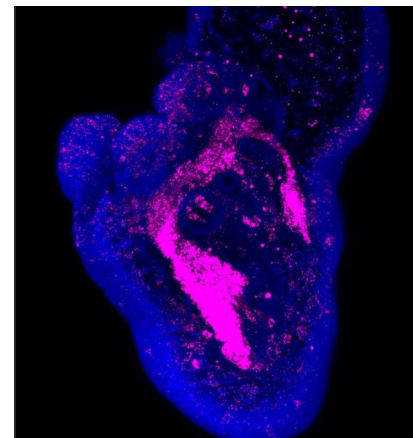
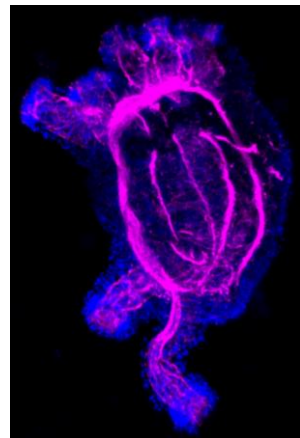


# ФОРМИРОВАНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ГОЛОТУРИИ С ПРЯМЫМ РАЗВИТИЕМ: ИММУНОХИМИЧЕСКОЕ МАРКИРОВАНИЕ И НСР *IN SITU* ГИБРИДИЗАЦИЯ

Куртова А.И., Гирич А.С., Долматов И.Ю., Воронежская Е.Е.



*Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, г. Москва*

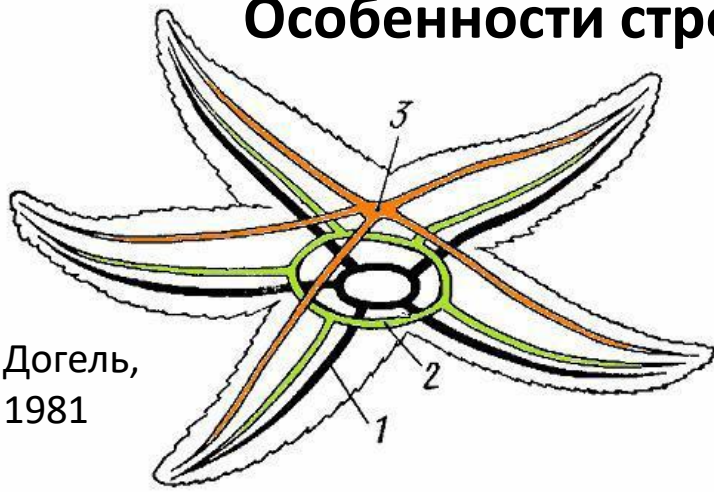


*Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского» ДВО РАН, г. Владивосток*

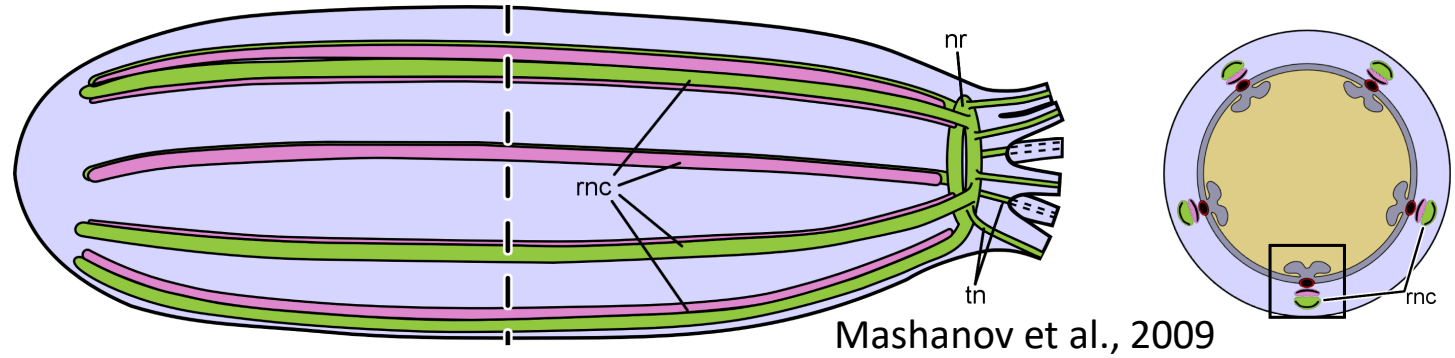


# Особенности строения центральной нервной системы иглокожих

Догель,  
1981



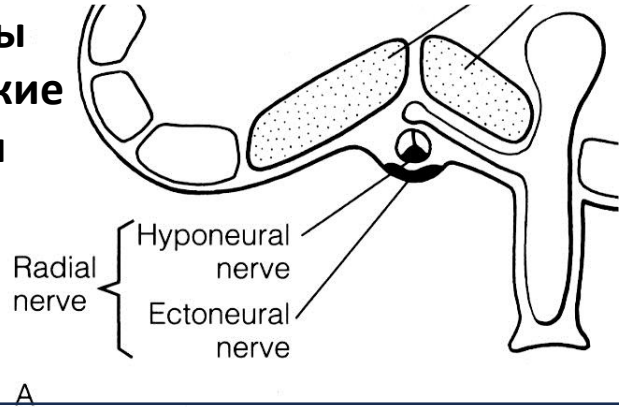
## 1) Радиально-симметричное расположение нервных стволов



Mashanov et al., 2009

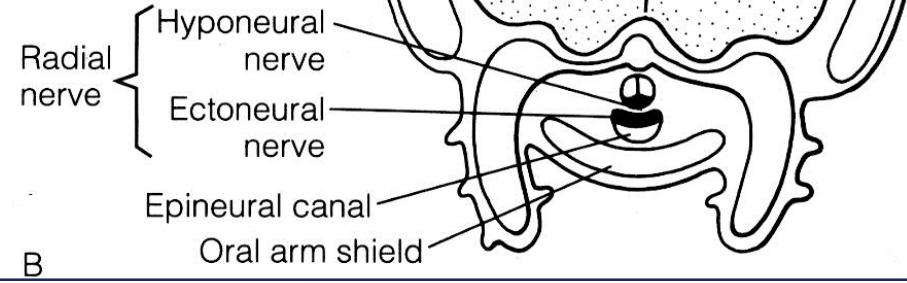
## 2) Разная глубина залегания нервных стволов на поперечном срезе луча

- Морские звезды
- Морские лилии



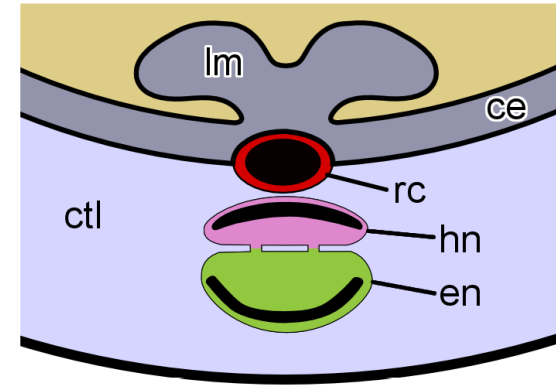
A

- Морские ежи
- Офиуры
- Голотурии



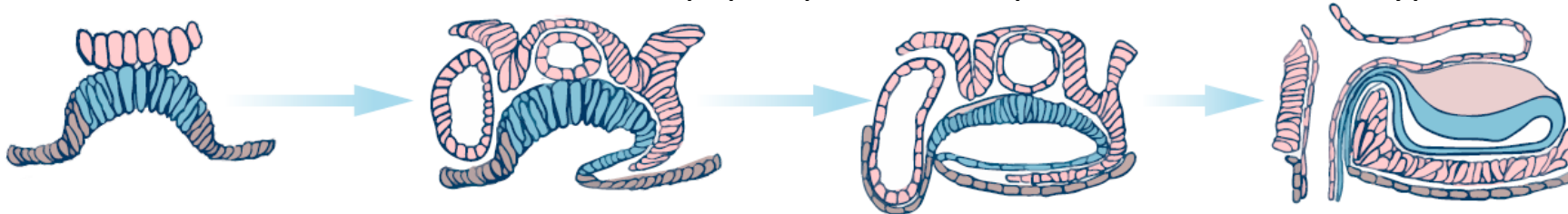
B

## 3) Наличие полостей в ЦНС



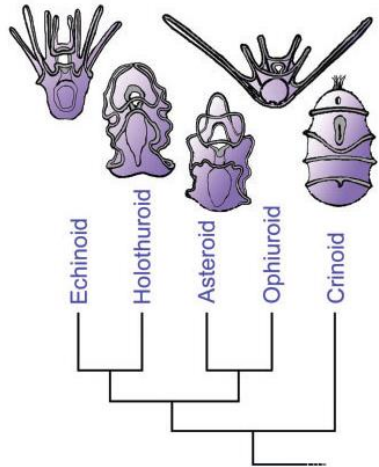
Mashanov et al., 2009

## Возможный механизм формирования нервных стволов голотурий



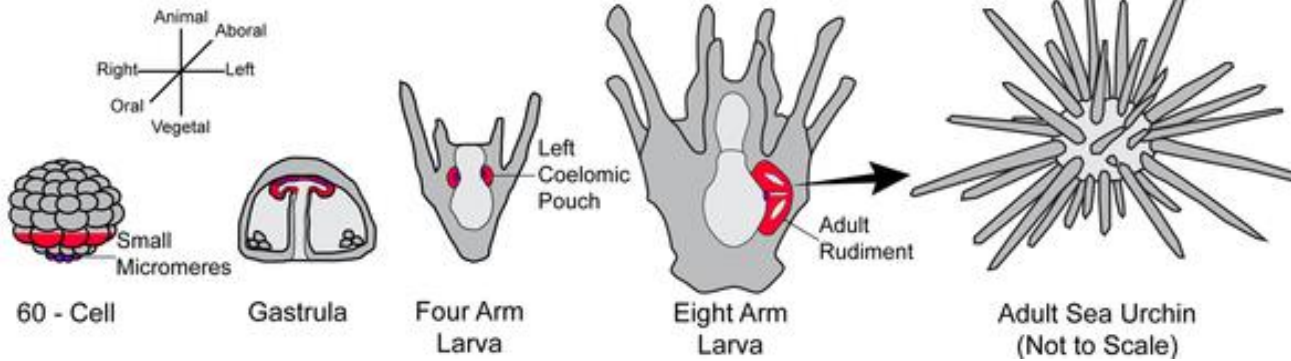
Adameyko,  
2023

# Жизненный цикл иглокожих и формирование нервной системы



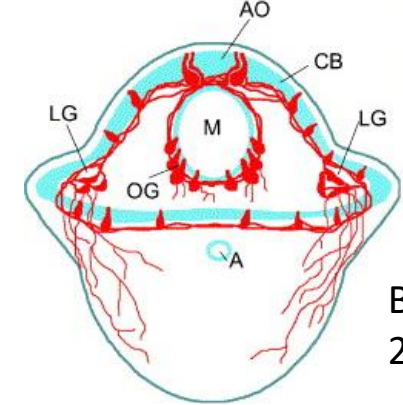
Hinman, Burke, 2017

## Развитие морского ежа



Warner et al., 2012

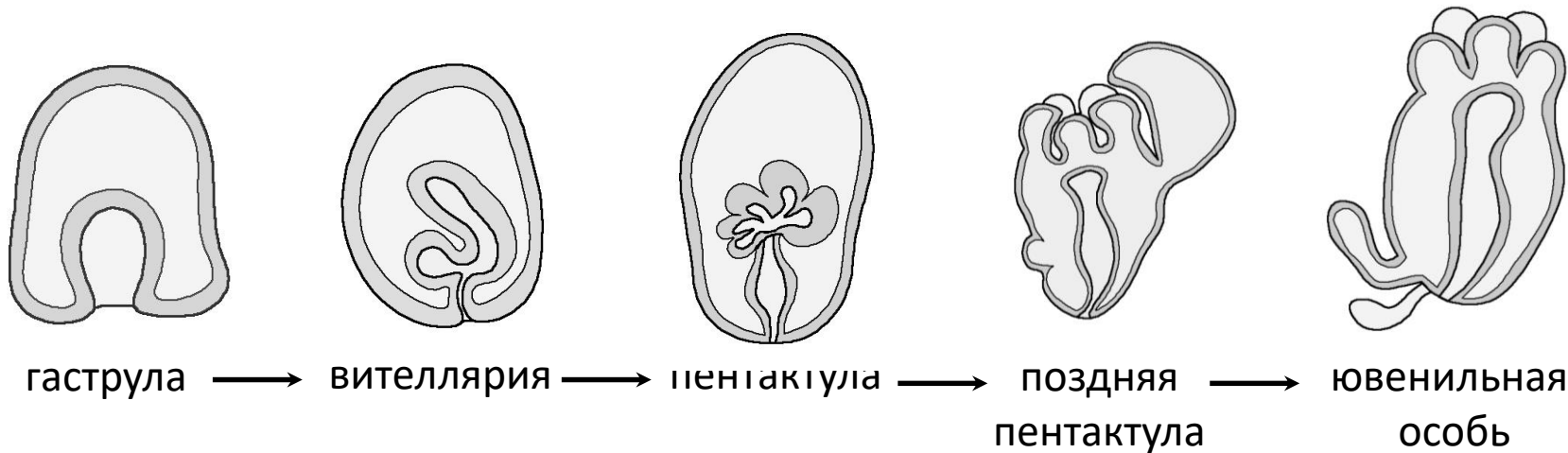
## Нервная система личинки морского ежа



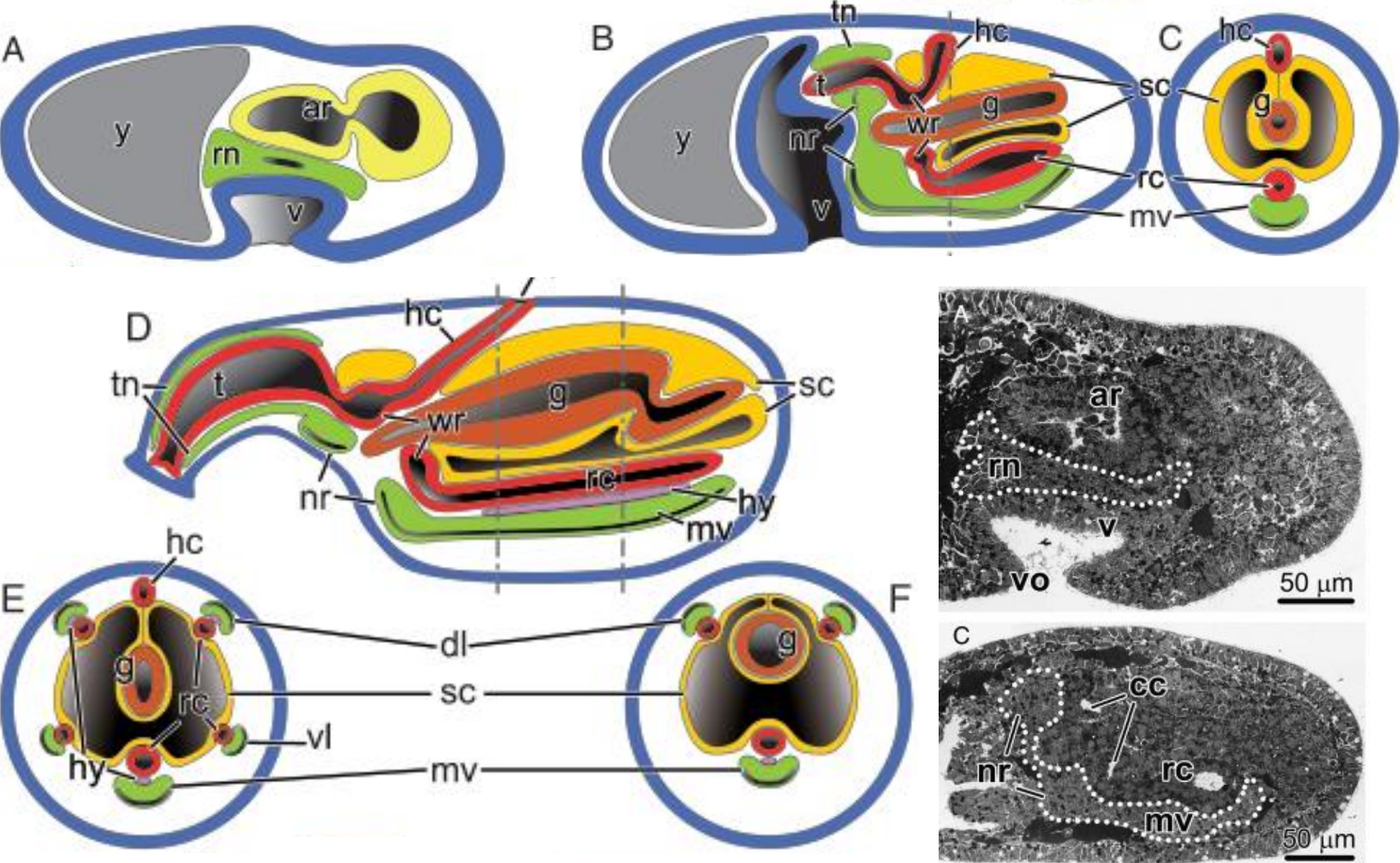
Burke et al., 2006

## Прямое развитие *Eupentacta fraudatrix* (Djakonov et Baranova, 1958)

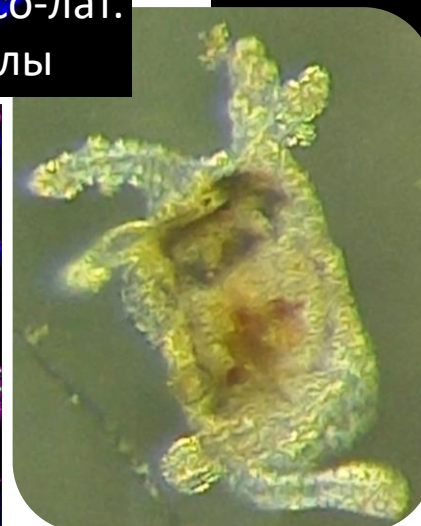
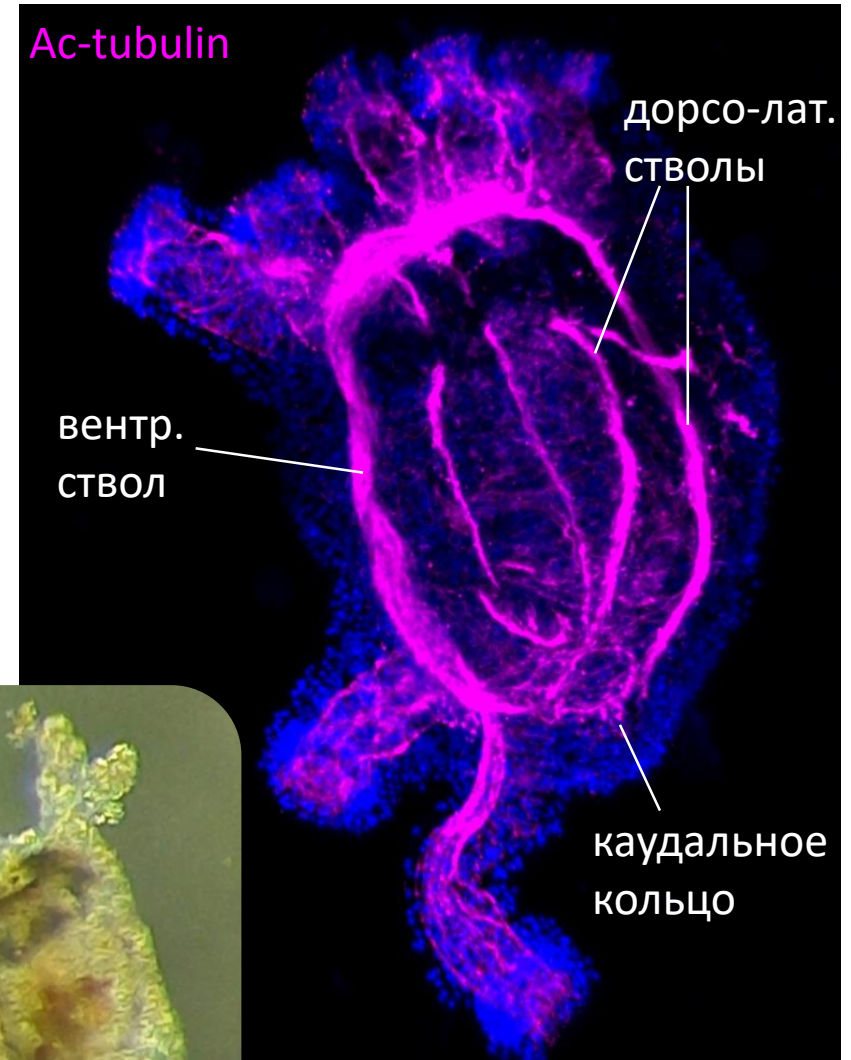
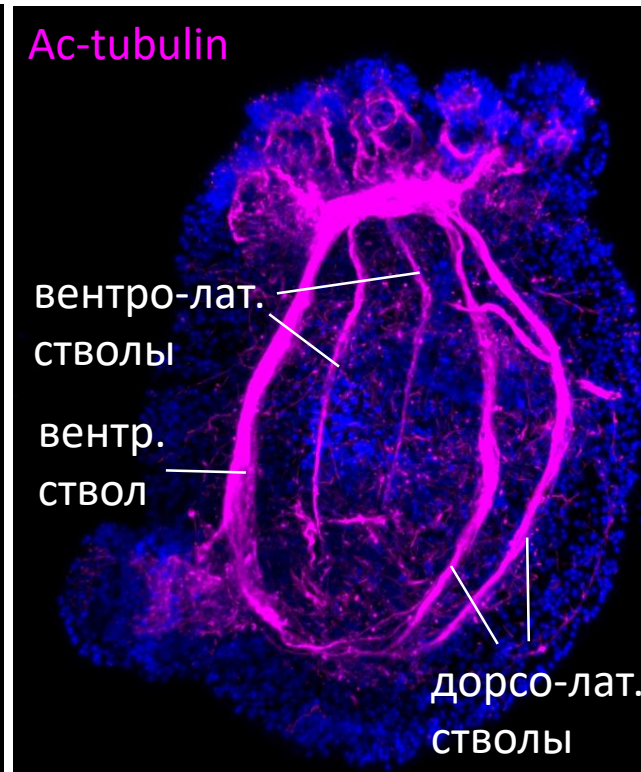
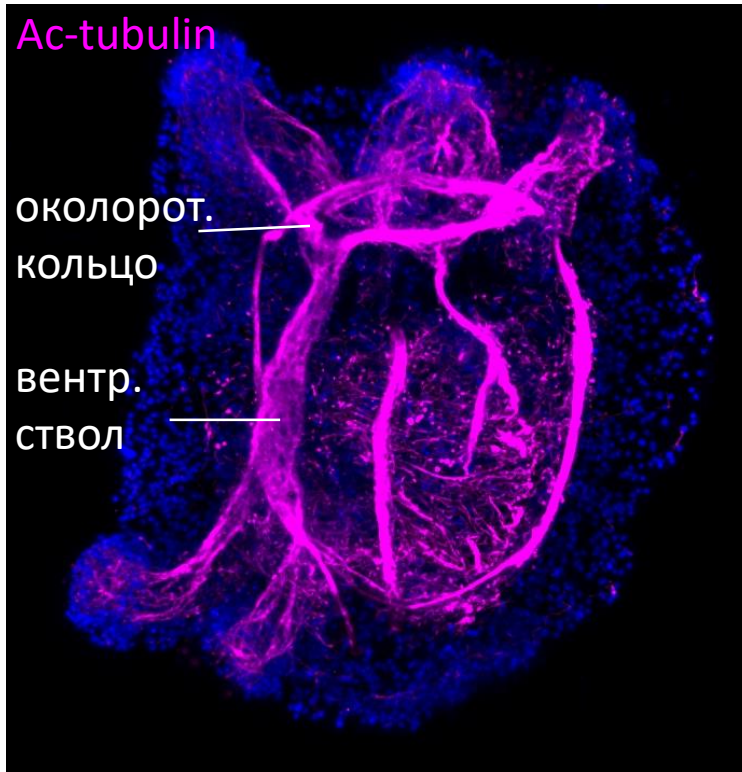
Holothuroidea, Dendrochirotida



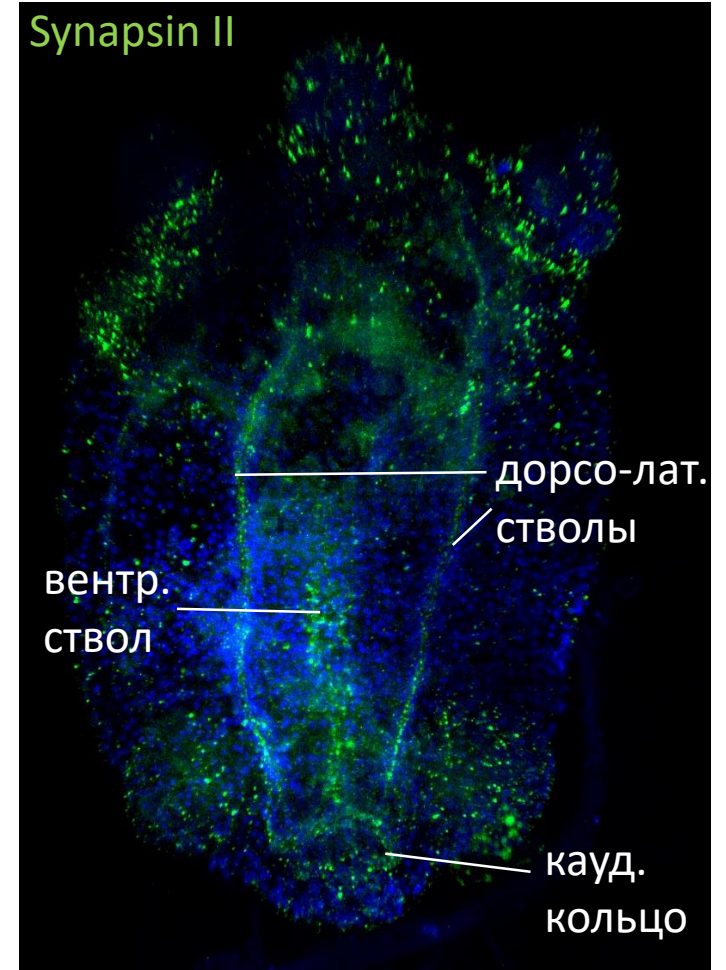
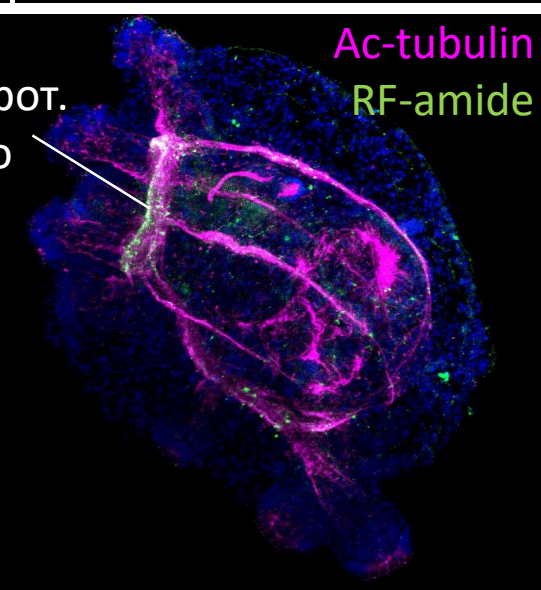
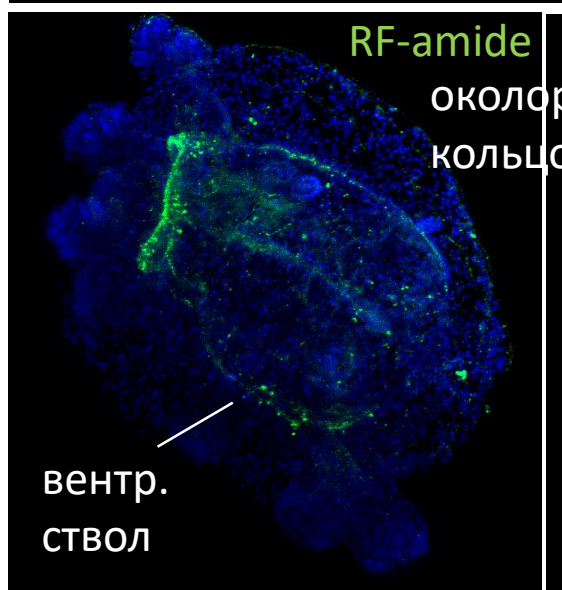
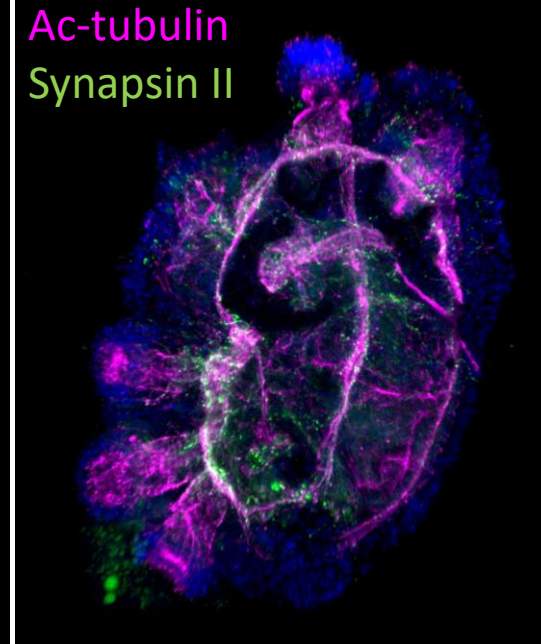
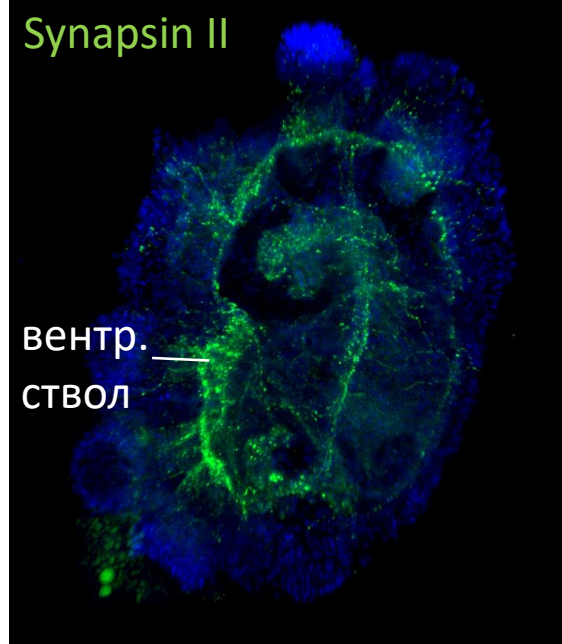
**Mashanov V.S., Zueva O.R., Heinzeller T., Aschauer B. and Dolmatov I.Y.** Developmental origin of the adult nervous system in a holothurian: an attempt to unravel the enigma of neurogenesis in echinoderms. *Evolution & development*, 2007, 9(3), pp. 244-256



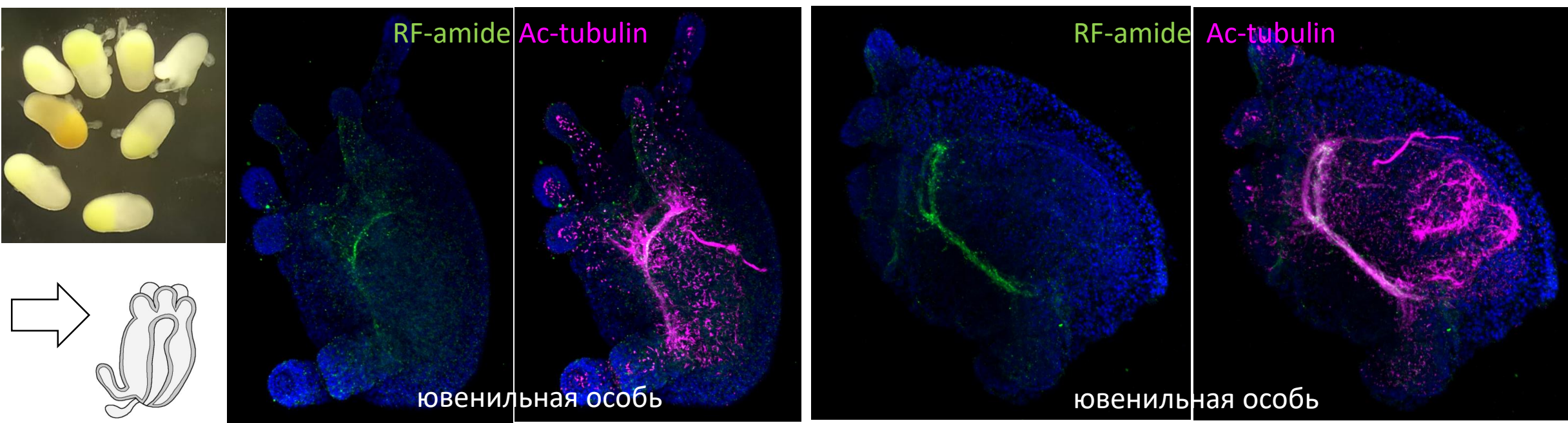
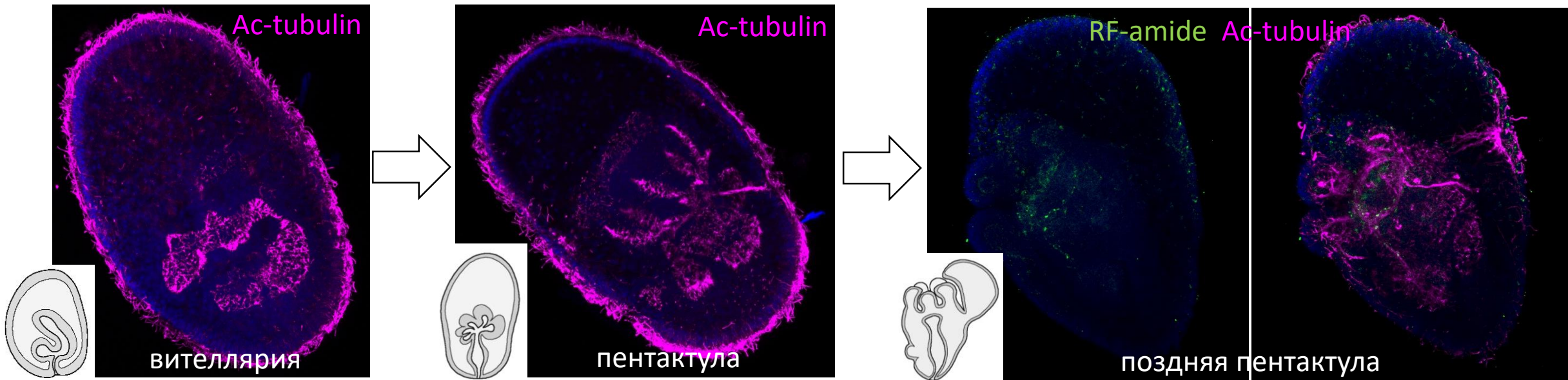
# Центральная нервная система ювенильной голотурии: ацетилированный $\alpha$ -тубулин



# Центральная нервная система ювенильной голотурии: синапсин II, FMRF-amide

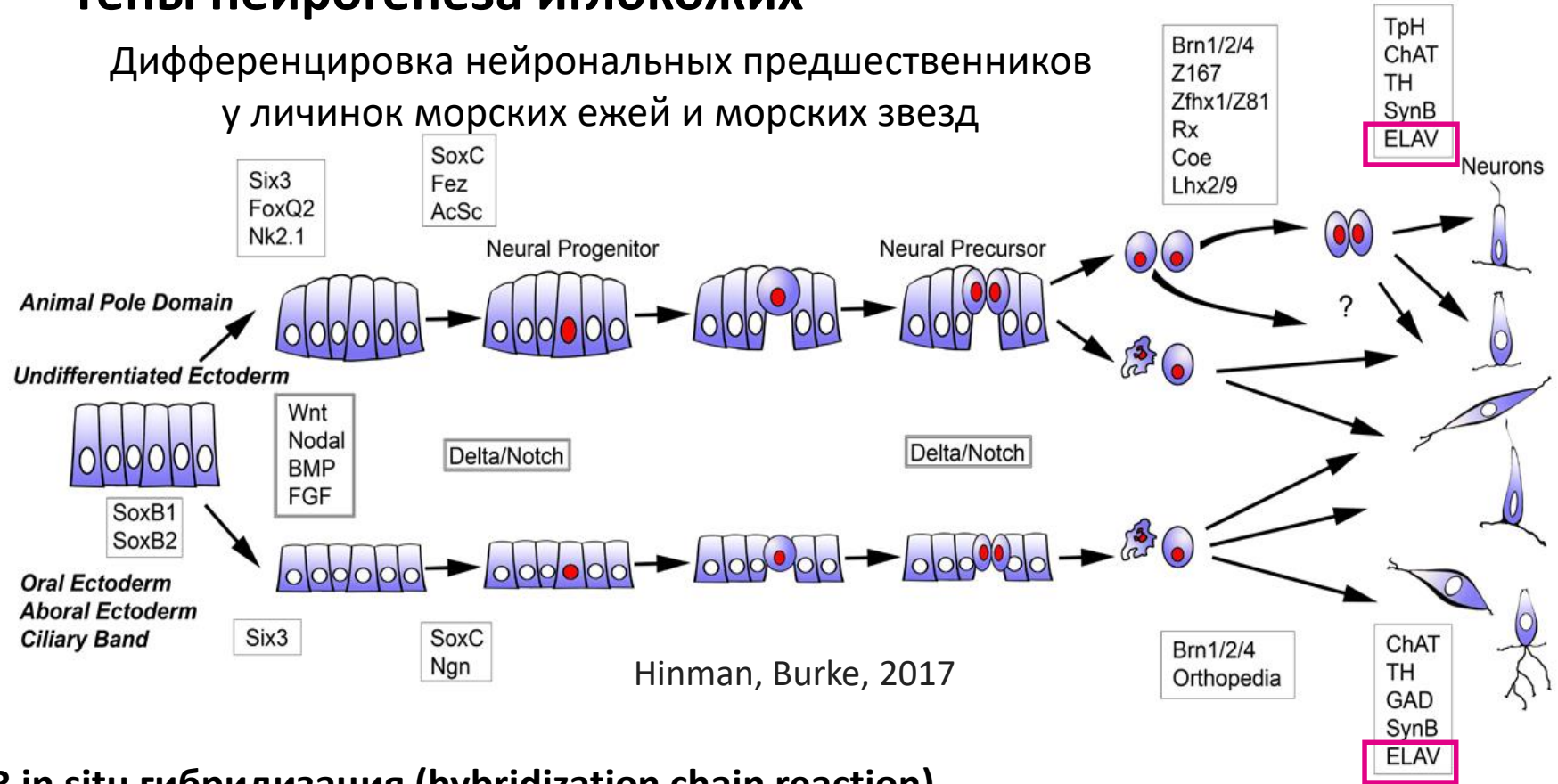


# Появление иммуногистохимических нейромаркеров в развивающейся ЦНС



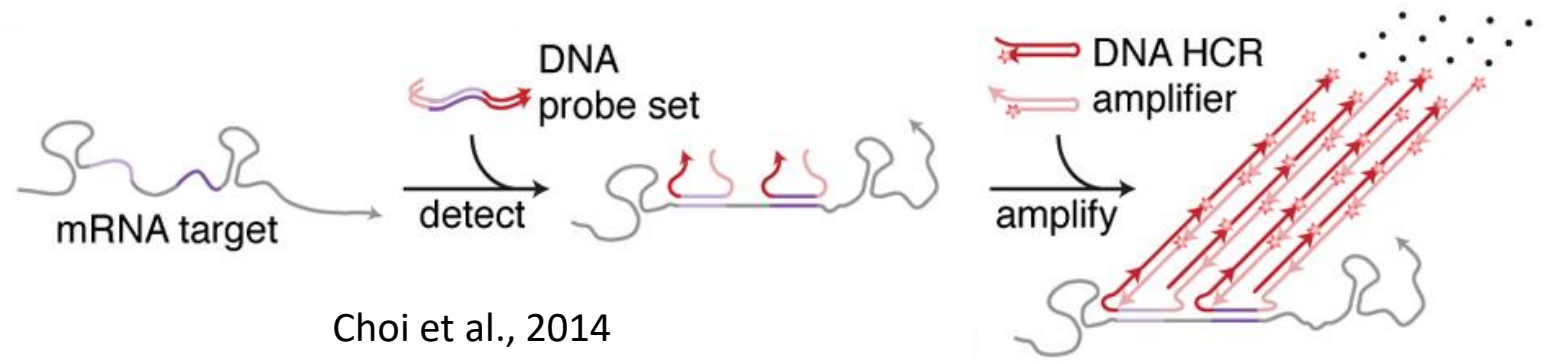
# Гены нейрогенеза иглокожих

Дифференцировка нейрональных предшественников у личинок морских ежей и морских звезд



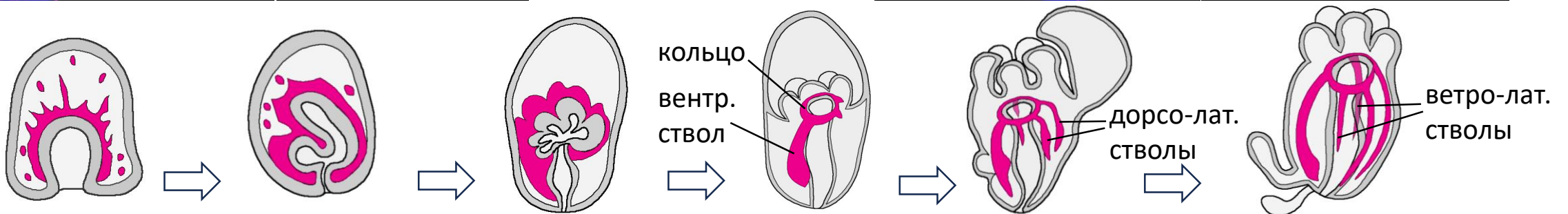
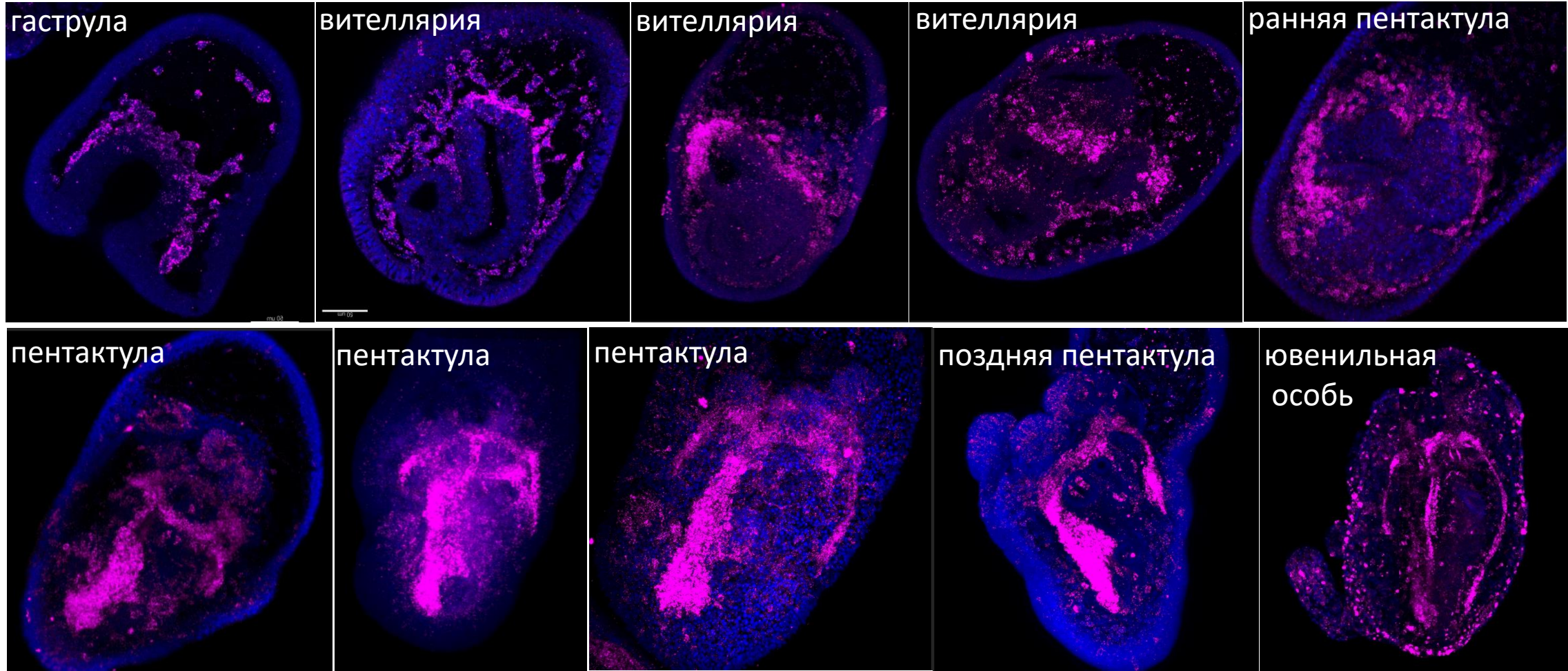
**elav** (*embryonic lethal abnormal vision*) -- РНК-связывающий белок, специфически экспрессируется во всех постмитотических нейронах с самых ранних стадий их дифференцировки

## HCR in situ гибридизация (hybridization chain reaction)

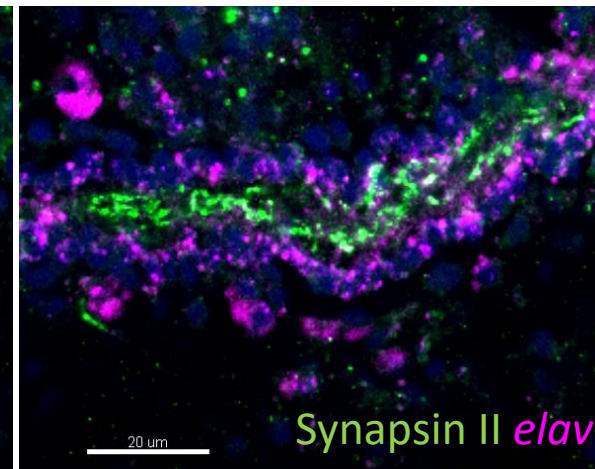
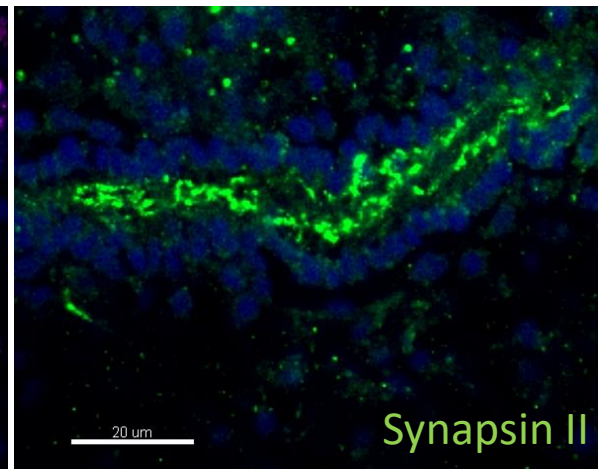
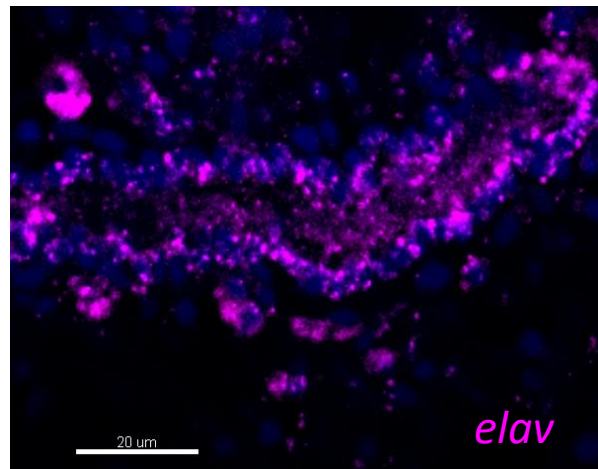
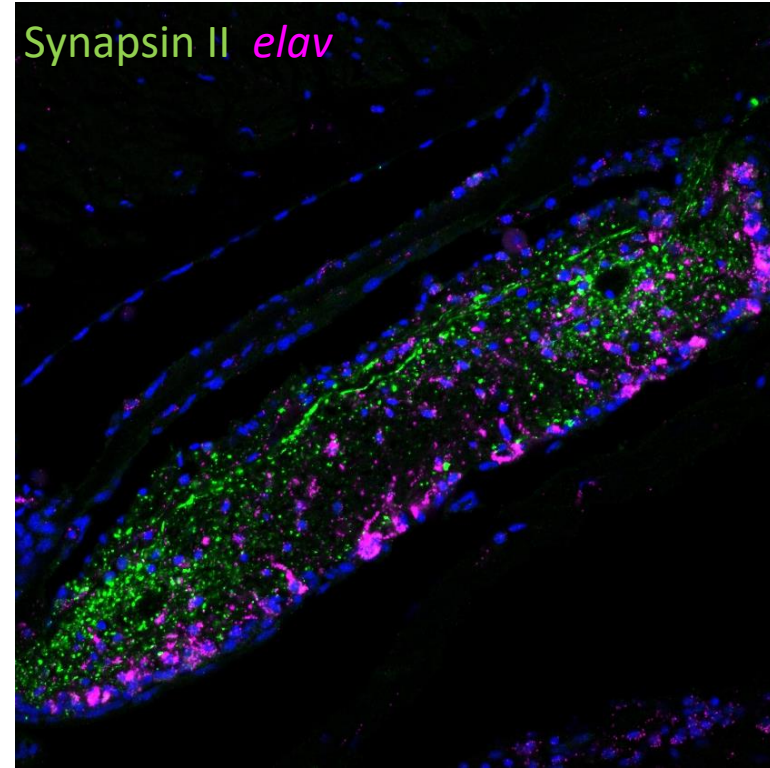
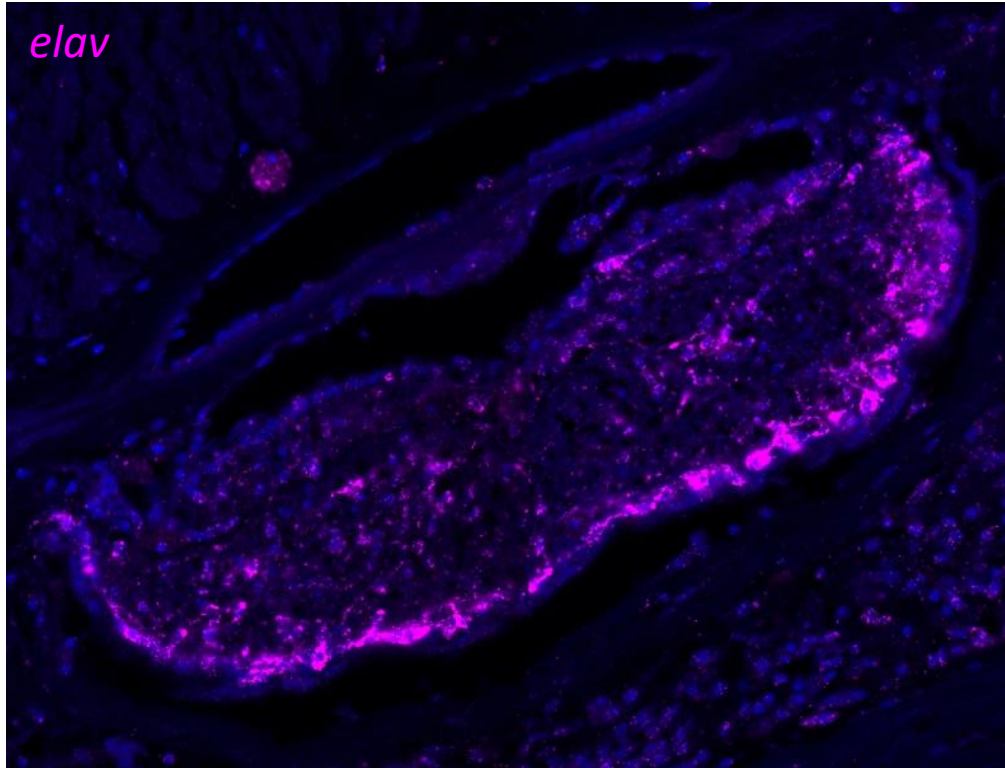




# Экспрессия *elav* в процессе развития *E. fraudatrix*



# *elav* в ЦНС взрослых голотурий

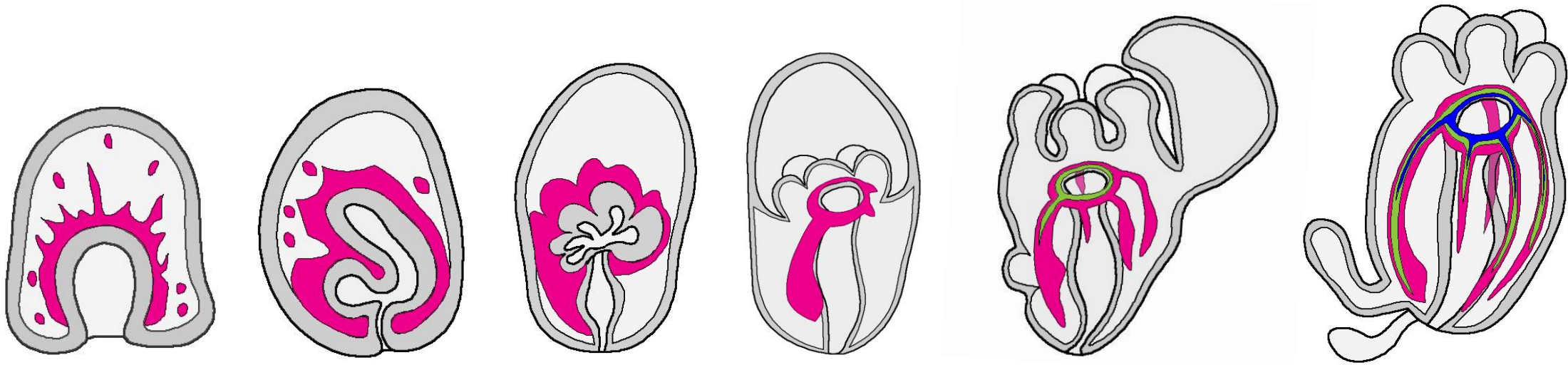


# Формирование центральной нервной системы *E. fraudatrix*

*elav*

Sinapsin II, RF-amide

Ac-tubulin



гастрола

вителлярия

ранняя  
пентактула

пентактула

поздняя  
пентактула

ювенильная  
особь

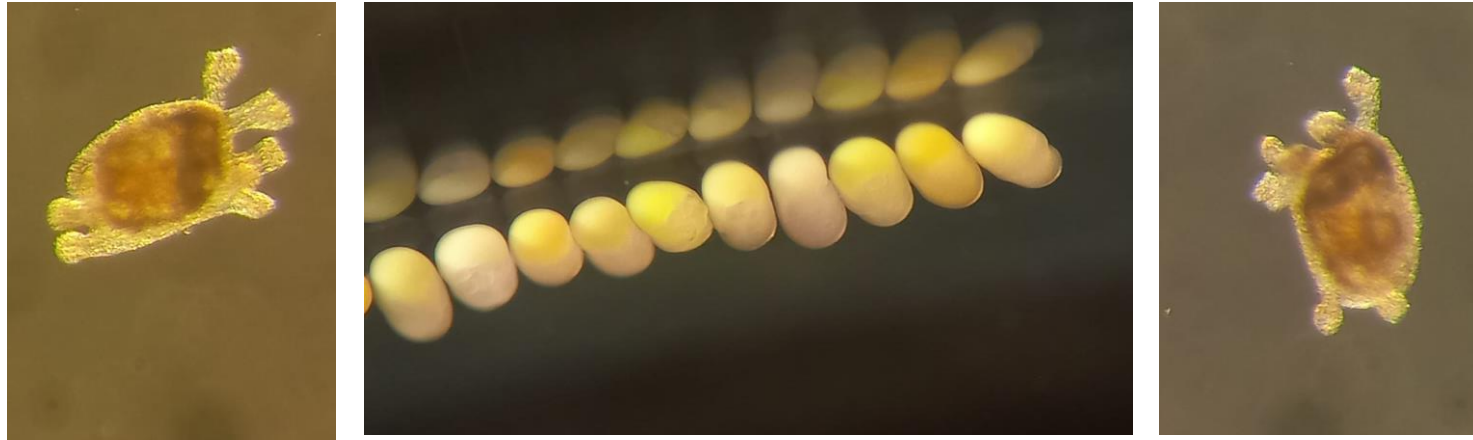
Появление  
нейральных  
предшественников

Закладка нервного  
кольца и  
вентрального ствола

Начало  
функционирования  
нейронов, закладка  
остальных стволов

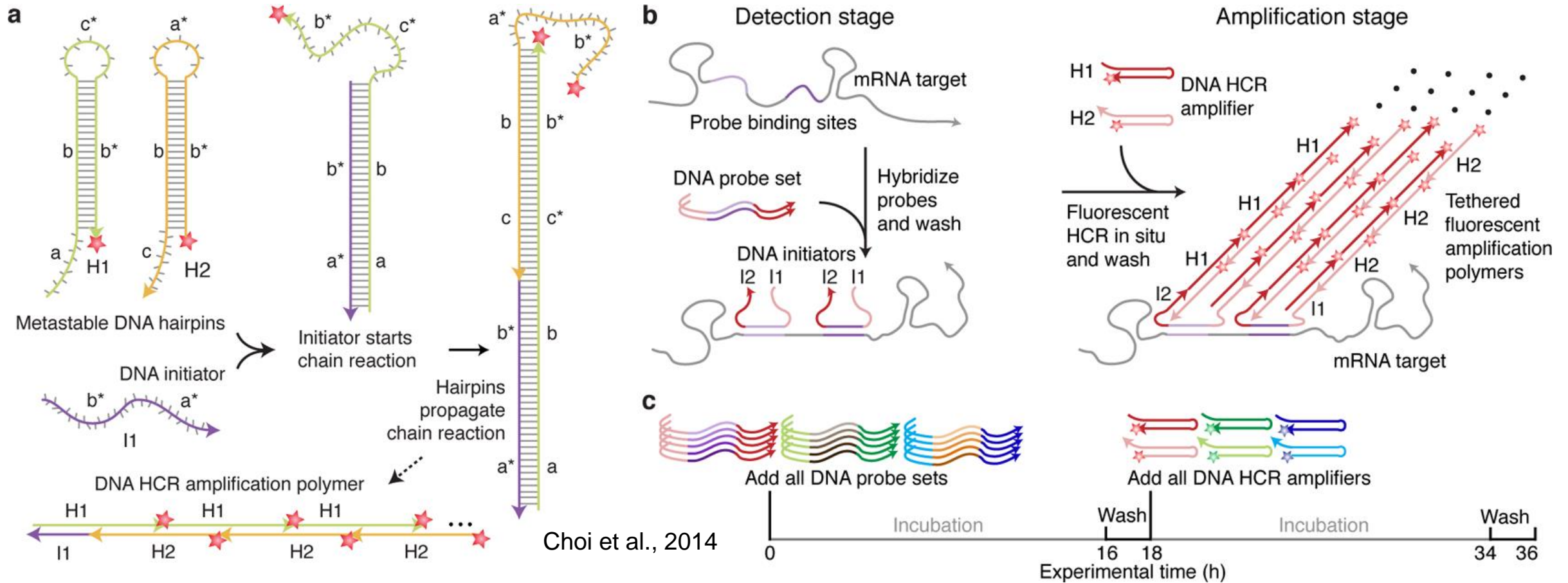
Завершение  
формирования  
стволов, рост  
отростков нейронов

# Спасибо за внимание!



Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 22-14-00375

# Гибридизационная цепная реакция - Hybridization chain reaction (HCR)



## Преимущества по сравнению с классической гибридизацией *in situ*:

- Усиление сигнала
- Зонды глубже проникают в ткани
- Выявление нескольких генов за одну реакцию
- Мягкие условия проведения реакции

Производство и продажа зондов и шпилек, обучение методике HCR *in situ* гибридизации:

**«Гибридген»**

**[INFO@HYBRIDGENE.RU](mailto:INFO@HYBRIDGENE.RU)**

# Формирование центральных нервных систем ганглионарного и ламеллярного типа

