

ЭВОЛЮЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ

2024

СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

ДВИГАТЕЛЬНАЯ

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ

ПОЛОВАЯ

НЕРВНО-СЕНСОРНАЯ

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ

КРОВЕНОСНАЯ

ДЫХАТЕЛЬНАЯ

ЦЕЛОМ

*АМЕРНЫЙ, ОЛИГОМЕРНЫЙ, ТРИМЕРНЫЙ,
ПОЛИМЕРНЫЙ*

Целом (от греч. *kóiloma* — углубление, полость), вторичная полость тела, пространство между стенкой тела и внутренними органами у высших многоклеточных животных, ограниченное собственными эпителиальными оболочками мезодермального происхождения: содержит целомическую жидкость и обычно открывается наружу специальными протоками — *целомодуктами*.

Главная и **первичная функция** Ц. — опорная, поскольку сокращения мускулатуры стенки тела возможны только при наличии внутренней опорной жидкости Ц., играющей роль несжимаемого, но легко меняющего форму «гидроскелета». Ц. поддерживает биохимическое постоянство внутренней среды организма (солевой, ионный, водный, газовый, температурный режимы).

Кроме того, выполняет разнообразные **вторичные функции**: трофическую, дыхательную, выделительную, половую и др. Высшие животные, имеющие Ц., объединяются под название целомических, или вторичнополостных (Coelomata). К ним относятся высшие первичноротые (эхиуриды, моллюски, сипункулиды, кольчатые черви), щупальцевые, погонофоры, щетинкочелюстные и вторичноротые (полухордовые, иглокожие и хордовые, включая позвоночных).

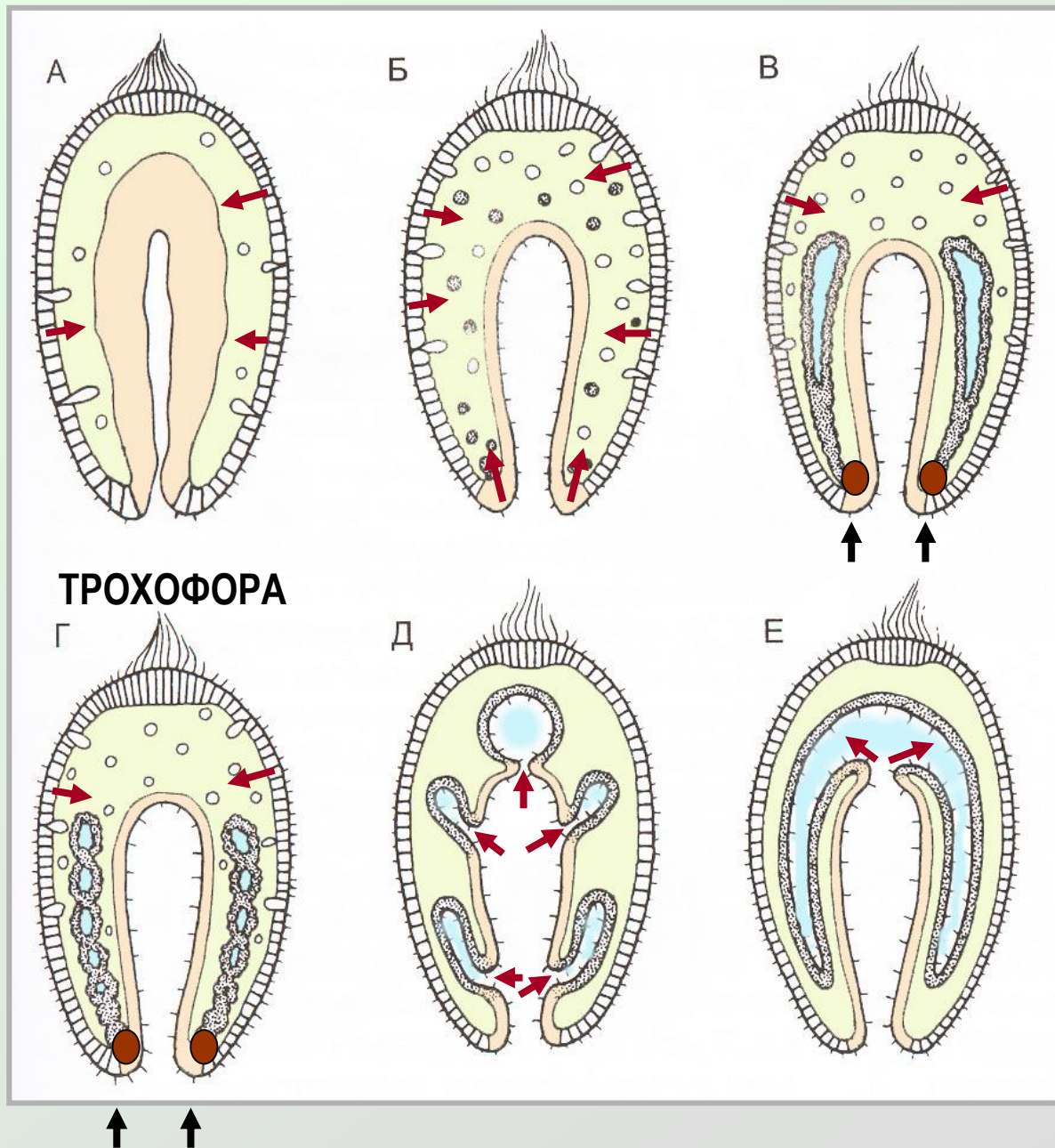
СПОСОБЫ ОБРАЗОВАНИЯ ТРЕТЬЕГО ЗАРОДЫШЕВОГО ЛИСТКА И ЦЕЛОМА

А – эктомезенхима

Б-Г –
эктомезенхима +
Энтomezодерма

Д-Е -
энтomezодерма

телобласты
схизоцелия



ОБЩИЕ ПЛАНЫ ГИСТОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ BILATERIA

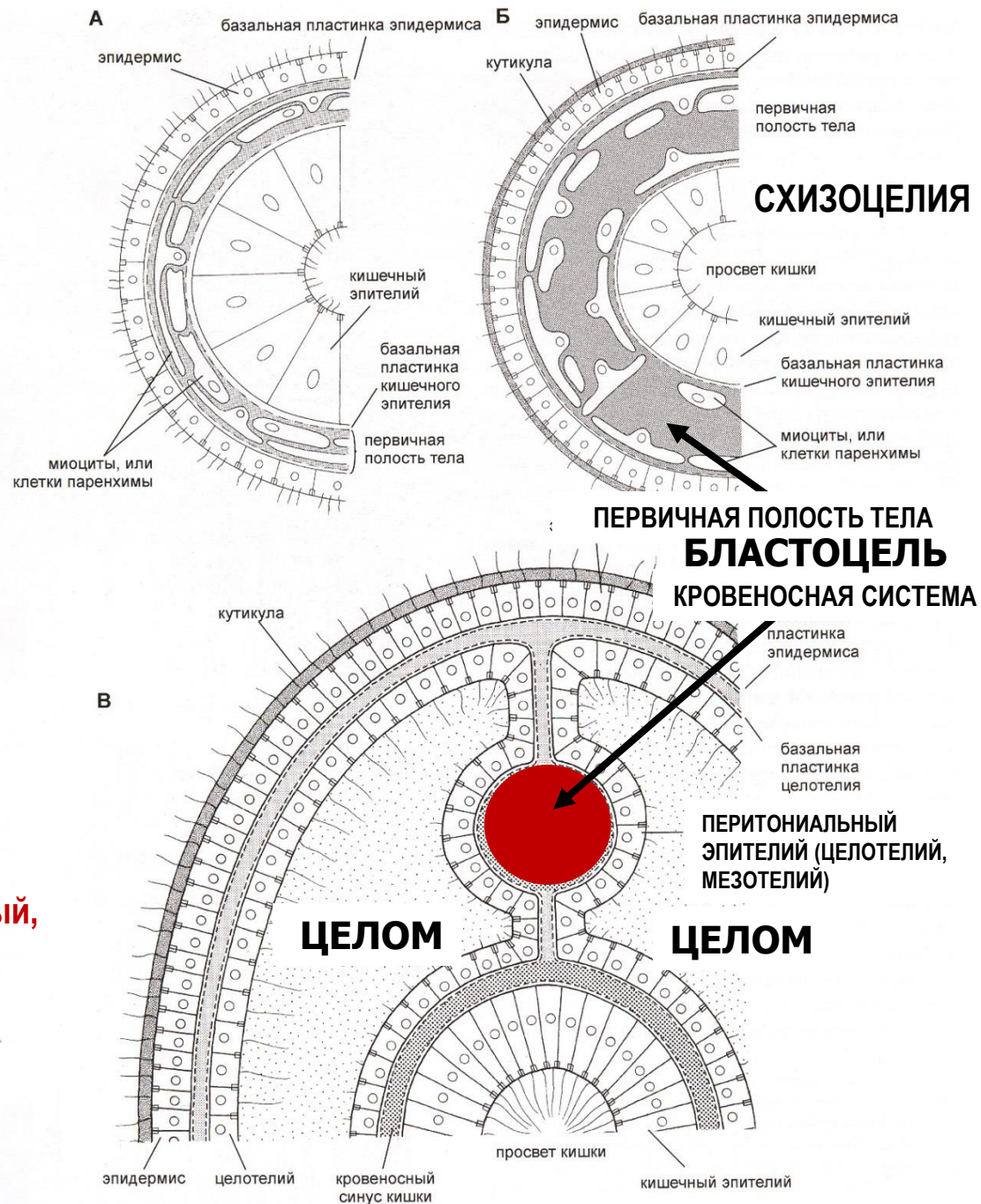
А – Ацеломический

Б – Псевдоцеломический
(первичная полость,
схизоцель)

В - Целомический

ФУНКЦИИ ЦЕЛОМА:

- опорная (гидростатическая)
- биохимическое постоянство внутренней среды организма (солевой, ионный, водный, газовый, температурный режимы)
- трофическая
- половая
- выделительная



Подраздел (Subdivisio) **Spiralia (Protostomia)**

*Вторичная полость
тела - целом*

Phylum **Annelida** 17-20 тыс. в.

Phylum **Pogonophora** 150 в.

Phylum **Echiura** 150 видов

Phylum **Sipuncula** 250 видов

Phylum **Mollusca** 115 тыс. в.

Phylum **Nemertini** 900 видов

Phylum **Lobatocerebrida** 2 в.

Phylum **Plathelminthes** 13 т.в.

Phylum **Orthnectida** 30 видов

Phylum **Dicyemida** 70 видов

Phylum **Gnathostomulida** 100 в.

Phylum **Micrognathozoa** ок.10 в.

Phylum **Rotifera** ок. 2 тыс. видов

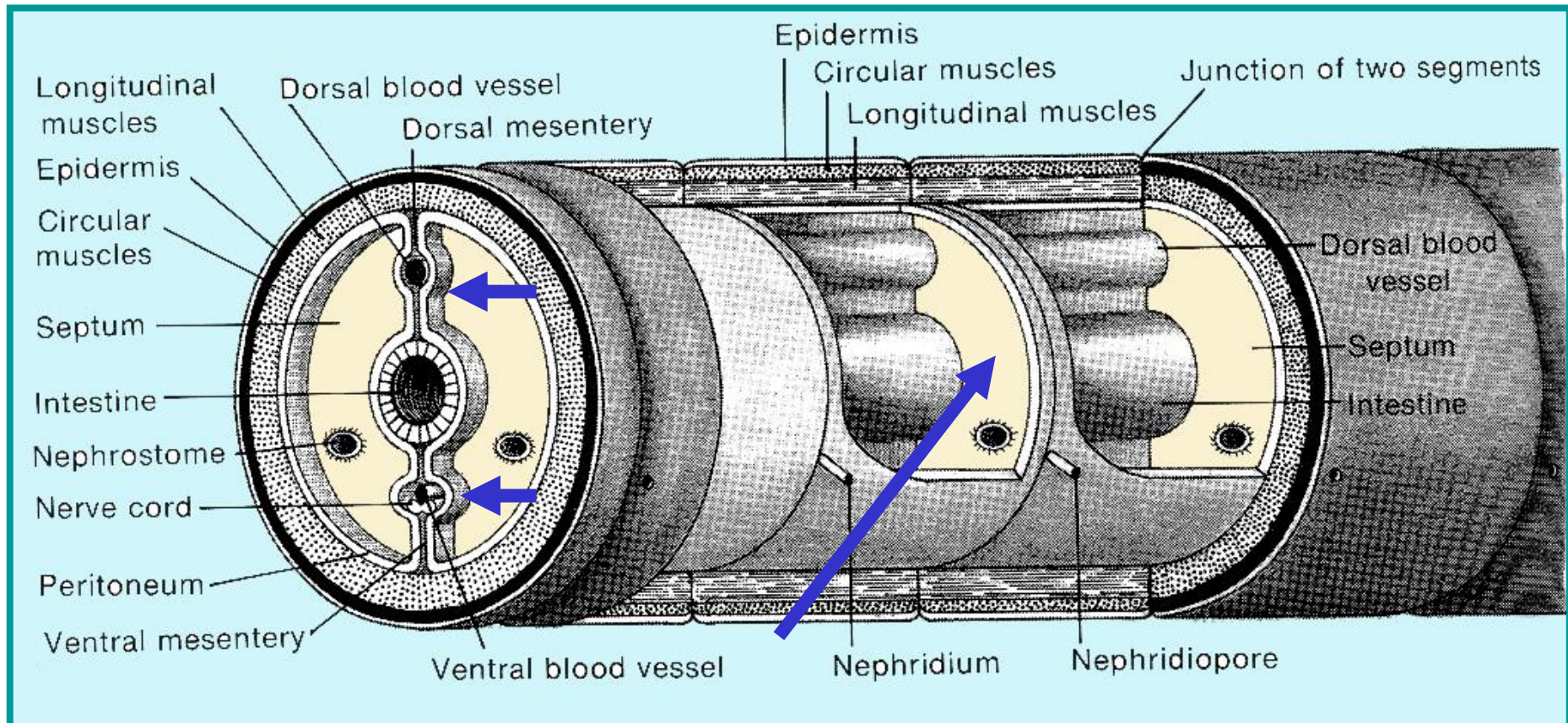
Phylum **Acanthocephala** 800 в.

Phylum **Cycliophora** 2-3 вида

Phylum **Kamptozoa** ок. 100 видов

Phylum **Gastrotricha** ок. 400 в.

ПОЛИМЕРНЫЙ ЦЕЛОМИЧЕСКИЙ АППАРАТ POLYCHAETA



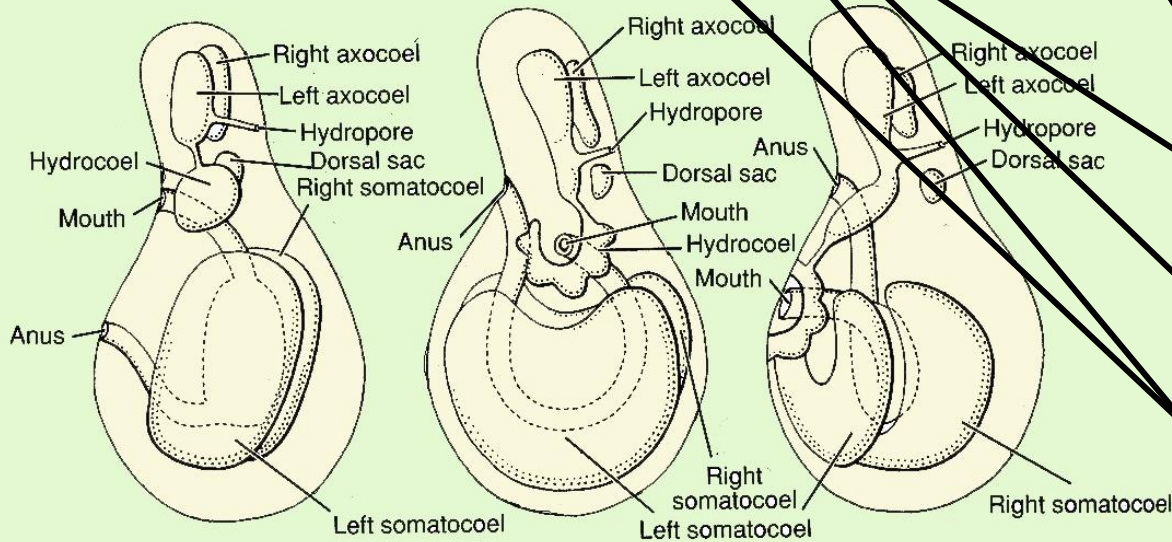
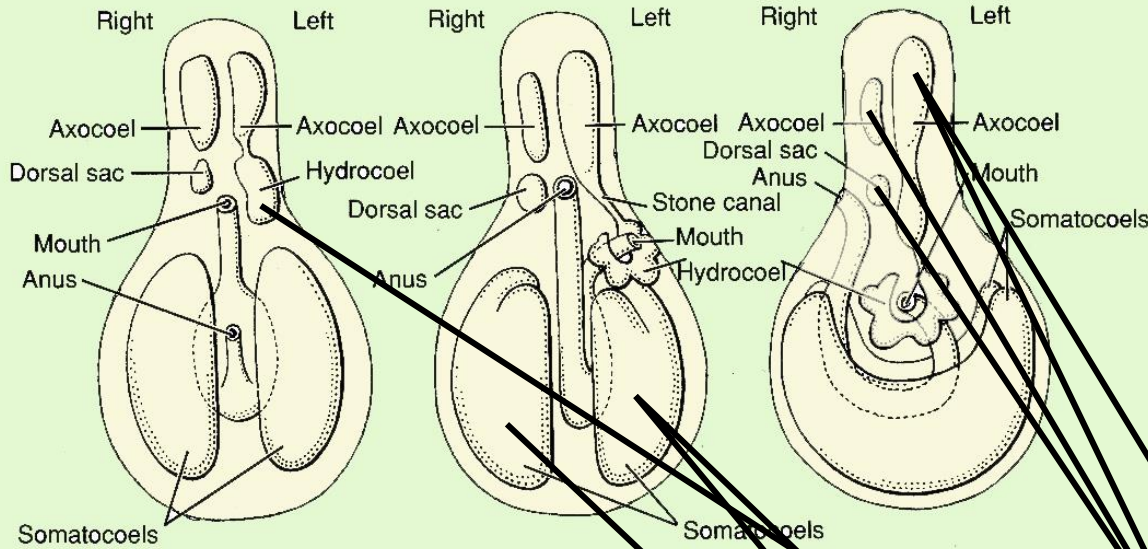
ПЕРИТОНИАЛЬНЫЙ ЭПИТЕЛИЙ (ЦЕЛОТЕЛИЙ, МЕЗОТЕЛИЙ)

ДИССЕПИМЕНТ

МЕЗЕНТЕРИЙ (ДОРСАЛЬНЫЙ, ВЕНТРАЛЬНЫЙ)

ТРЕХМЕРНЫЙ ЦЕЛОМИЧЕСКИЙ АППАРАТ DEUTEROSTOMIA

ГЕНЕРАЛИЗОВАННАЯ
СХЕМА МЕТАМОРФОЗА
ИГЛОКОЖИХ И
ПРОИЗВОДНЫЕ
ЦЕЛОМИЧЕСКИХ МЕШКОВ



МАДРЕПОРОВАЯ
АМПУЛА

ОСЕВОЙ СИНОС

АМБУЛАКРАЛЬНАЯ
СИСТЕМА

ПЕРИГЕМАЛЬНАЯ
СИСТЕМА

ПОЛОСТЬ ТЕЛА

ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЦЕЛОМА

НЕФРОЦЕЛЬНАЯ Н.Ziegler, 1898;
R.E.Snodgrass, 1938

СХИЗОЦЕЛЬНАЯ А.Goette, 1884;
N.N.Polejaeff, 1893; J.Thiele, 1902

МИОЦЕЛЬНАЯ Н.А.Ливанов, 1955

ГОНОЦЕЛЬНАЯ Haschek, 1878;
R.Bergh, 1885

ЭНТЕРОЦЕЛЬНАЯ И.И.Мечников,
1874; R.Hertwig, 1881; A.Sedgwick,
1884; A.Remane, 1950; H.Lemche,
1960

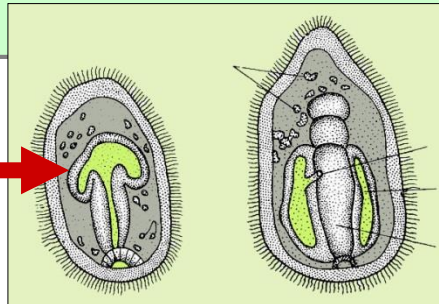
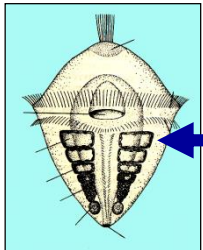


СХЕМА СТРОЕНИЯ
ЦЕЛОМИЧЕСКИХ
МЕШКОВ ПОЛИХЕТ

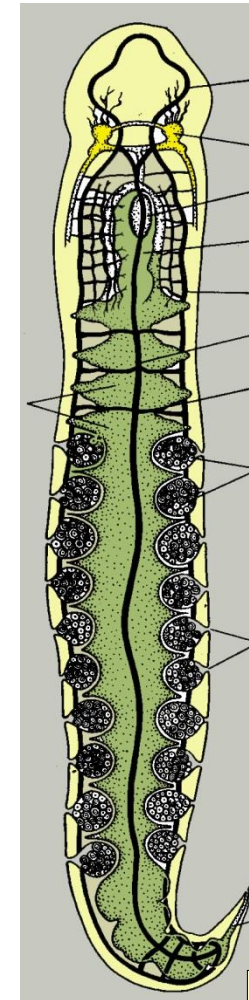
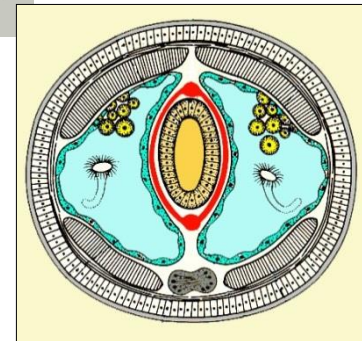


СХЕМА
СТРОЕНИЯ
НЕМЕРТИНЫ

ГОНАДЫ

ПОЛОВЫЕ
ОТВЕРСТИЯ



ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЦЕЛОМА



НЕФРОЦЕЛЬНАЯ Н.Ziegler, 1898;
R.E.Snodgrass, 1938

СХИЗОЦЕЛЬНАЯ A.Goette, 1884;
N.N.Polejaeff, 1893; J.Thiele, 1902

МИОЦЕЛЬНАЯ Н.А.Ливанов, 1955

ГОНОЦЕЛЬНАЯ Haschek, 1878;
R.Bergh, 1885

ЭНТЕРОЦЕЛЬНАЯ И.И.Мечников,
1874; R.Hertwig, 1881; A.Sedgwick,
1884; A.Remane, 1950; H.Lemche,
1960

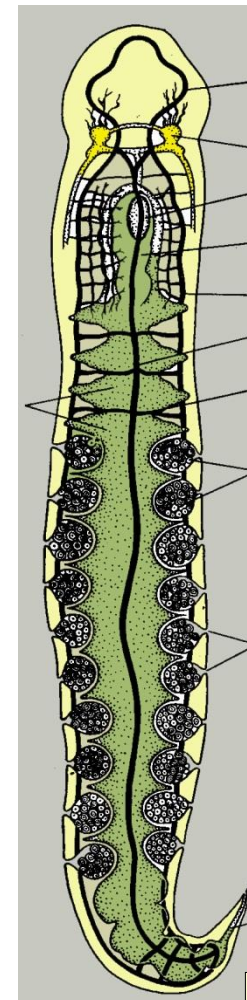
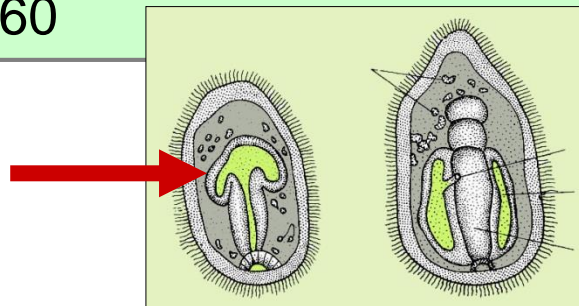
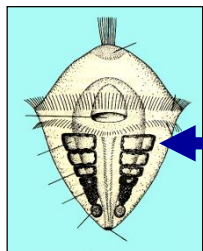
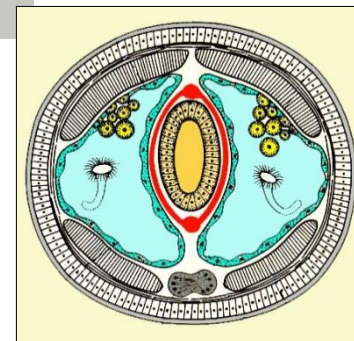


СХЕМА
СТРОЕНИЯ
НЕМЕРТИНЫ

ГОНАДЫ

ПОЛОВЫЕ
ОТВЕРСТИЯ

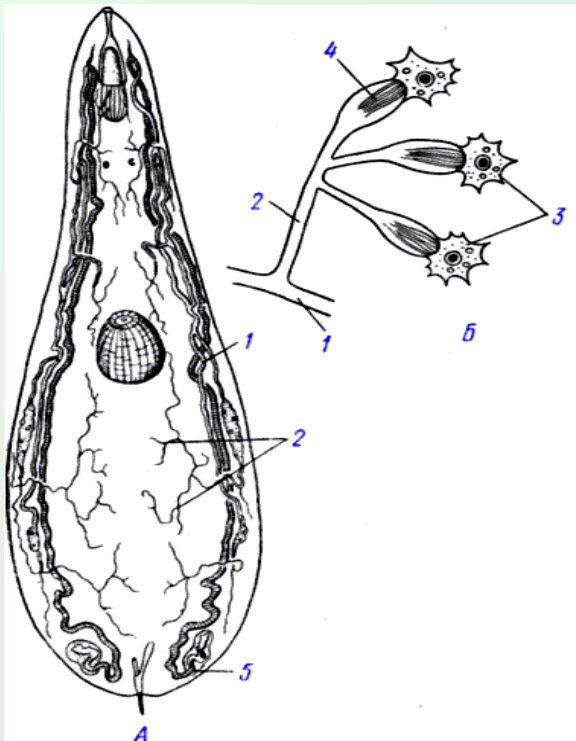
СХЕМА СТРОЕНИЯ
ЦЕЛОМИЧЕСКИХ
МЕШКОВ ПОЛИХЕТ



Нефроцельная теория

- 1874 г. Рэй Ланкастер
- 1898 г. Х. Циглер
- 1894, 1945 Е. Гудрич

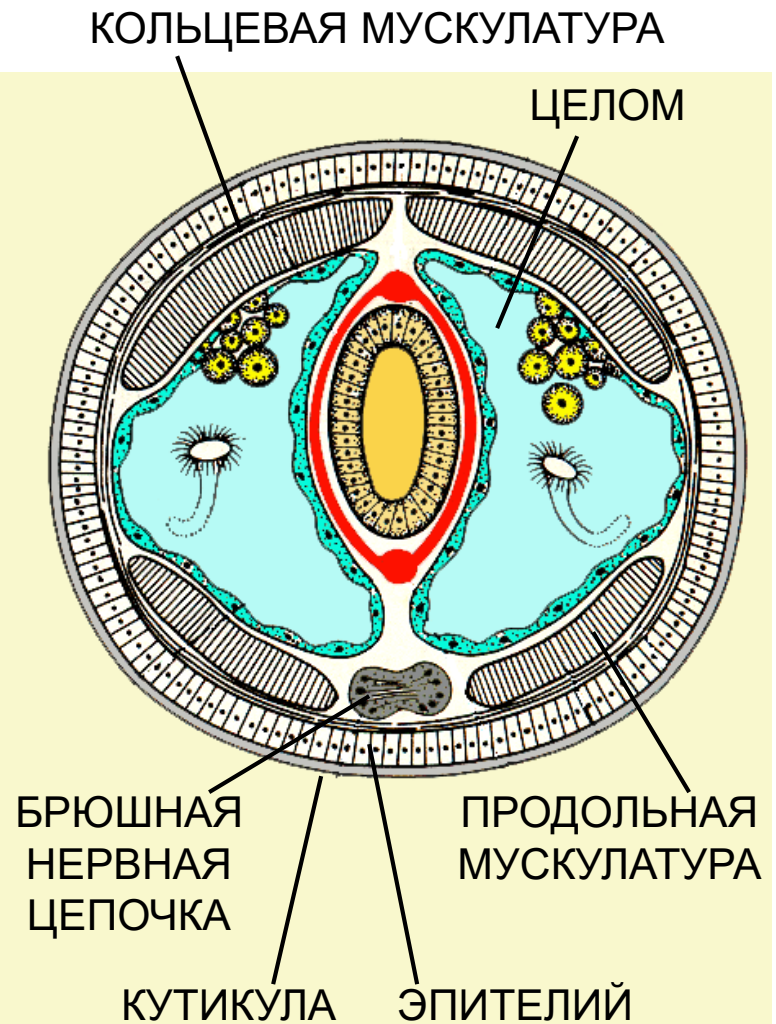
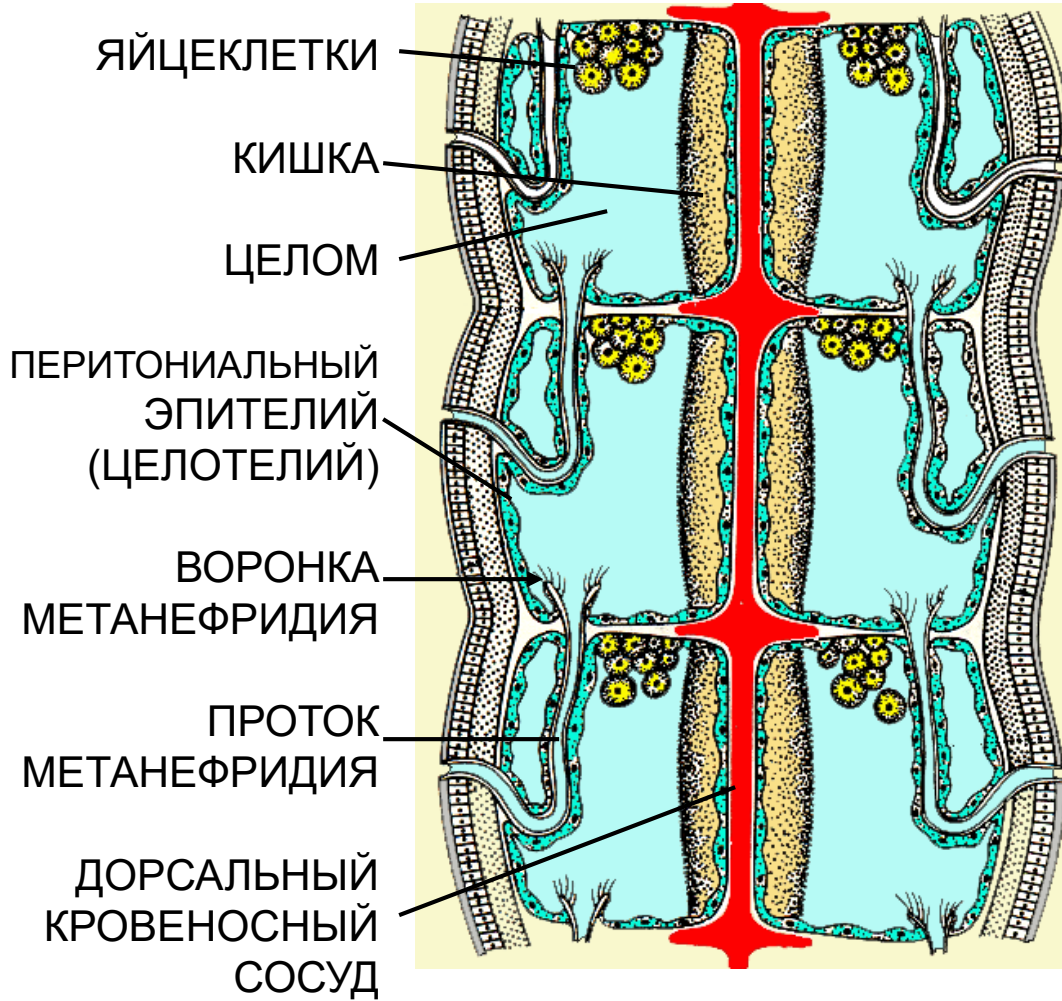
Целомические мешки являются расширениями нефридиев.



Выделительная система турбеллярий

- А – расположение главных выделительных каналов в теле прямокишечной турбеллярии *Gyratrix hermaphroditus* (из Райзингера)
- Б – схема строения протонефридиев (по Буэ и Шантон)
- 1 – главные продольные выделительные каналы
- 2 – разветвления канальцев
- 3 – звездчатые клетки
- 4 – мерцательное пламя
- 5 – выделительные ответление

СХЕМА ПРОДОЛЬНОГО И ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СЕГМЕНТОВ ТЕЛА ПОЛИХЕТЫ



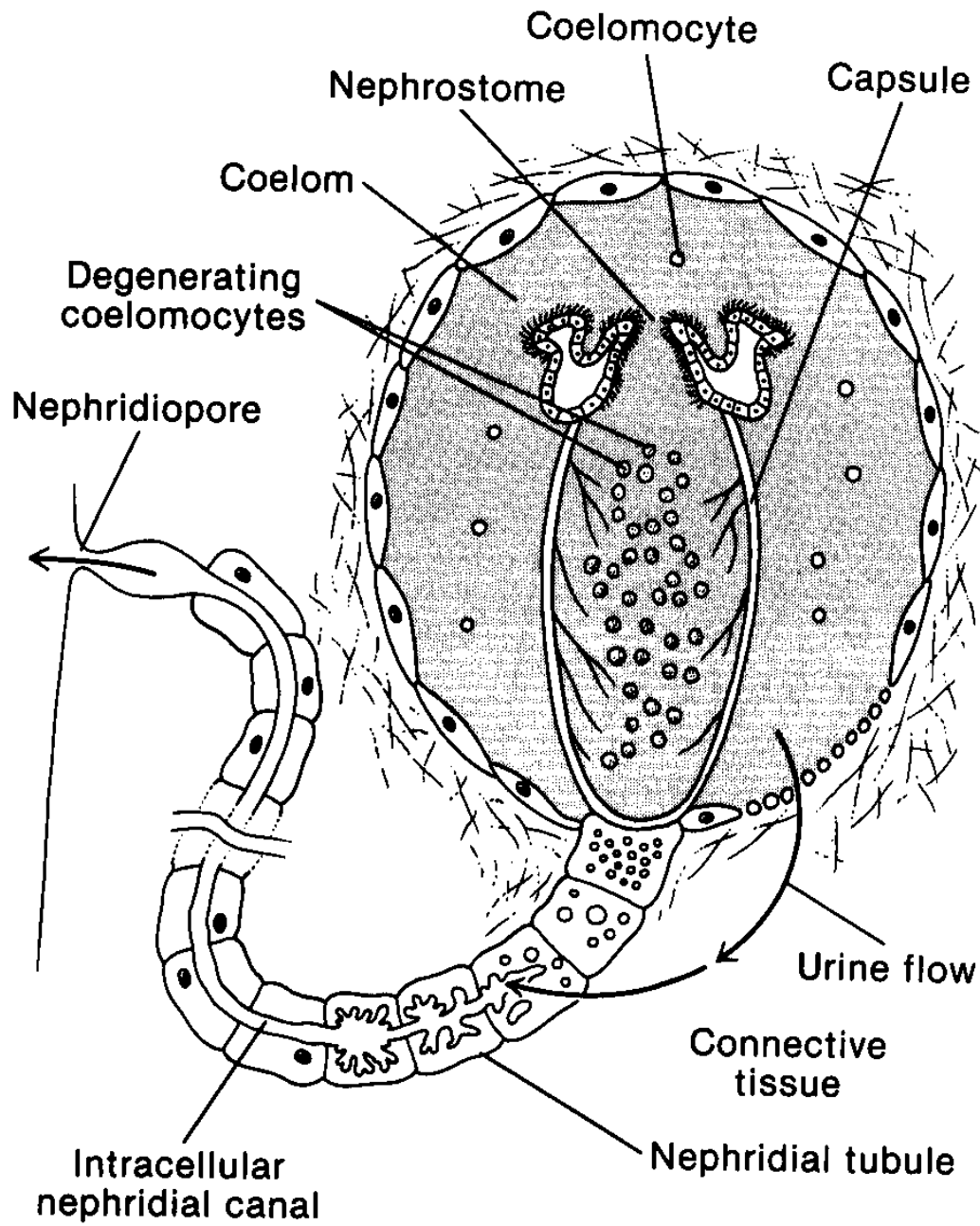


СХЕМА СТРОЕНИЯ МЕТАНЕФРИДИЯ ПИЯВОК

СХЕМА СТРОЕНИЯ КОКСАЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ CRUSTACEA

МОЧЕВОЙ
ПУЗЫРЬ

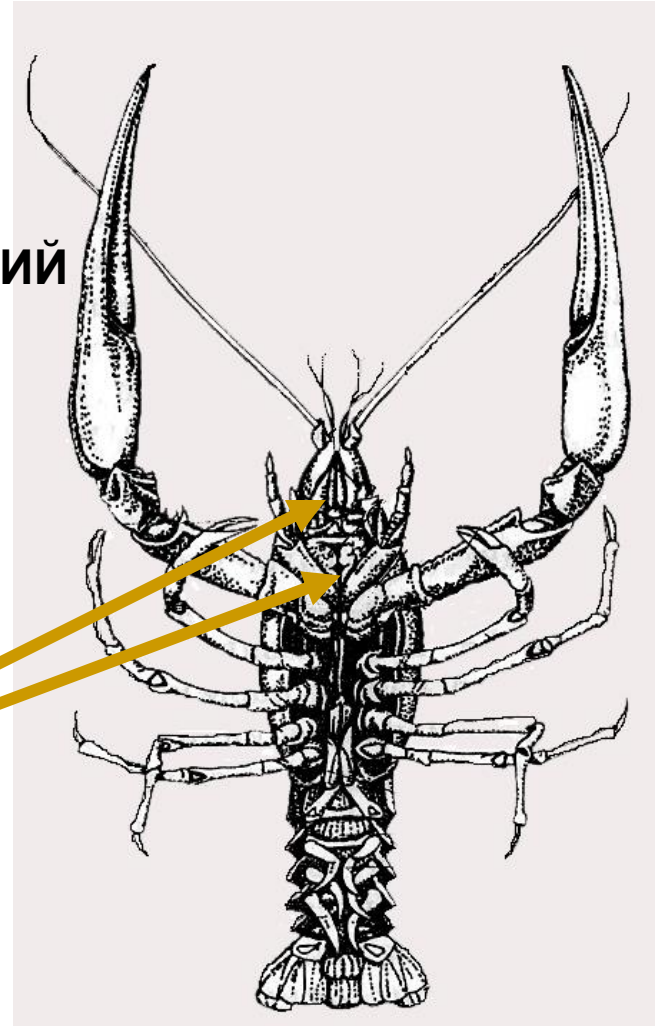
ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ
ПОРА



ЦЕЛОМИЧЕСКИЙ
МЕШОЧЕК

УЧАСТКИ
ВЫДЕЛИТЕЛЬНОГО КАНАЛА

ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ПОРЫ
В ОСНОВАНИИ
КОНЕЧНОСТЕЙ (АНТЕНН
ИЛИ НИЖНИХ ЧЕЛЮСТЕЙ)



Нефроцельная теория

Возражения:

1. Все варианты нефридиев у ряда животных существуют одновременно с целомом. (Беклемишев, 1964)
2. Протонефридии и целом развиваются различными путями и из разных зачатков – первые из эктодермы, второй – из мезодермы.
3. Накопление экскретов в схизоцельных пространствах сомнительно с физиологической точки зрения.

ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЦЕЛОМА

НЕФРОЦЕЛЬНАЯ Н.Ziegler, 1898;
R.E.Snodgrass, 1938

СХИЗОЦЕЛЬНАЯ A.Goette, 1884;
N.N.Polejaeff, 1893; J.Thiele, 1902

МИОЦЕЛЬНАЯ Н.А.Ливанов, 1955

ГОНОЦЕЛЬНАЯ Haschek, 1878;
R.Bergh, 1885

ЭНТЕРОЦЕЛЬНАЯ И.И.Мечников,
1874; R.Hertwig, 1881; A.Sedgwick,
1884; A.Remane, 1950; H.Lemche,
1960

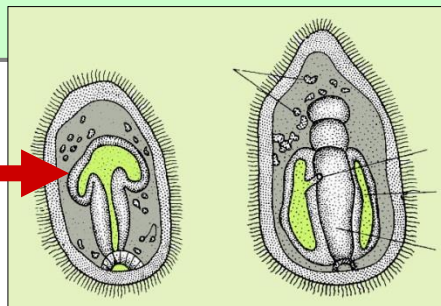
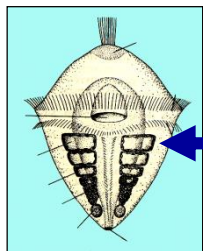


СХЕМА СТРОЕНИЯ
ЦЕЛОМИЧЕСКИХ
МЕШКОВ ПОЛИХЕТ

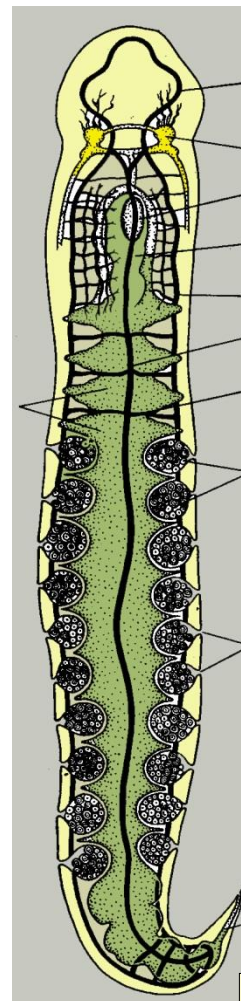
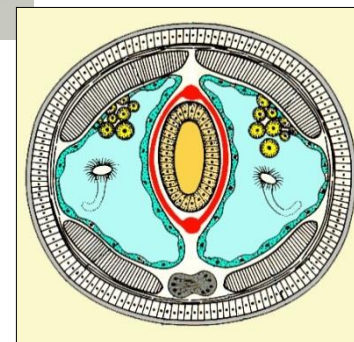


СХЕМА
СТРОЕНИЯ
НЕМЕРТИНЫ

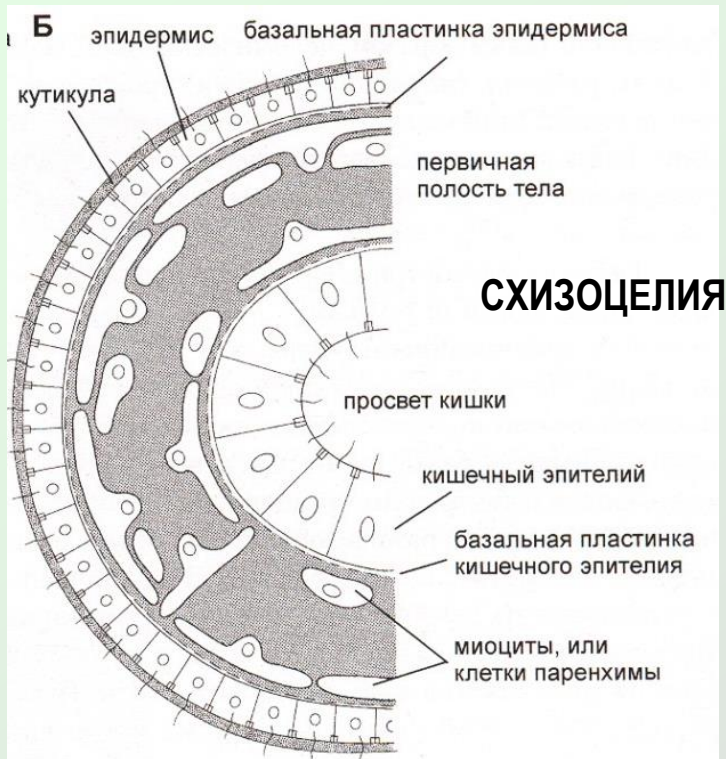
ГОНАДЫ

ПОЛОВЫЕ
ОТВЕРСТИЯ



Схизоцельная теория

- Выдвинута А. Goette 1884 году и поддержана N.N.Polejaeff и J. Thiele в 1902.



Согласно этой теории, целом представляет собой не что иное, как усовершенствованный схизоцель.

Миоцельная теория

Считается модернизированной формой схизоцельной теории.

- 1933 г., 1955 г. Н. А. Ливанов

- Целом возник как полость в мускулатурной закладке животного, заполнившаяся жидкостью мускулатуры.

- Эмбриологически обоснованная.

- Целом не имел предшественников, так как «единство мышечной и целомической закладки является фактом, не требующим объяснения» (Ливанов, 1955).

Возражения:

Морфологическим и физиологическим предшественником целома у предков Coelomata была паренхима (или мезенхима).

ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЦЕЛОМА

НЕФРОЦЕЛЬНАЯ Н.Ziegler, 1898;
R.E.Snodgrass, 1938

СХИЗОЦЕЛЬНАЯ А.Goette, 1884;
N.N.Polejaeff, 1893; J.Thiele, 1902

МИОЦЕЛЬНАЯ Н.А.Ливанов, 1955

ГОНОЦЕЛЬНАЯ Haschek, 1878;
R.Bergh, 1885

ЭНТЕРОЦЕЛЬНАЯ И.И.Мечников,
1874; R.Hertwig, 1881; A.Sedgwick,
1884; A.Remane, 1950; H.Lemche,
1960

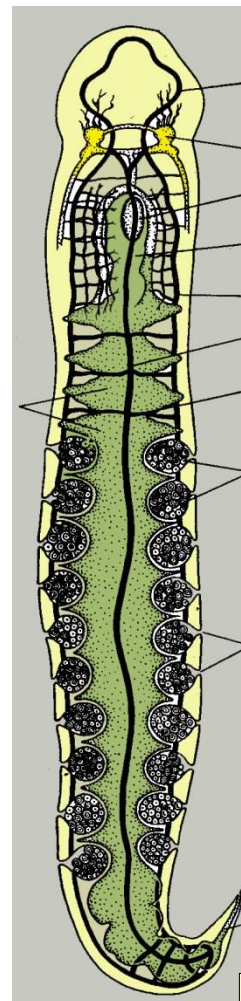


СХЕМА
СТРОЕНИЯ
НЕМЕРТИНЫ

ГОНАДЫ

ПОЛОВЫЕ
ОТВЕРСТИЯ

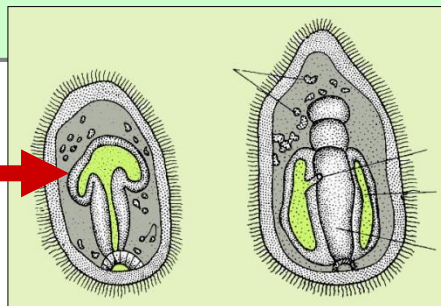
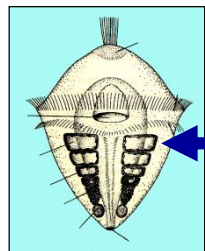
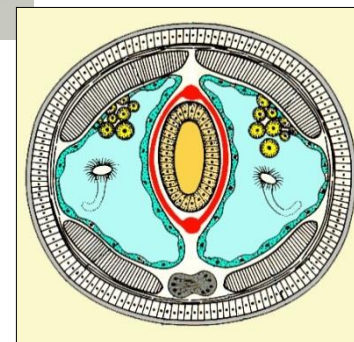


СХЕМА СТРОЕНИЯ
ЦЕЛОМИЧЕСКИХ
МЕШКОВ ПОЛИХЕТ



Гоноцельная теория

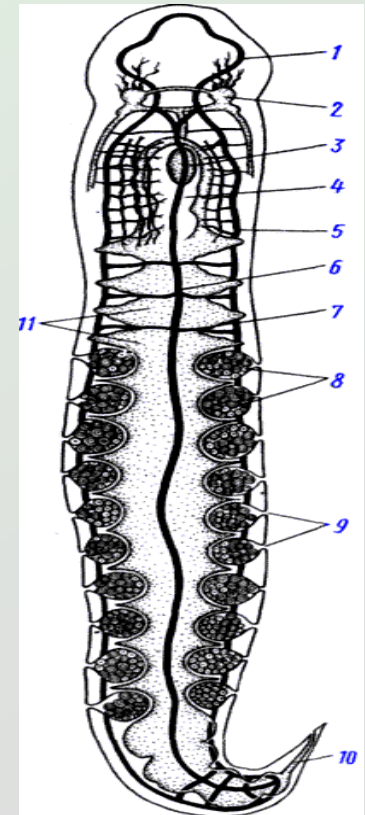
- 1878 г. Б.Гатчек
- 1885 г. Р.Берг
- 1891–1901 г. В.Фаусек
- 1912 г. П.П.Иванов

Впервые создана пражским зоологом В. Hatschek в 1878 году и сформулирована датчанином R. Bergh в 1885 следующим образом: целом происходит от гонад низших червей.

Целом происходит от гонад низших червей

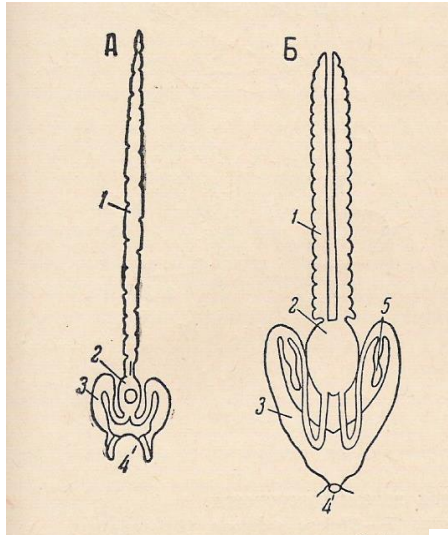
Организация немертины

- 1 – головной кровеносный сосуд
- 2 – мозговой ганглий
- 3 – рот
- 4 – пищевод
- 5 – боковой кровеносный сосуд
- 6 – спинной кровеносный сосуд
- 7 – поперечные сосуды
- 8 – гонады
- 9 – половое отверстие
- 10 – анальное отверстие
- 11 - кишечник

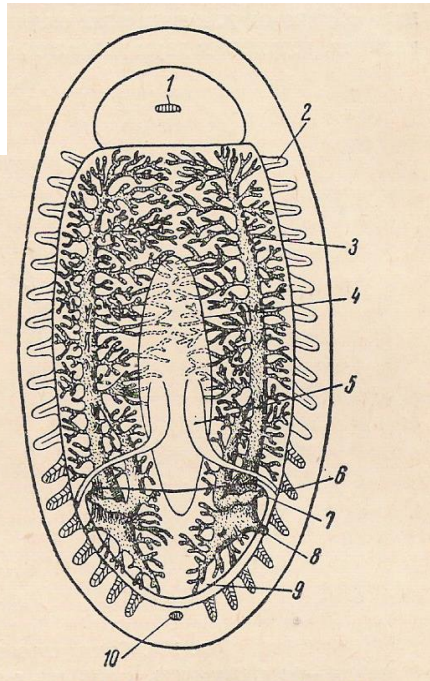


Строение целома и его связь с половой системой

Олигомерные аннелиды и моллюски



Строение
целома



Целомические
органы
Chitonida

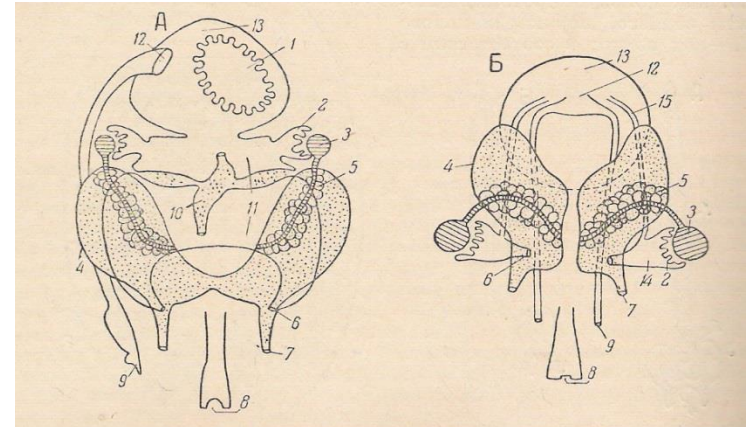
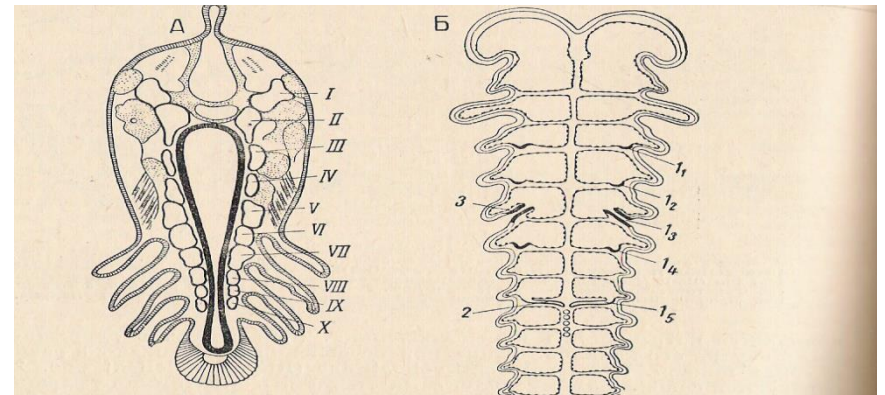


Схема строения целома
головоногих



Провизорный целом
членистоногих

Гоноцельная теория

Возражения:

1. Стенки целома нельзя производить ни от половых клеток, ни от фолликулярного эпителия, т.к. это обозначало бы превращение половых клеток в соматические. (Беклемишев, 1964)
2. У ряда животных (Фаусек, 1911) гоноциты появляются гораздо раньше целома и в другом месте (позвоночные, членистоногие, головоногие), хотя позднее оказываются физиологически и трофически связаны с целомом. Следовательно, по своей природе они чужды друг другу. (Иванов, 1912)
3. Наличие в современной фауне первично нерасчлененных Coelomata – Echiurida, Sipunculida (Clark, 1964). Несегментированным целомом обладают также Mollusca.
4. У Nemertini, которые трактуются теорией как исходные и примитивные формы, следует ожидать превращение мезодермальных зачатков в гонады. Однако, эти зачатки дают значительную часть паренхимы. У аннелид, напротив, наблюдаются как бы примитивные отношения – паренхимы нет, а мезодермальные полосы, приравняемые целиком к первичным гонадам, дают только целом. Поэтому, с точки зрения этой теории следовало бы производить Scolecida от Annelida, что довольно бессмысленно (Иванов, Мамкаев, 1973)

ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЦЕЛОМА

НЕФРОЦЕЛЬНАЯ Н.Ziegler, 1898;
R.E.Snodgrass, 1938

СХИЗОЦЕЛЬНАЯ А.Goette, 1884;
N.N.Polejaeff, 1893; J.Thiele, 1902

МИОЦЕЛЬНАЯ Н.А.Ливанов, 1955

ГОНОЦЕЛЬНАЯ Haschek, 1878;
R.Bergh, 1885

ЭНТЕРОЦЕЛЬНАЯ И.И.Мечников,
1874; R.Hertwig, 1881; A.Sedgwick,
1884; A.Remane, 1950; H.Lemche,
1960

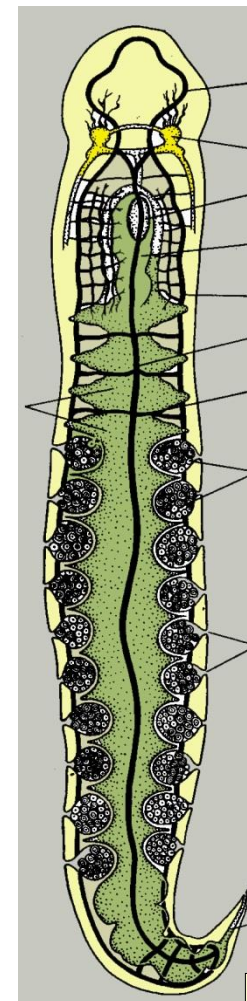
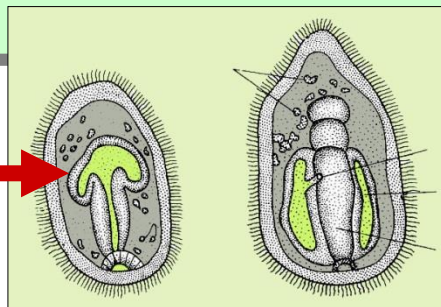
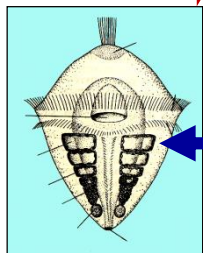


СХЕМА
СТРОЕНИЯ
НЕМЕРТИНЫ

ГОНАДЫ

ПОЛОВЫЕ
ОТВЕРСТИЯ

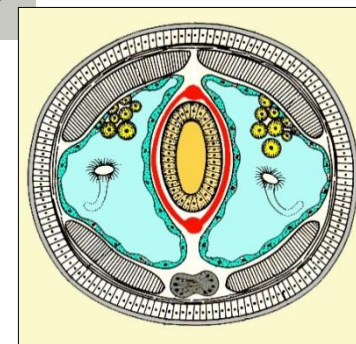


СХЕМА СТРОЕНИЯ
ЦЕЛОМИЧЕСКИХ
МЕШКОВ ПОЛИХЕТ

Энтероцельная теория

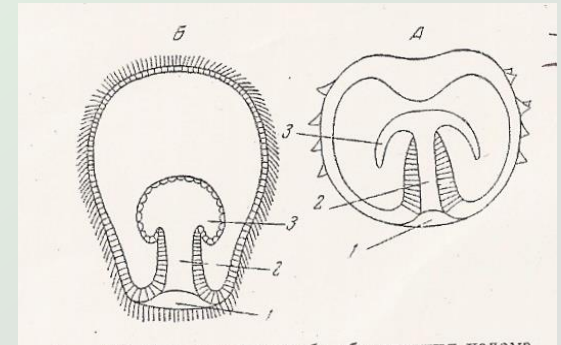
- 1882 г. Братья О. и Р.Гертвиги
- А.Седжвик, В.Н.Беклемишев, И.И.Мечников

Целом произошел от кишечника путем его дифференцировки.

Впервые высказана И. И. Мечниковым в 1874 году и разработана О. и Р. Hertwig в 1881. теория исходит из сравнения актиний с вышестоящими животными.

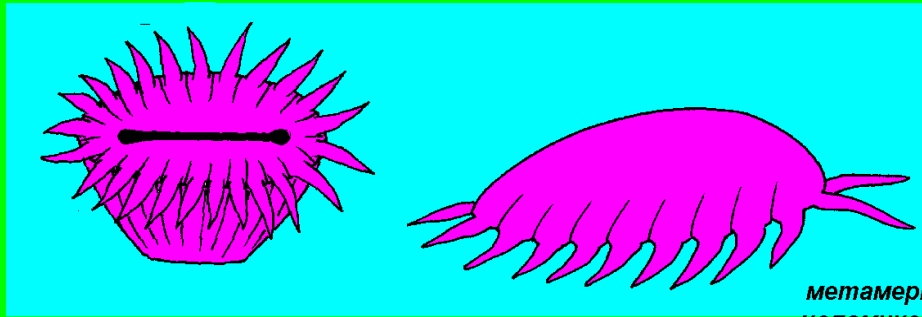
Возражения:

1. Невозможно производить аннелид от кишдарий непосредственно и считать в то же время Scolecida примитивными формами.
2. Идея энтероцельного происхождения целома биологически не оправдана. Образование карманов гастральной полости считается полезным приобретением, необходимым для увеличения пищеварительной и всасывательной поверхности кишки и для распространения по телу питательных материалов, но все преимущества исчезают, как только карманы отделяются от кишки. (Clark 1964)

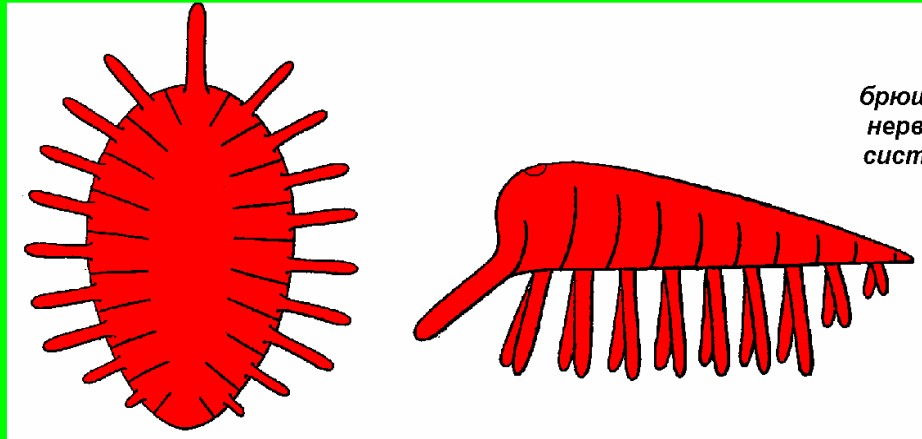


Сходство в способе образования целома иглокожих и периферического отдела гастро-васкулярной системы гребневиков

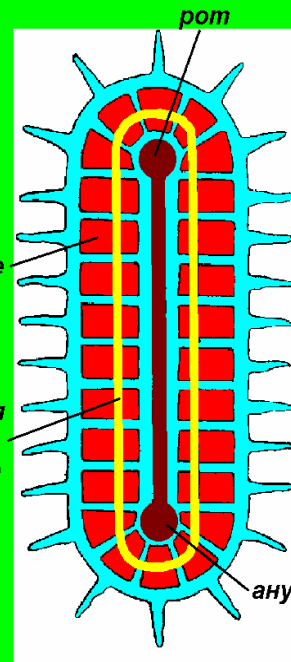
Гипотезы первичной метамерии



метамерные
целомические
камеры



брюшная
нервная
система



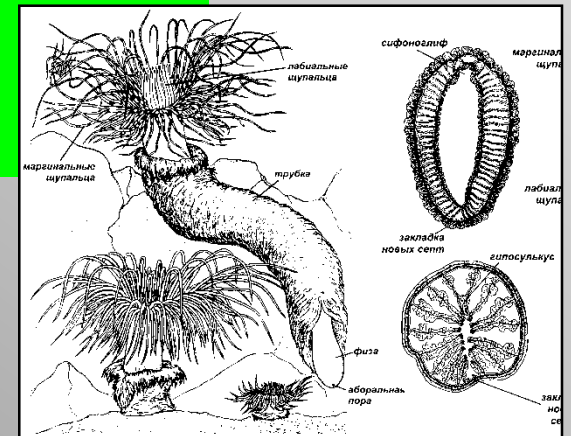
ЦИКЛОМЕРИЯ



МЕТАМЕРИЯ

Sedgwick, 1884; Beneden,
1891; Lameere, 1932;
Snodgrass, 1938

Ceriantharia



ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

ЭРА	ПЕРИОД	млн. лет	
КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ	1,8	
	НЕОГЕНОВЫЙ	23,8	
	ПАЛЕОГЕНОВЫЙ	65,0	
МЕЗОЗОЙСКАЯ	МЕЛОВЫЙ	142	
	ЮРСКИЙ	205	
	ТРИАСОВЫЙ	248	
	ПЕРМСКИЙ	290	
	ПАЛЕОЗОЙСКАЯ	КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ	354
		ДЕВОНСКИЙ	417
		СИЛУРИЙСКИЙ	443
		ОРДОВИКСКИЙ	496
КРИПТОЗОЙ	КЕМБРИЙСКИЙ	534	
	ВЕНДСКИЙ	650	
	ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ	РИФЕЙСКИЙ	1650
		КАРЕЛЬСКИЙ	2500
	АРХАЙСКАЯ	3500	
КХТАР-ХЕБСКАЯ	4500		

Эдиакарий
Венд (Вендский)

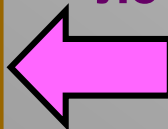
Эон Криптозой

Р.Сприг, 1947

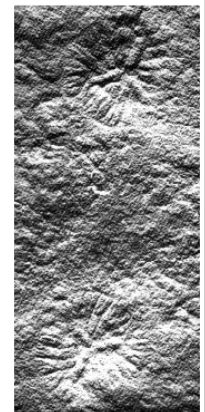
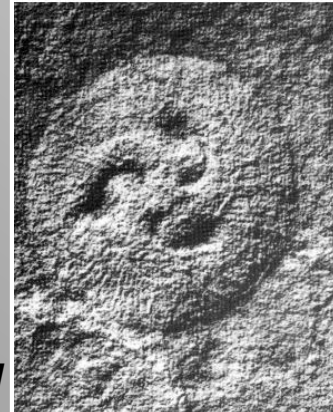
Б.С.Соколов, 1952

Международный союз геологической науки, 2004

635-542 млн. лет до н.э.



ВЕНДОБИОНТЫ

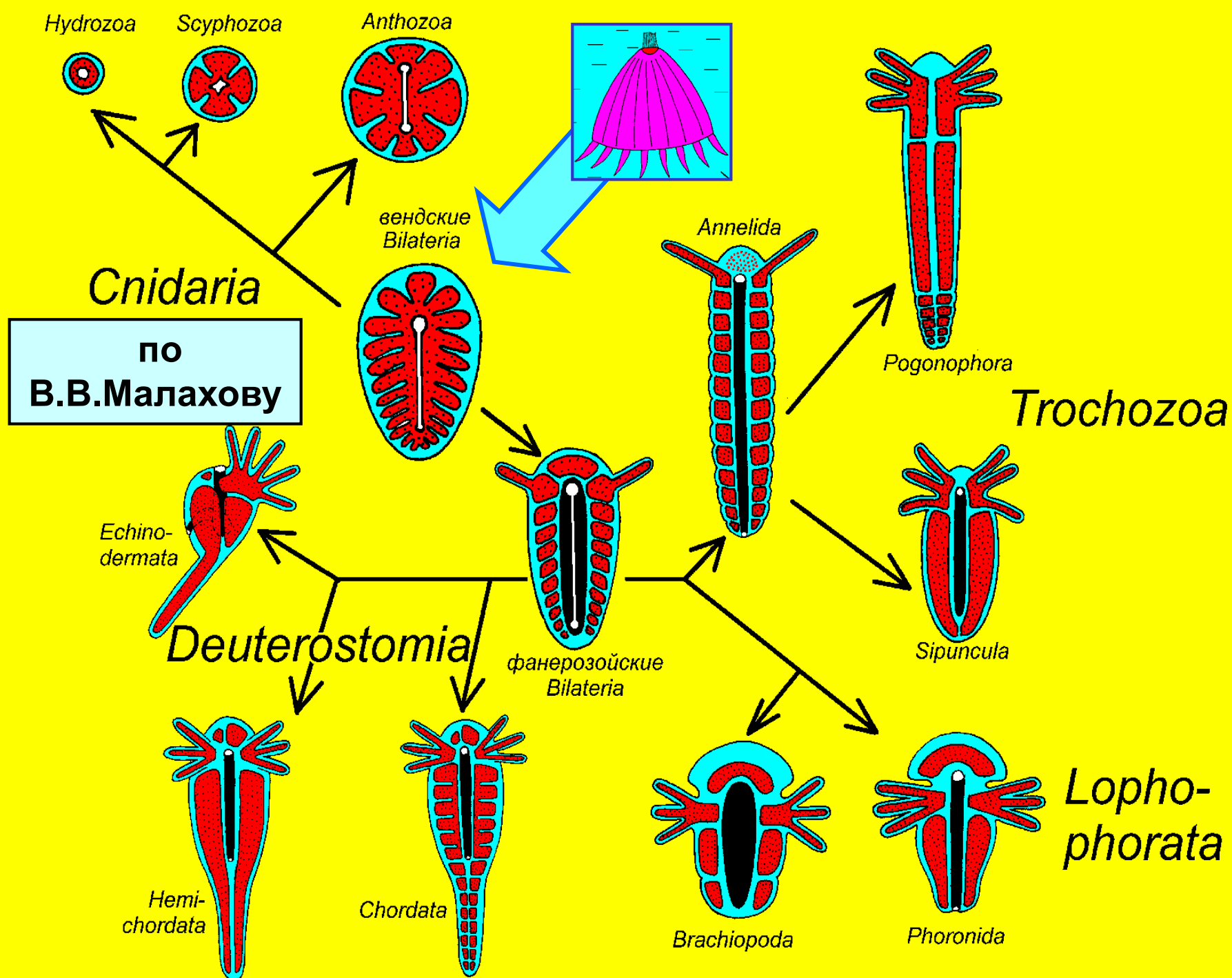




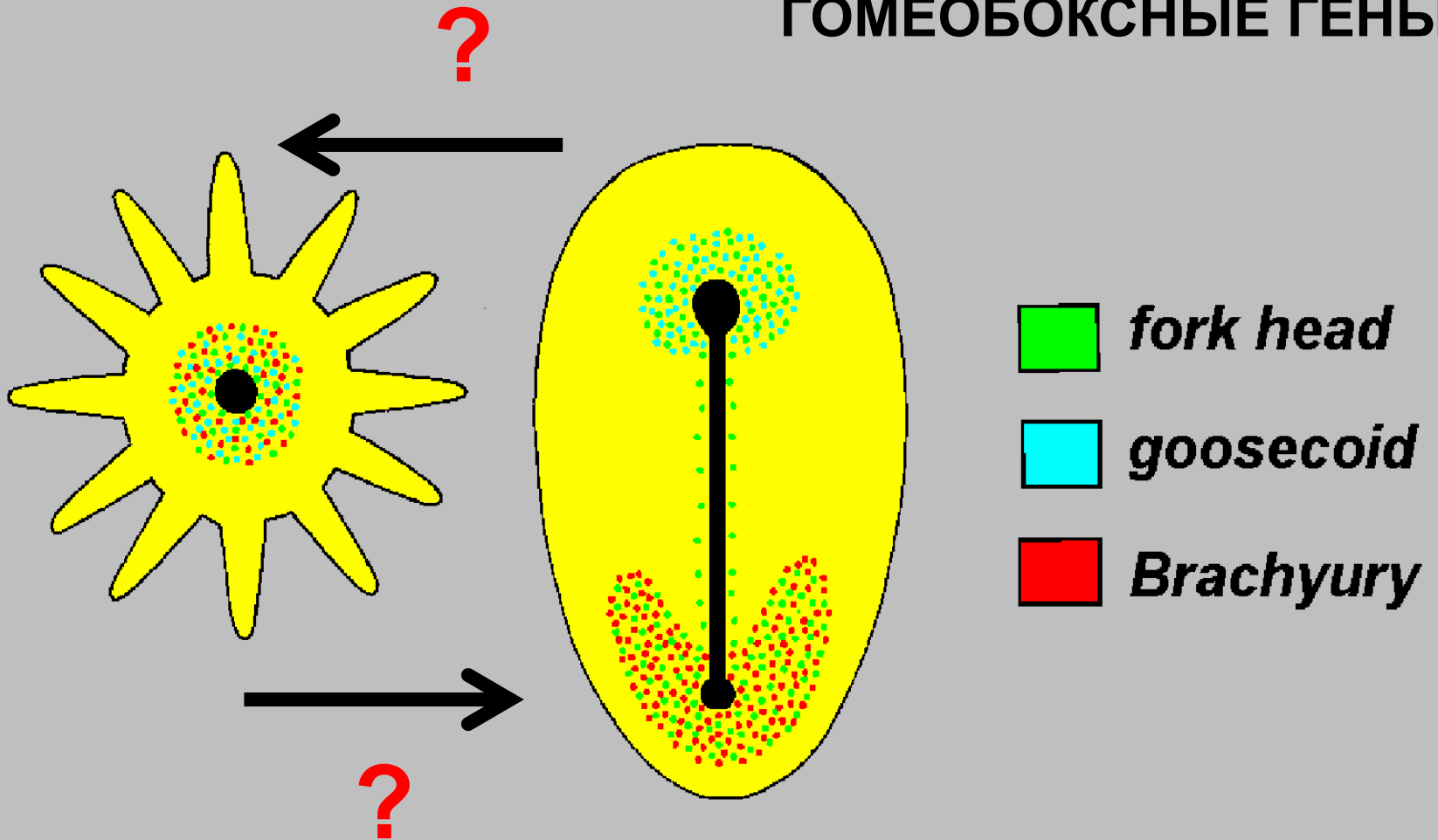
ЦИКЛОМЕРИЯ

**БИЛАТЕРАЛЬНАЯ
СИММЕТРИЯ ТЕЛА
ВЕНДСКИХ
ОРГАНИЗМОВ**





ГОМЕОБОКСНЫЕ ГЕНЫ

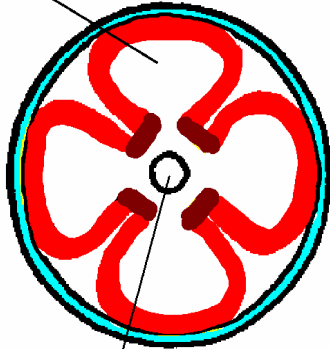


СИСТЕМА ГОМЕОБОКСНЫХ ГЕНОВ

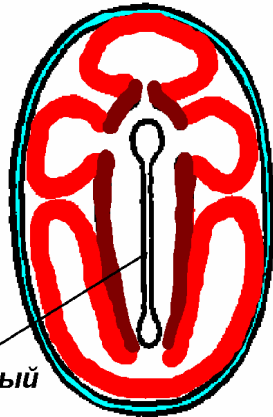
МУЛЬТИПЛИКАЦИЯ,
ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ

Архицеломатные гипотезы

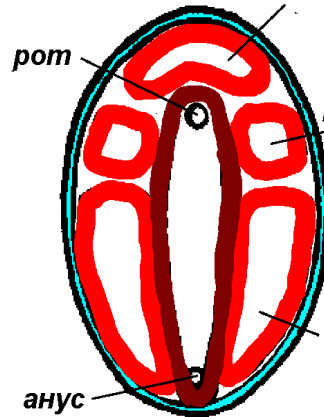
карманы кишечной полости



первичное
ротовое
отверстие



щелевидный
рот



рот

анус

ПРОТОЦЕЛЬ

МЕЗОЦЕЛЬ

МЕТАЦЕЛЬ

Masterman,
1897, 1898;
Remane, 1950,
1958, 1967;
Ulrich, 1950,
1951; Marcus,
1958; Slewing,
1969, 1974, 1980

Jagersten, 1955, 1959
БИЛАТЕРОБЛАСТЕЯ
БИЛАТЕРОГАСТРЕЯ

Spiralia: ПРОТОЦЕЛЬ и МЕЗОЦЕЛЬ редуцируются, а МЕТАЦЕЛЬ подвергается метамерии (Annelida)

Deuterostomia: ПРОТОЦЕЛЬ расщепился на два диссимметричных мешка, а МЕТАЦЕЛЬ подвергается метамерии (Chordata)

Scolecida: утратили целом вторично, в том числе некоторые (Plathelminthes) – и сквозной кишечник

ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЦЕЛОМА

НЕФРОЦЕЛЬНАЯ Н.Ziegler, 1898;
R.E.Snodgrass, 1938

СХИЗОЦЕЛЬНАЯ А.Goette, 1884;
N.N.Polejaeff, 1893; J.Thiele, 1902

МИОЦЕЛЬНАЯ Н.А.Ливанов, 1955

ГОНОЦЕЛЬНАЯ Haschek, 1878;
R.Bergh, 1885

ЭНТЕРОЦЕЛЬНАЯ И.И.Мечников,
1874; R.Hertwig, 1881; A.Sedgwick,
1884; A.Remane, 1950; H.Lemche,
1960

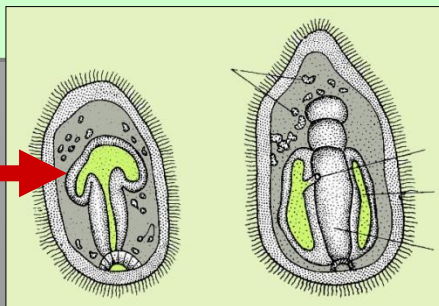
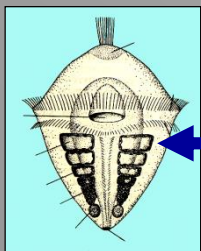


СХЕМА СТРОЕНИЯ
ЦЕЛОМИЧЕСКИХ
МЕШКОВ ПОЛИХЕТ

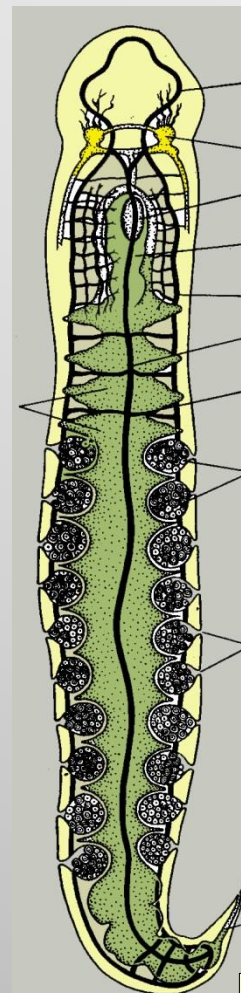
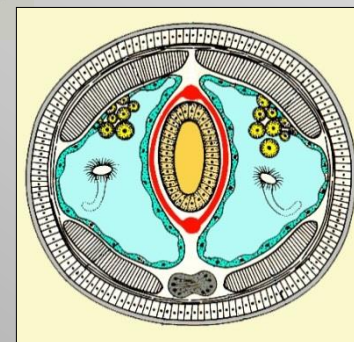


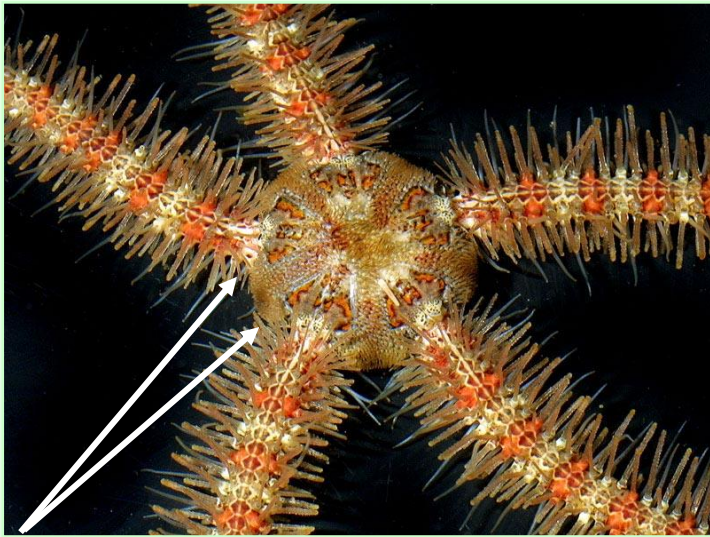
СХЕМА
СТРОЕНИЯ
НЕМЕРТИНЫ

ГОНАДЫ

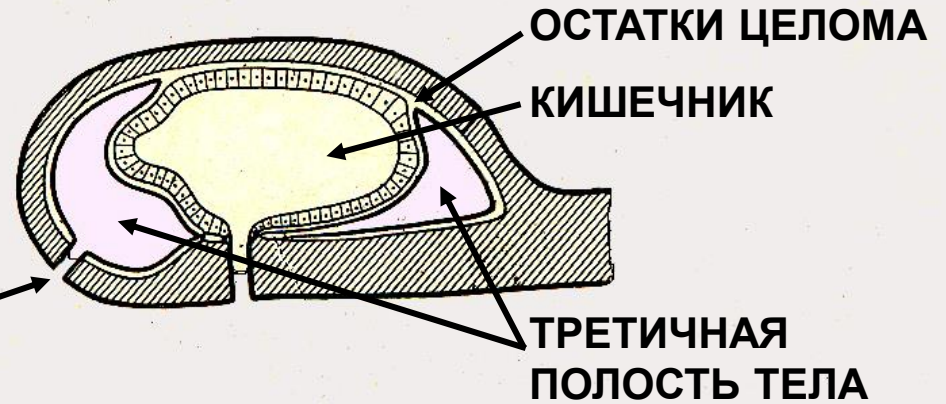
ПОЛОВЫЕ
ОТВЕРСТИЯ



ТРЕТИЧНАЯ ПОЛОСТЬ ТЕЛА EURYALAE (OPHIUROIDEA)



ОТВЕРСТИЯ ЩЕЛЕЙ
БУРС (ПОЛОВЫХ
СУМОК)



ОСТАТКИ ЦЕЛОМА
КИШЕЧНИК
ТРЕТИЧНАЯ ПОЛОСТЬ
ТЕЛА, ОБРАЗОВАННАЯ
БУРСАМИ
ЭКТОНЕВРАЛЬНОЕ
КОЛЬЦО

