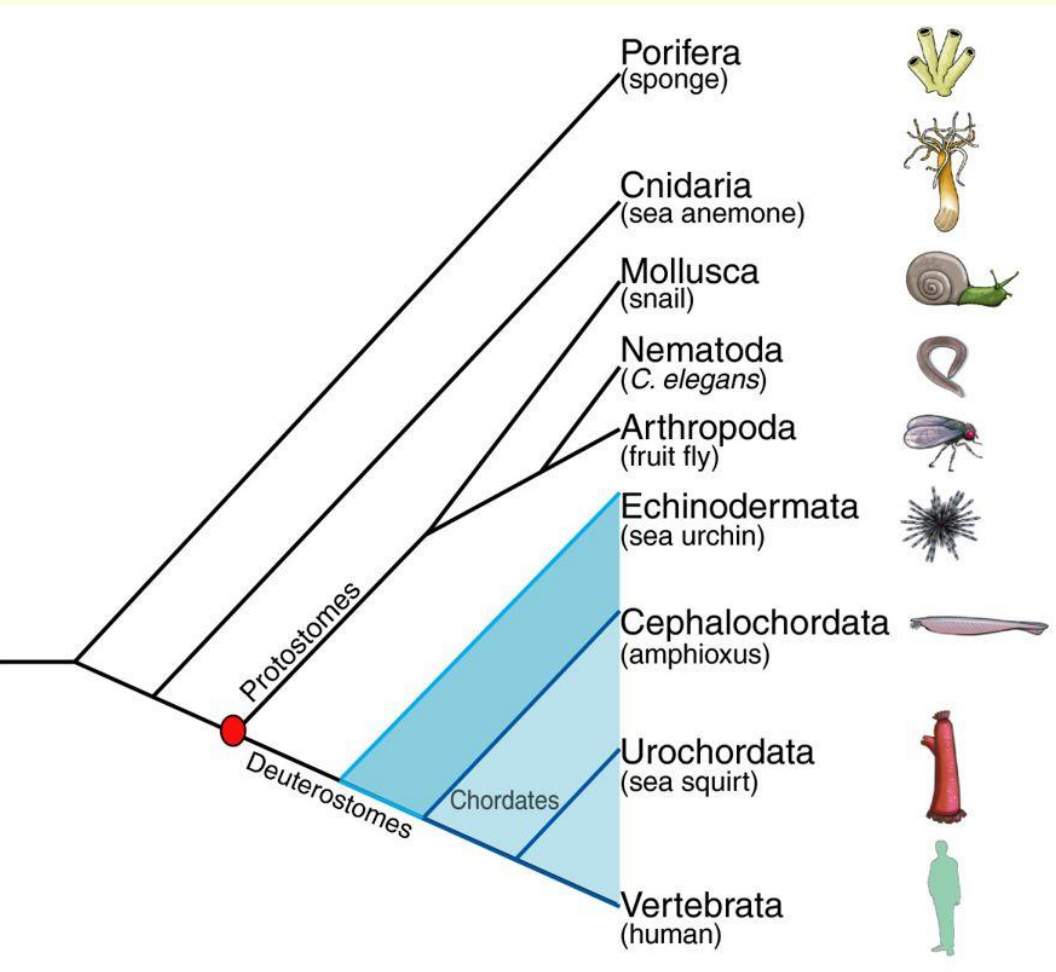
Однако похоже, что кишечнополостные появились раньше, чем перистожаберные (Cameron et al, 2000; 18s РНК)

# Происхождение хордовых



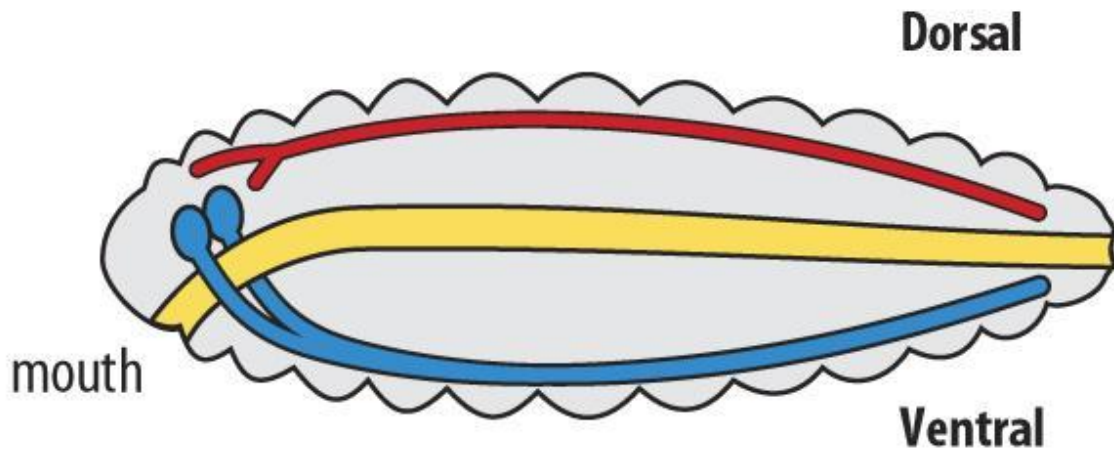
Вторичноротые и хордовые произошли от червеобразного предка (Swalla, 2001)

# Происхождение хордовых



Правда, по последним данным, ланцетники наши более далекие родственники, чем асцидии.

# Теория переворота



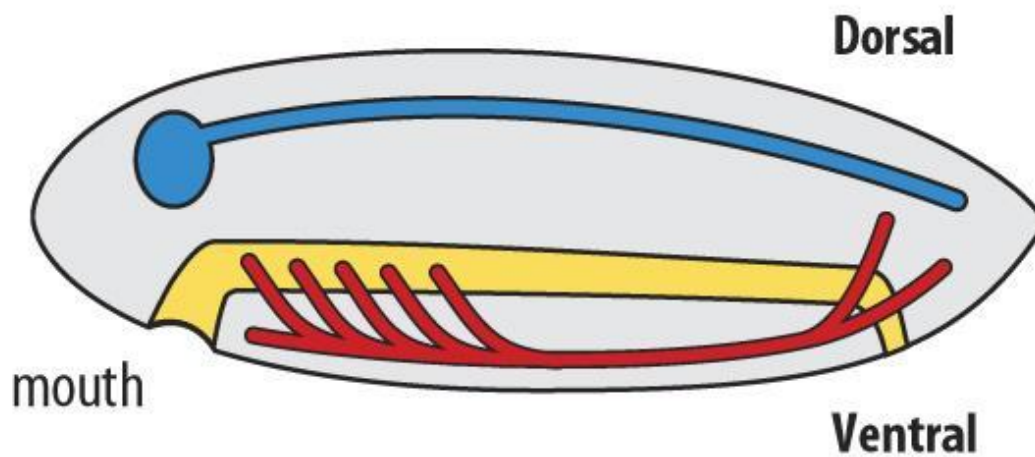
Нервна  
я  
систем  
а



Кишечни  
к



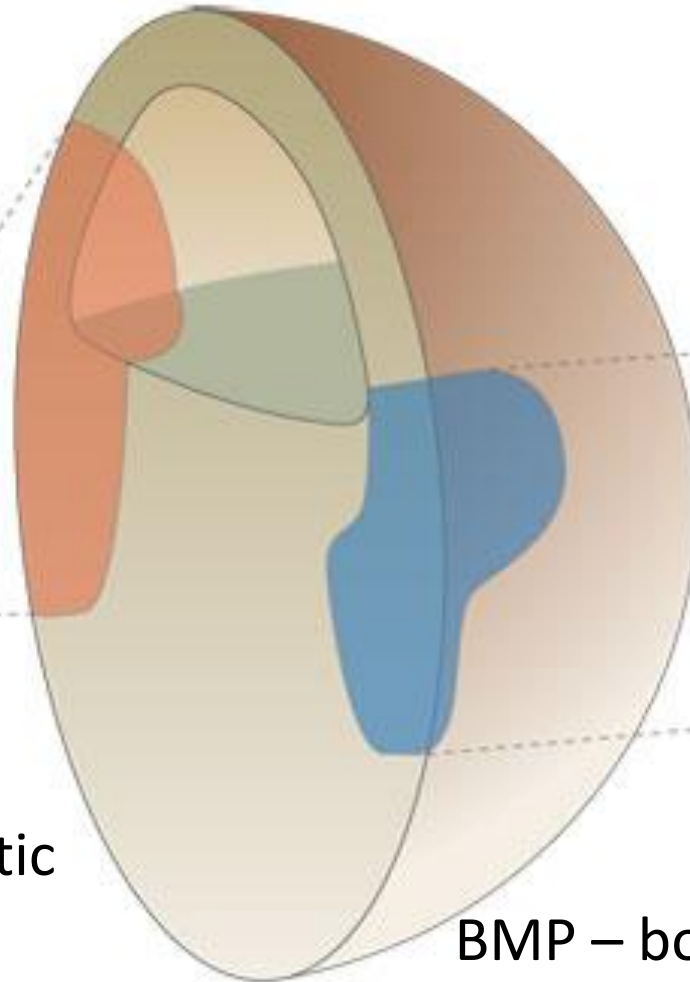
Кровеносна  
я  
система



# Экспрессия генов при развитии хордового

Брюшная  
сторона:  
BMP4

BMP- Bone  
morphogenetic  
proteins

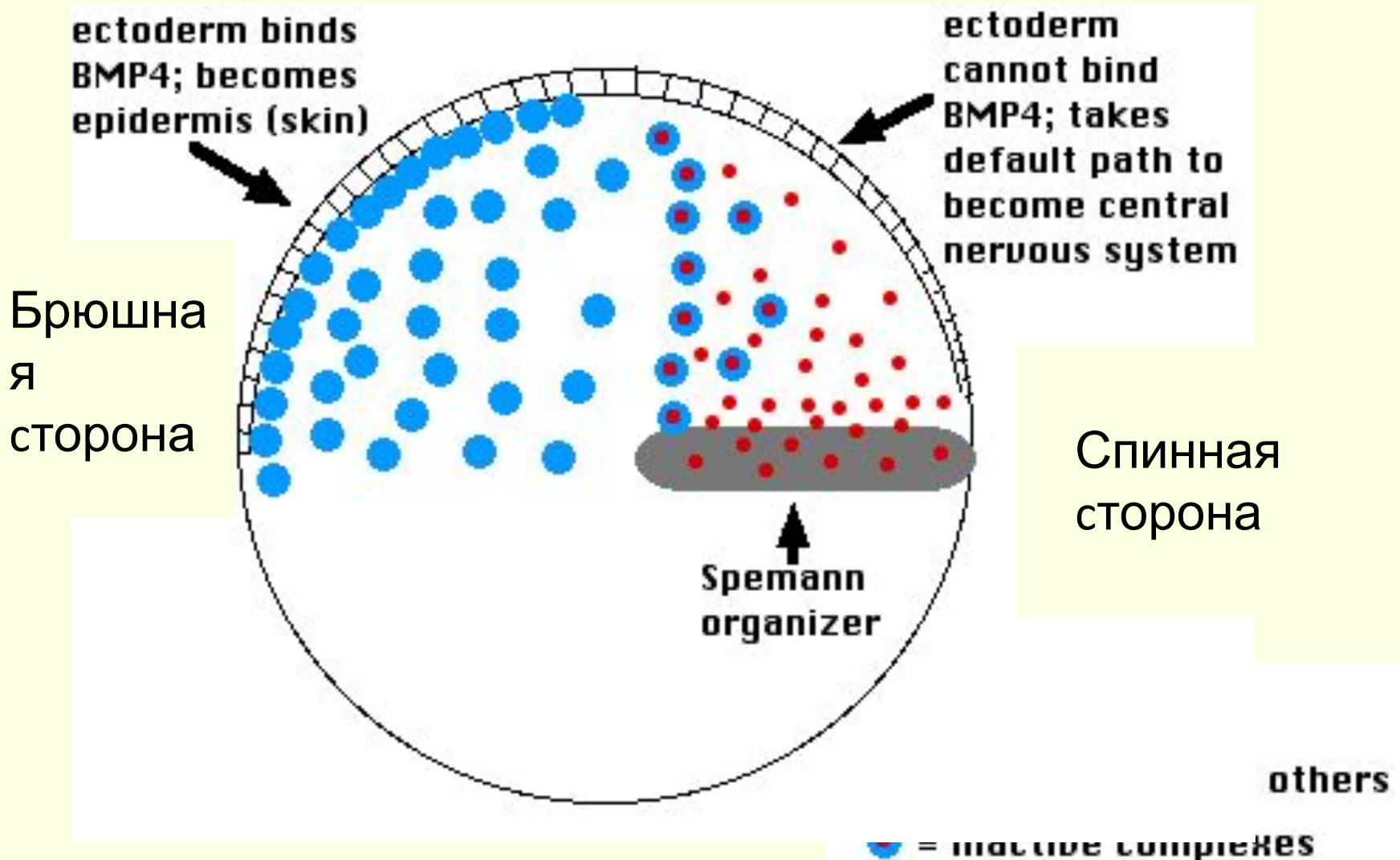


Спинная  
сторона:  
хордин,  
ноггин

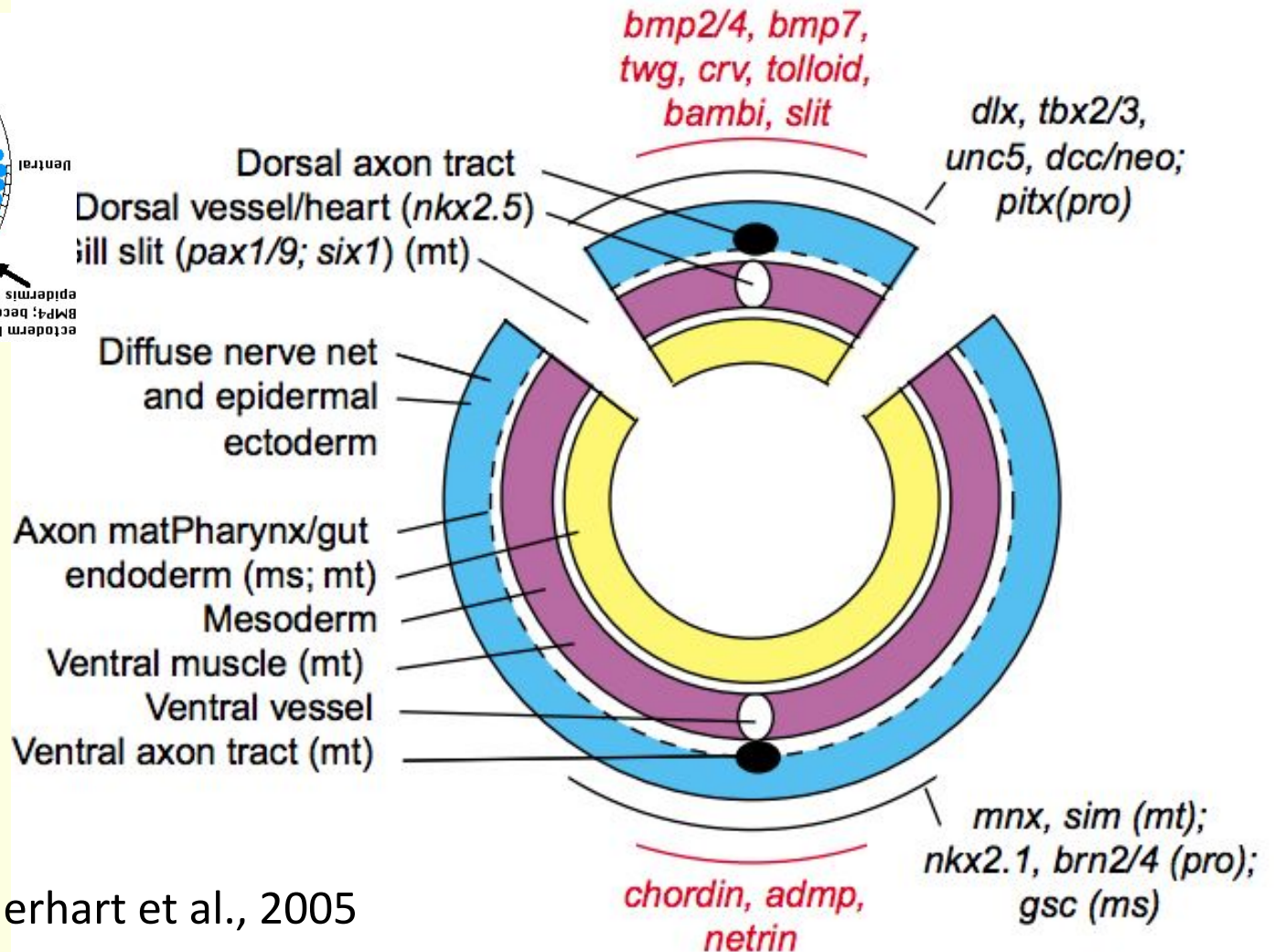
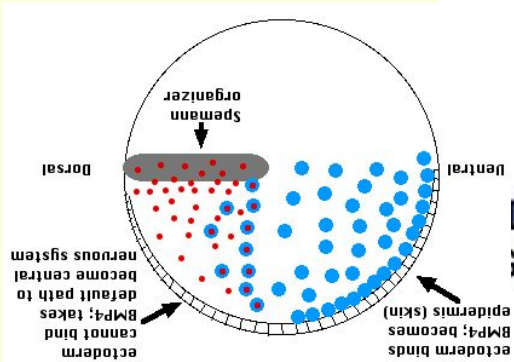
BMP – bone morphogenic protein  
Хордин инактивирует BMP



# Экспрессия генов при развитии хордового



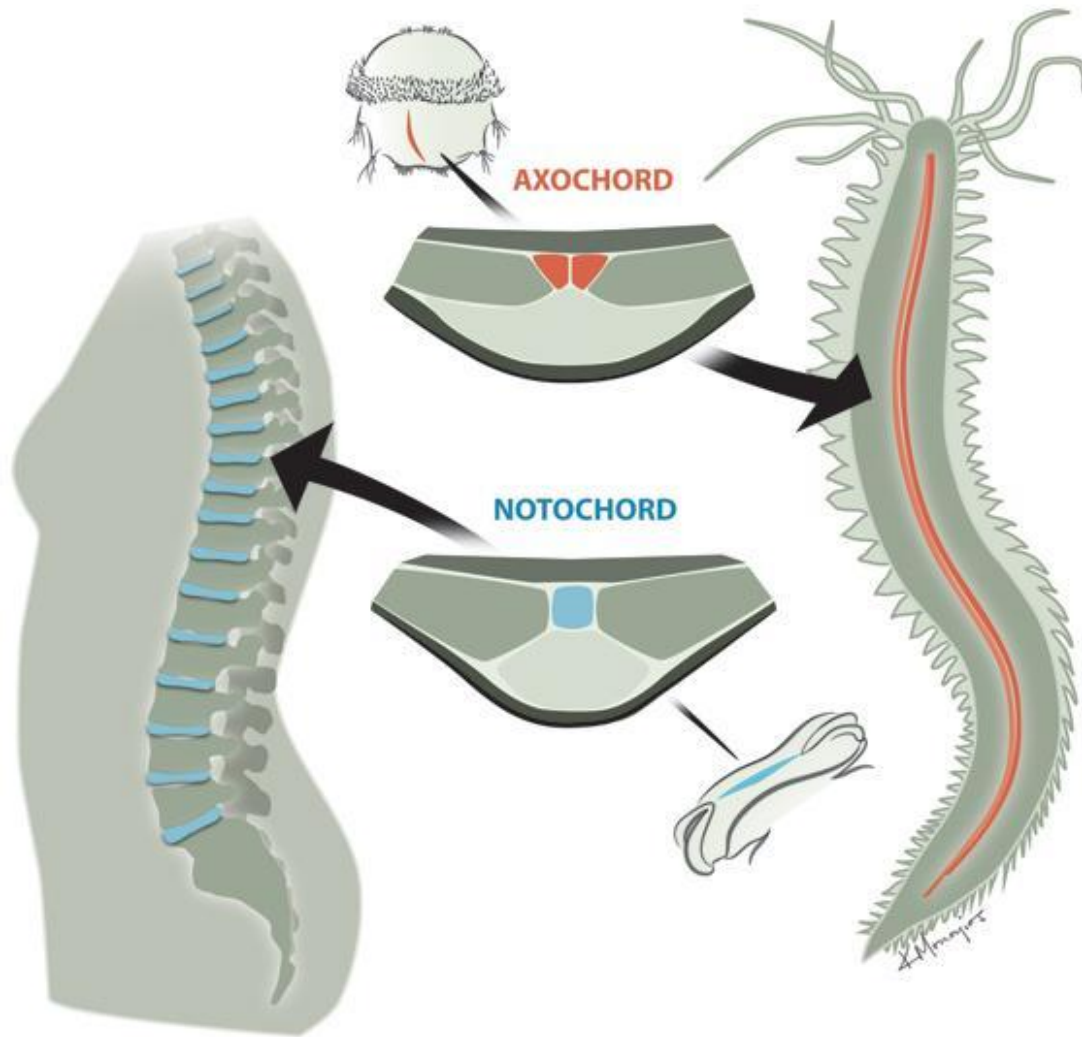
# Экспрессия генов при развитии полухордового



Брюшная  
сторона

Gerhart et al., 2005

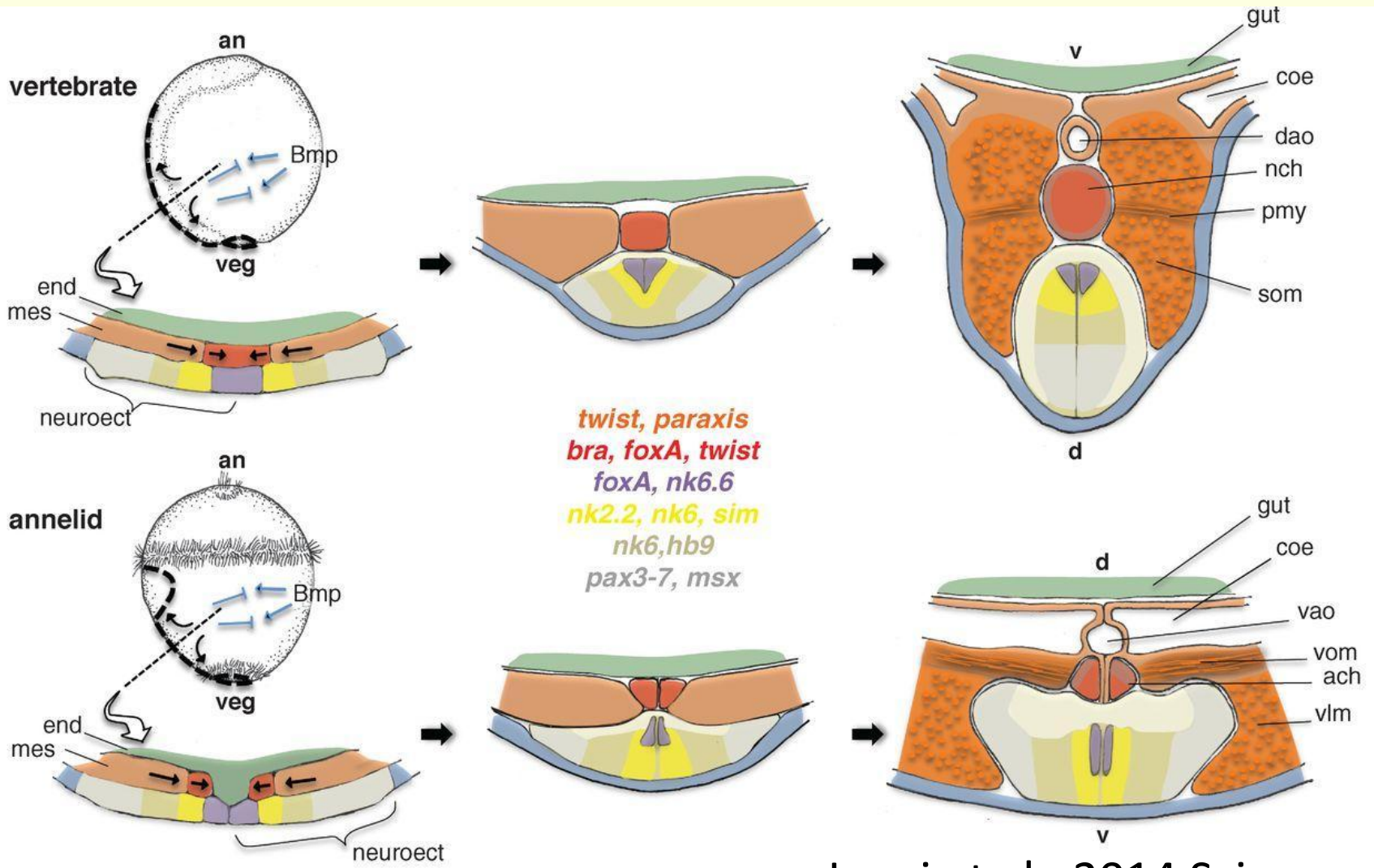
# Положение аксохорда и нотохорда



*Platynereis  
dumerilii*

Lauri et al., 2014  
Science

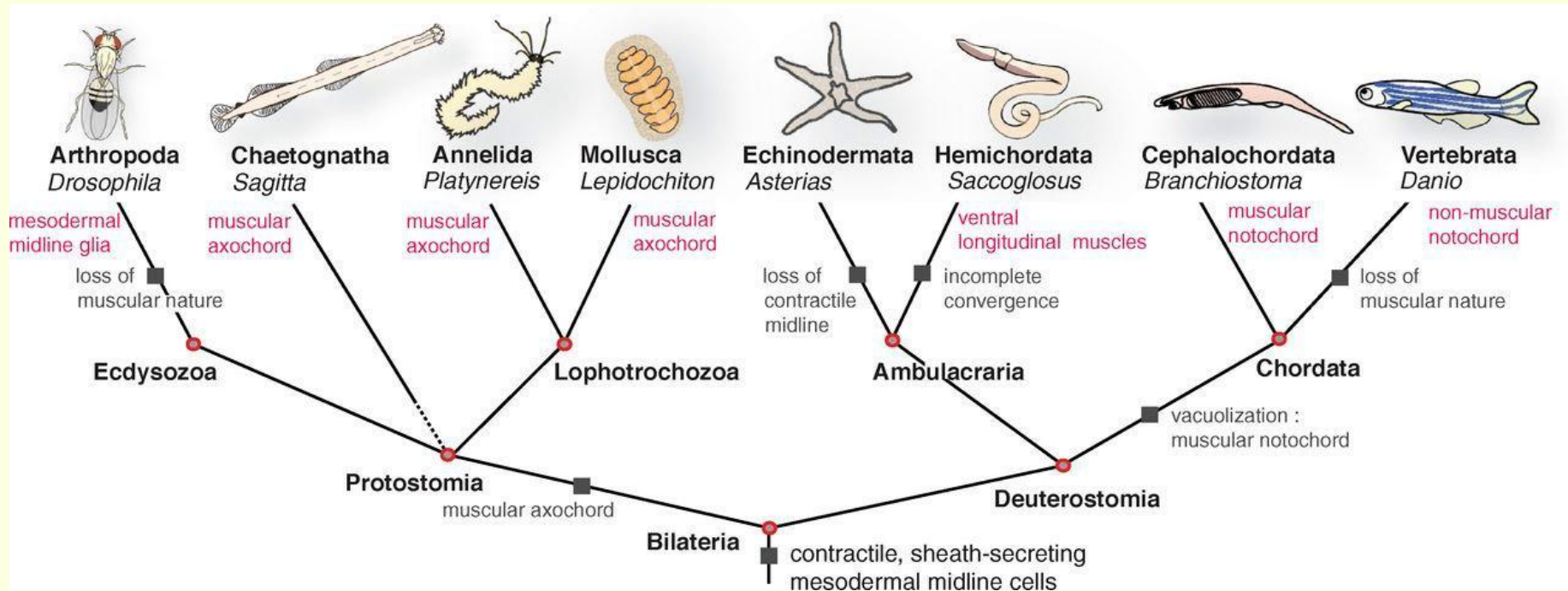
# Закладка аксохорда и нотохорда



Lauri et al., 2014 Science



# Аксохорд и нотохорд на филогенетическом дереве



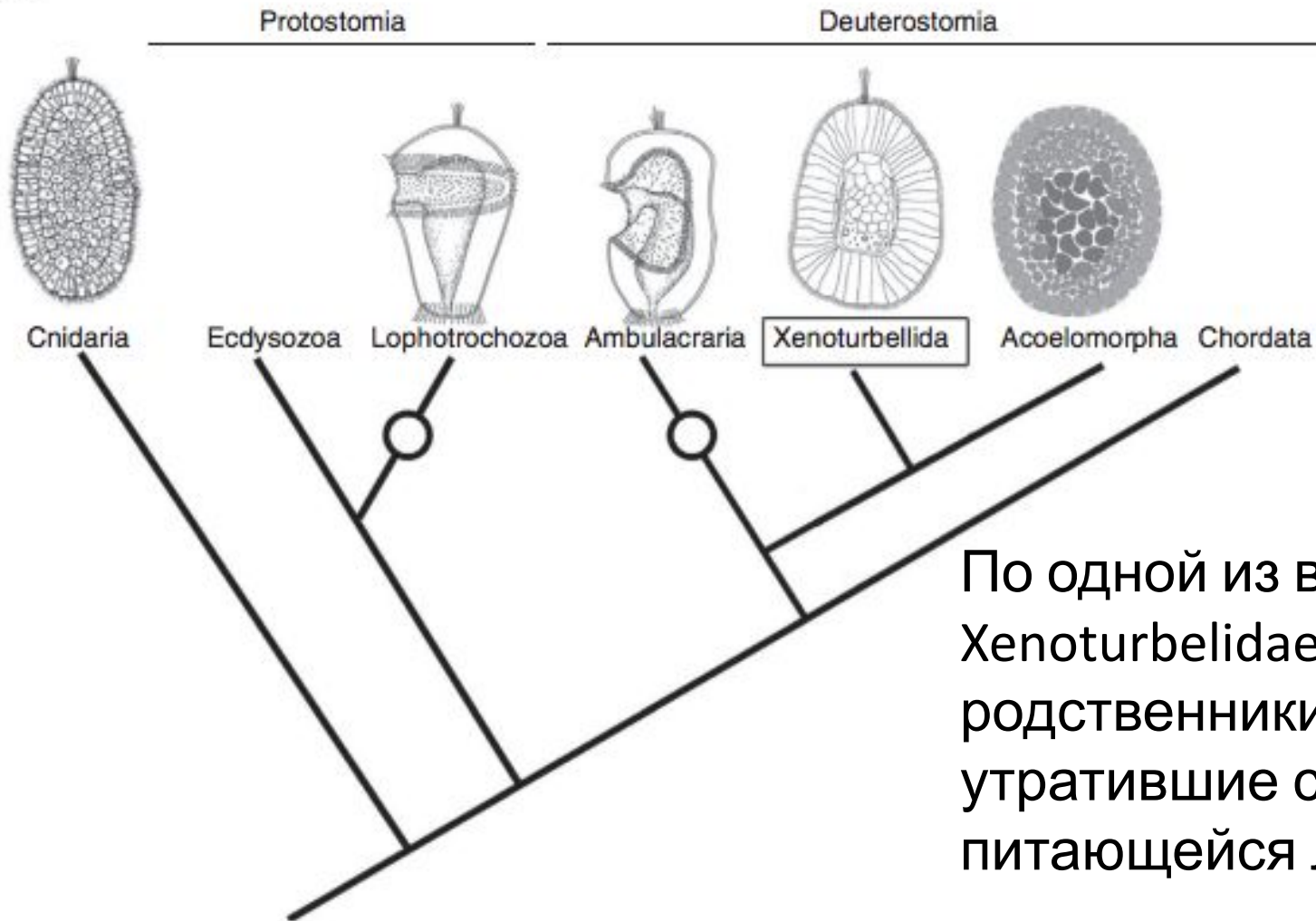
Lauri et al., 2014  
Science







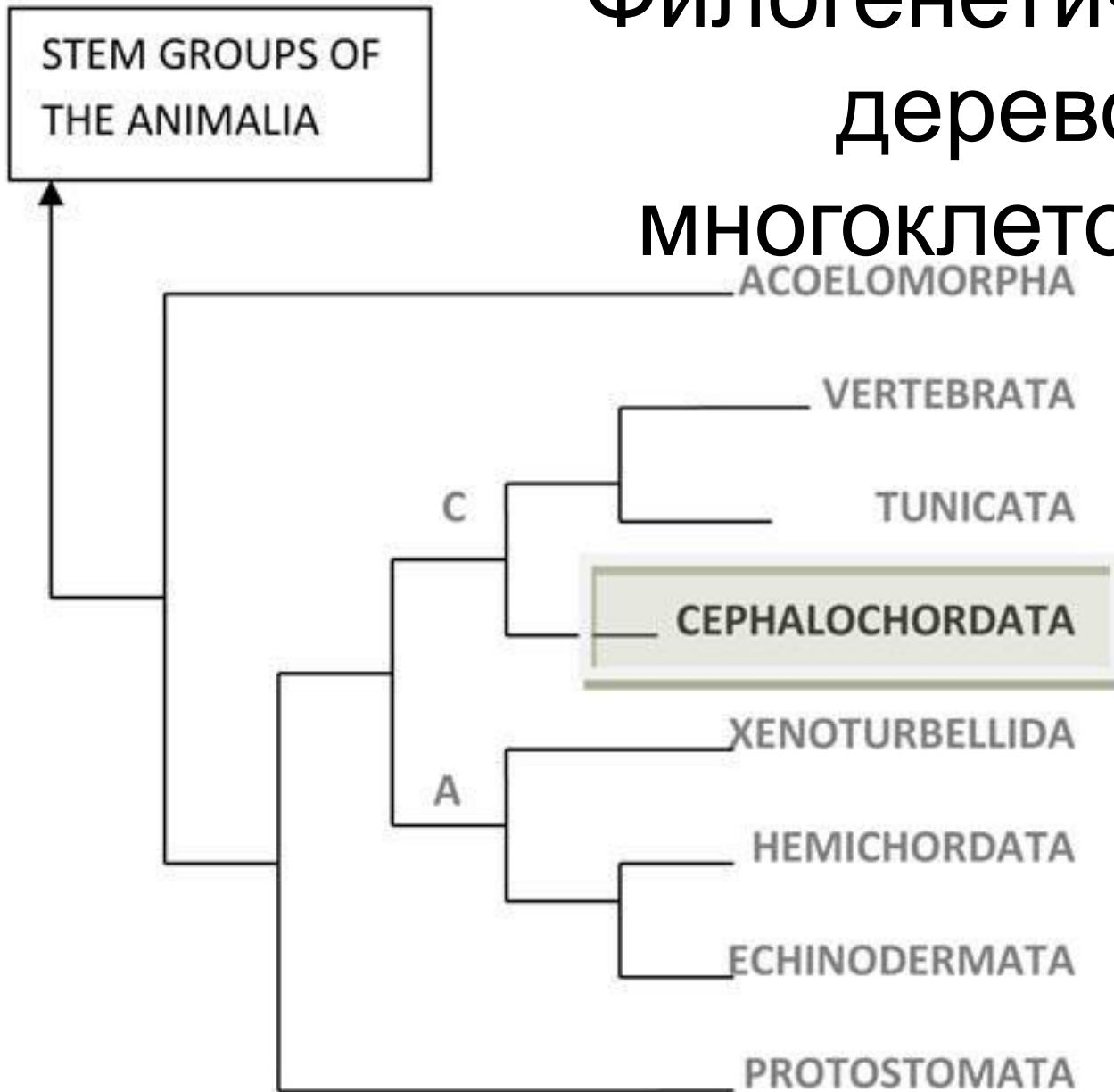
# *Xenoturbella bocki*



По одной из версий  
Xenoturbellidae – близкие  
родственники хордовых,  
утратившие стадию  
питающейся личинки

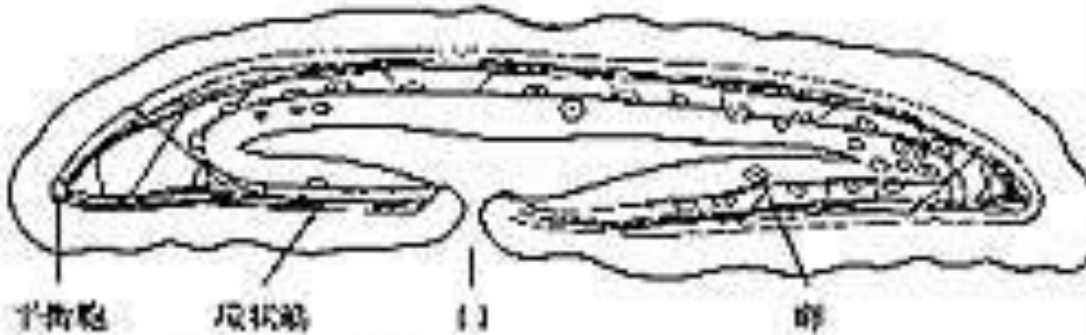
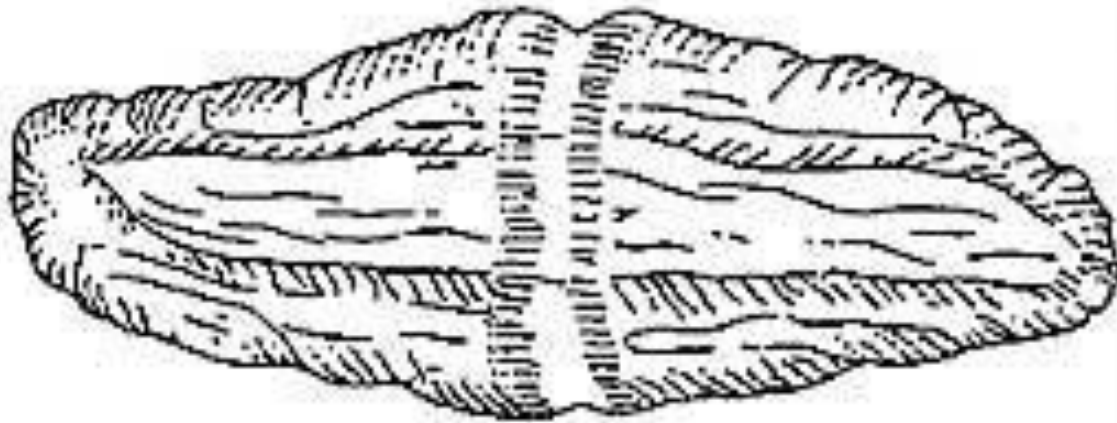
(Nakano et al., 2012)

# Филогенетическое дерево МНОГОКЛЕТОЧНЫХ





# *Xenoturbella bocki*



*Xenoturbella*







