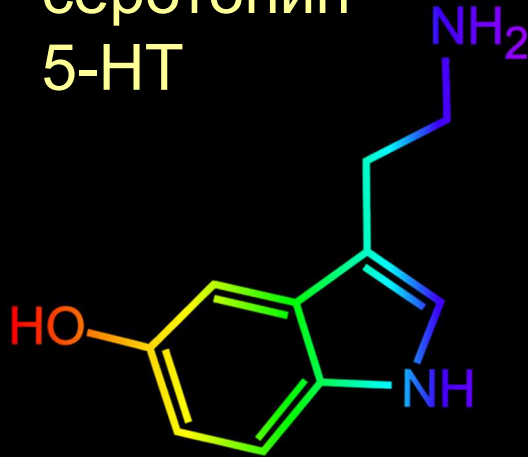


серотонин  
5-НТ

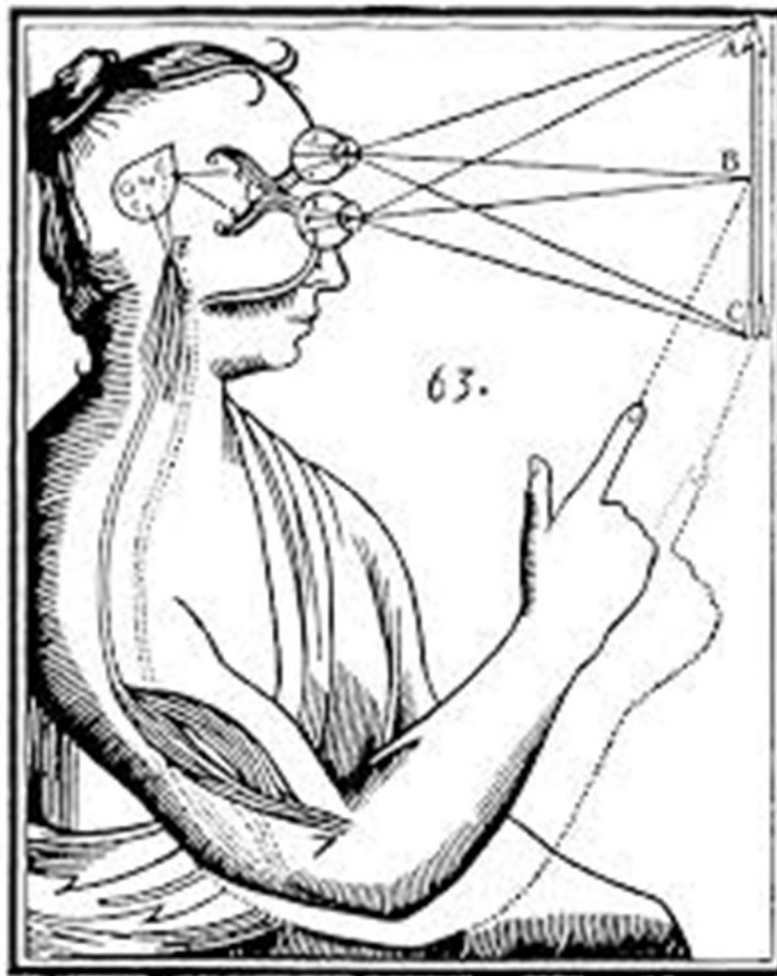


## Молекулы, управляющие поведением

Воронежская Елена Евгеньевна

д.б.н., заведующий лабораторией  
сравнительной физиологии развития  
Института биологии развития им. Н.К.Кольцова РАН

# Как мы думаем и двигаемся ??



Рене Декарт (1596–1650)  
Струйная парадигма

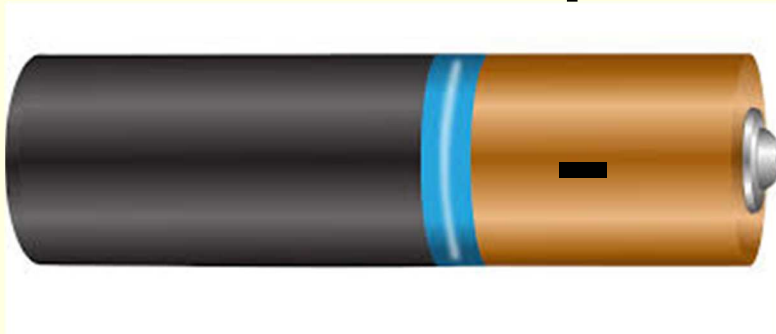
# Нервные клетки (нейроны) способны создавать разность потенциалов



Л. Гальвани (1737–1798) –  
Животное электричество

Г. Гельмгольц (1821–1894) -  
Передвижение животного  
электричества по нерву.

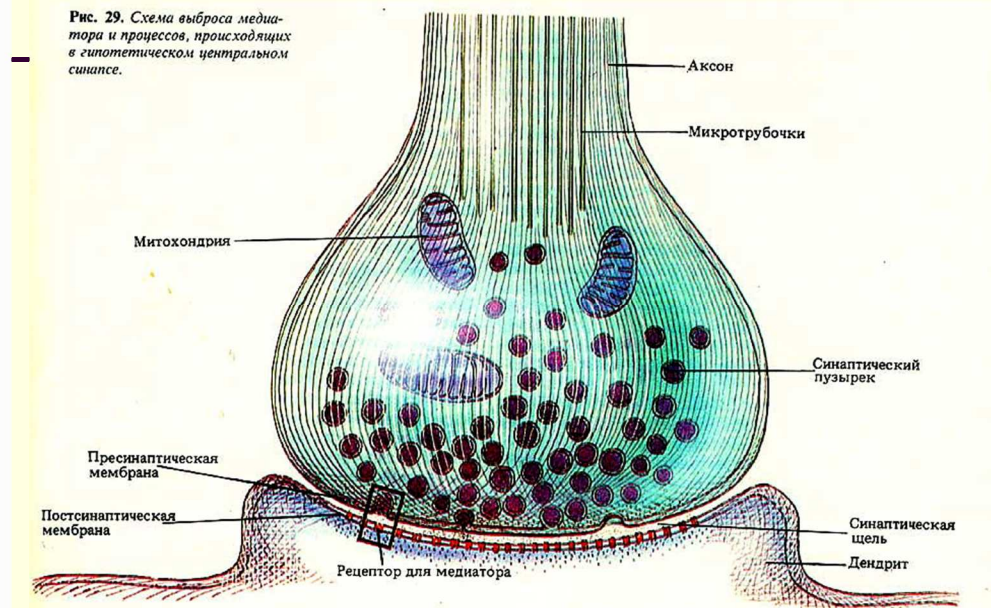
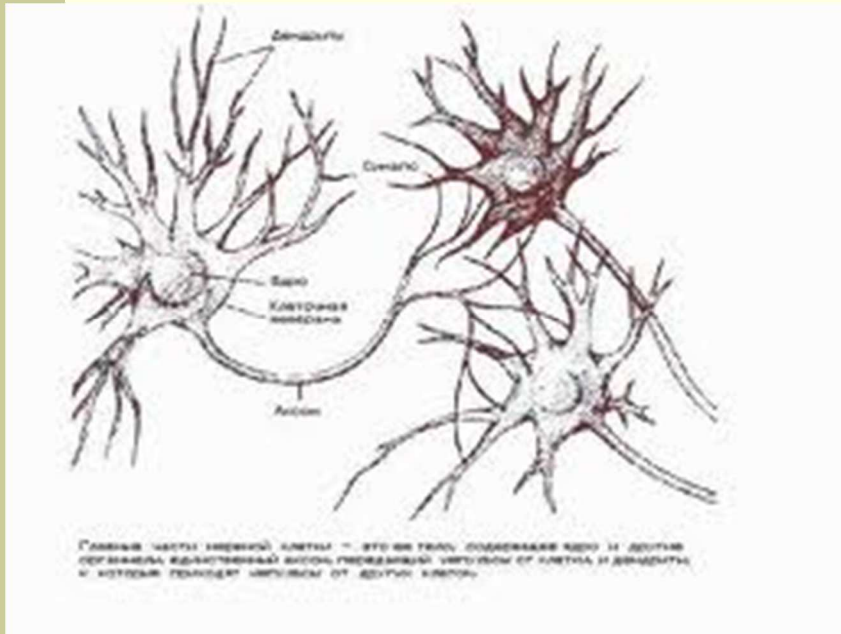
+



Сантьяго Рамон-и-Кахал (1852–  
1934) – Нервные клетки отделены  
друг от друга

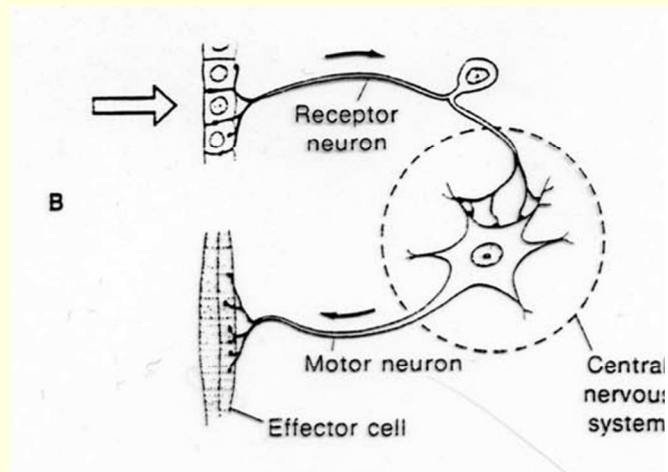
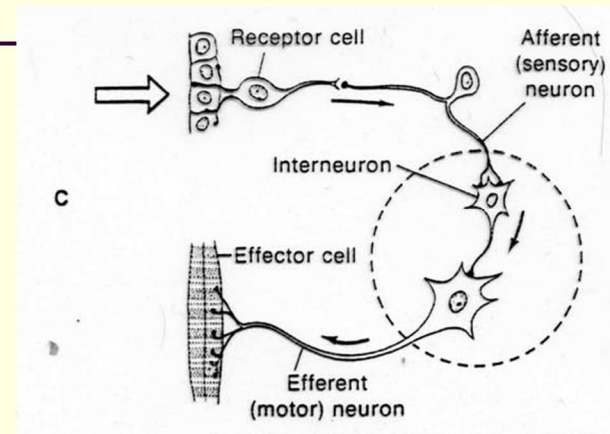
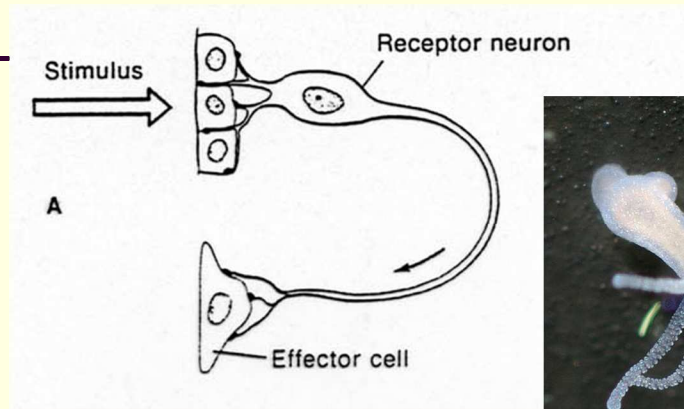
Чарльз Шеррингтон (1857–1952) -  
Электрический сигнал проходит от  
нейрона к нейрону

# Нервные клетки (нейроны) синтезируют и выделяют химические вещества

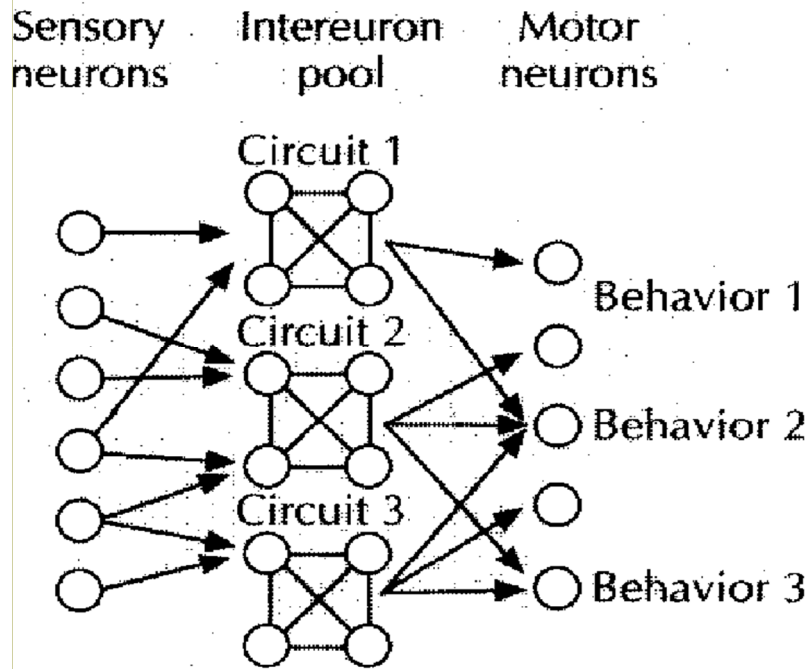


- ✓ Сигнал передается от одного нейрона к другому
- ✓ Нейротрансмиттер – химическая молекула, передающая сигнал от одного нейрона к другому через синаптическую щель

# Рефлекторная дуга – связь нескольких нейронов

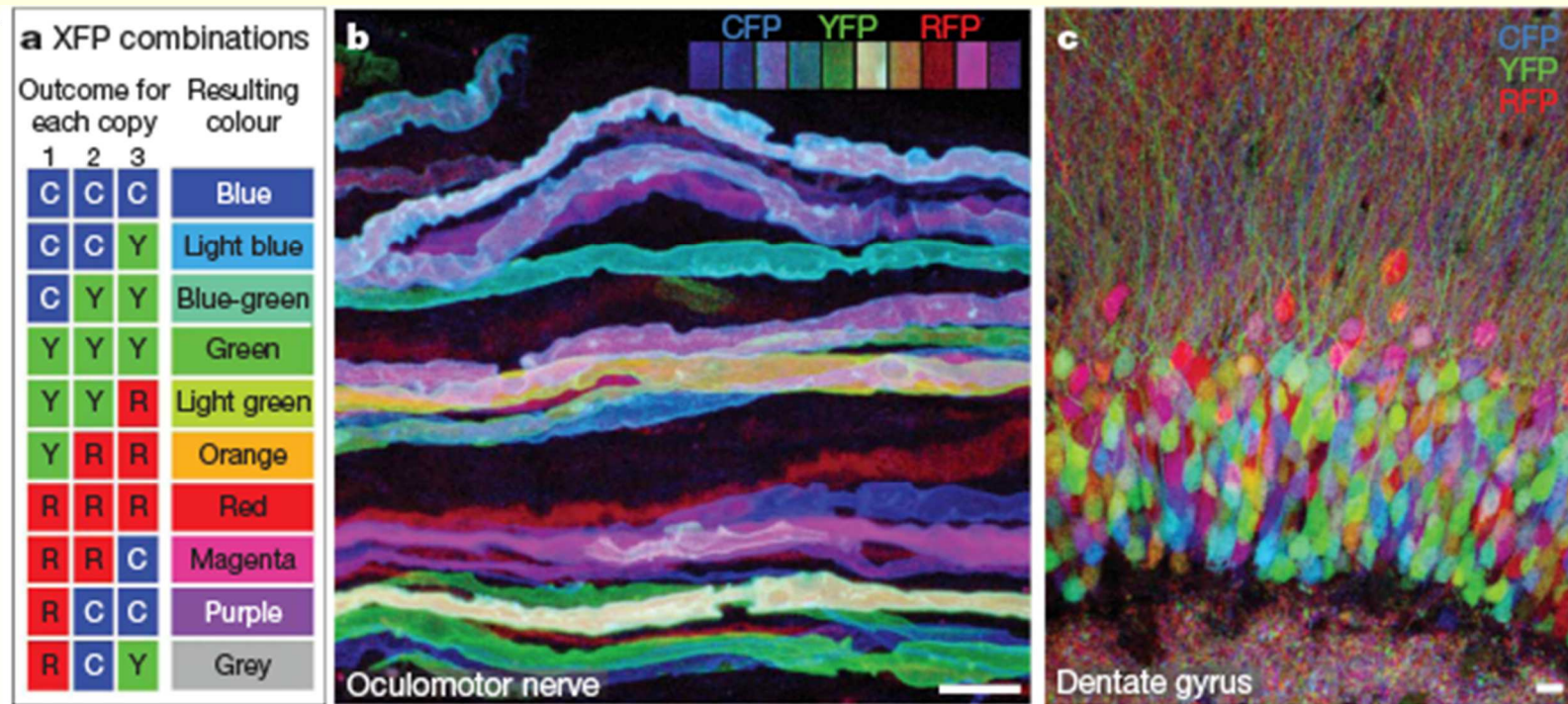


# Нервные клетки связаны в жесткие сети



Нейротрансмиттеры – только посредники в передаче электрических сигналов ???

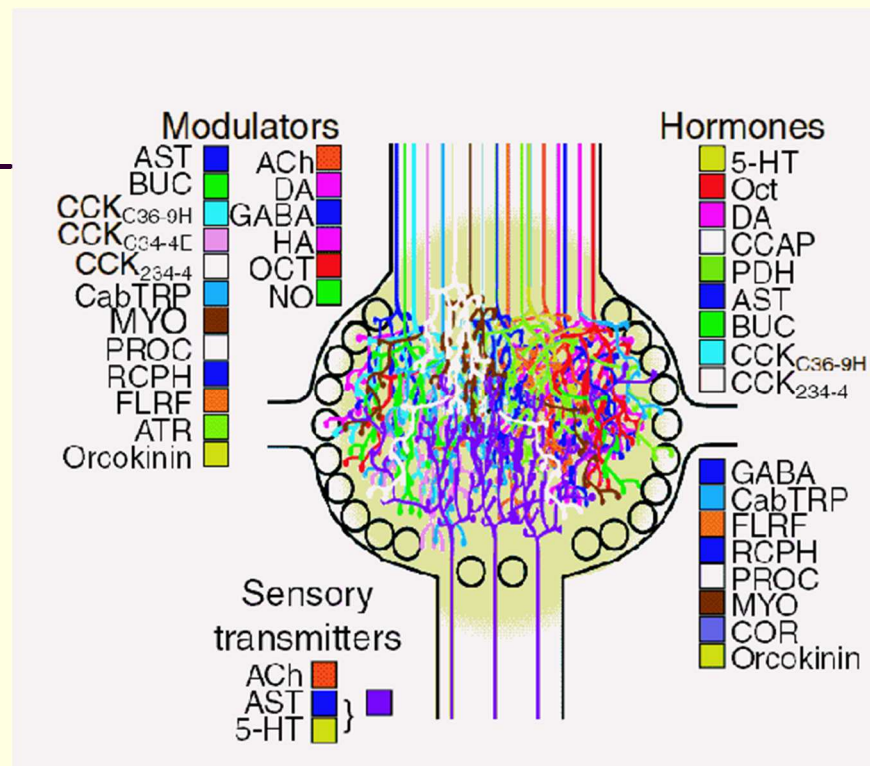
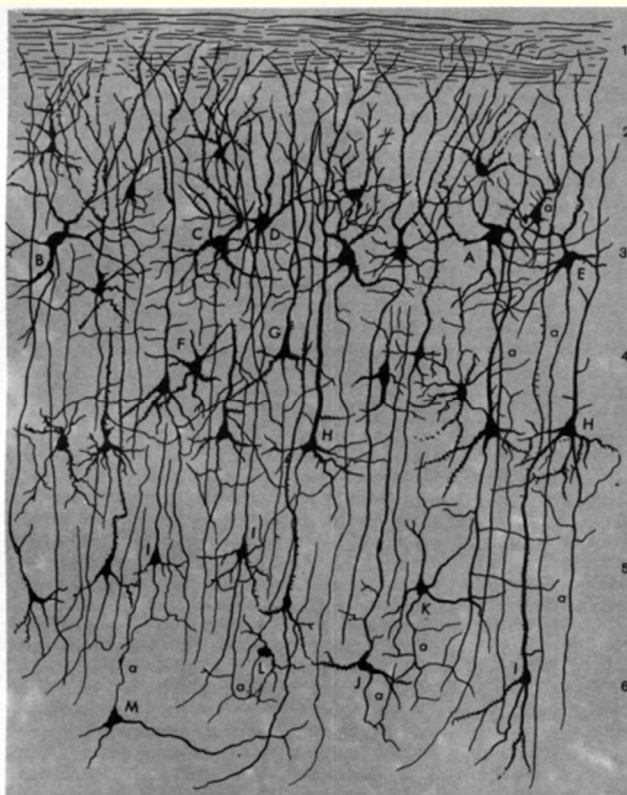
# Brainbow



Генетически «раскрашенные» нейроны в мозге мыши

Livet J et al., 2007

# Нервные клетки химически РАЗНООБРАЗНЫЕ



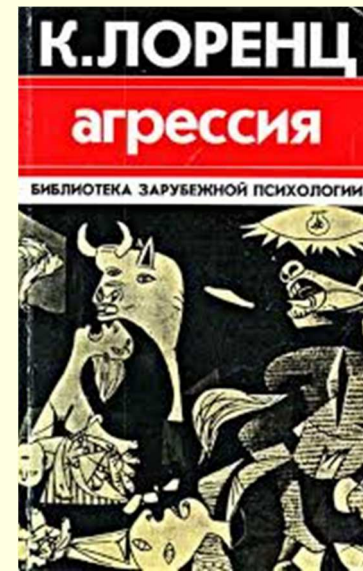
**Почему трансммиттеров много?**  
(Э. Кэндел - 1984).



# Самопроизвольное, спонтанное возникновение поведения



Конрад Лоренц (1903 - 1989)  
Николас Тинберген (1907 - 1988)



- ✓ Поведение может возникать и без внешнего стимула !

# Трансмиттер-зависимое поведение



Октопамин –  
появление защитной позы у  
омара

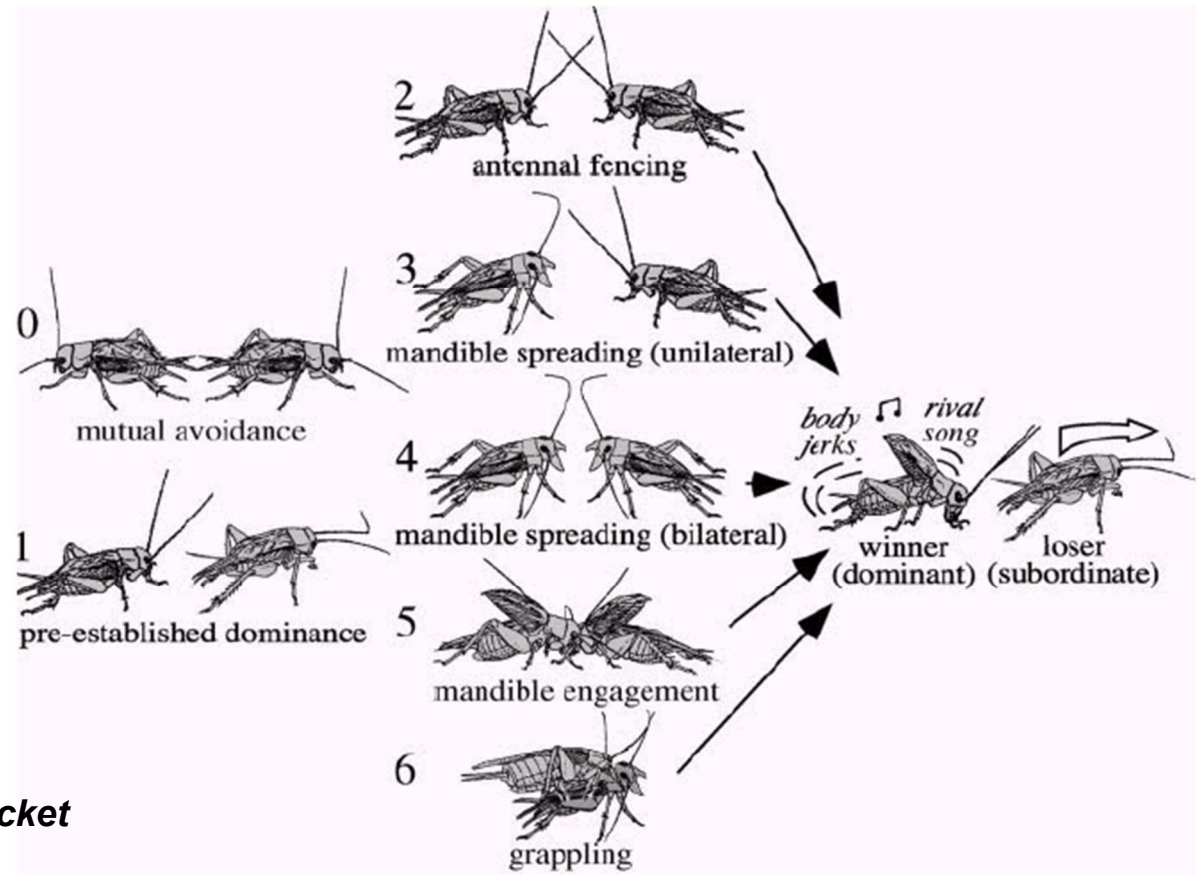


Серотонин –  
охотничье поведение у  
морского ангела

# Одно поведение влияет на другое

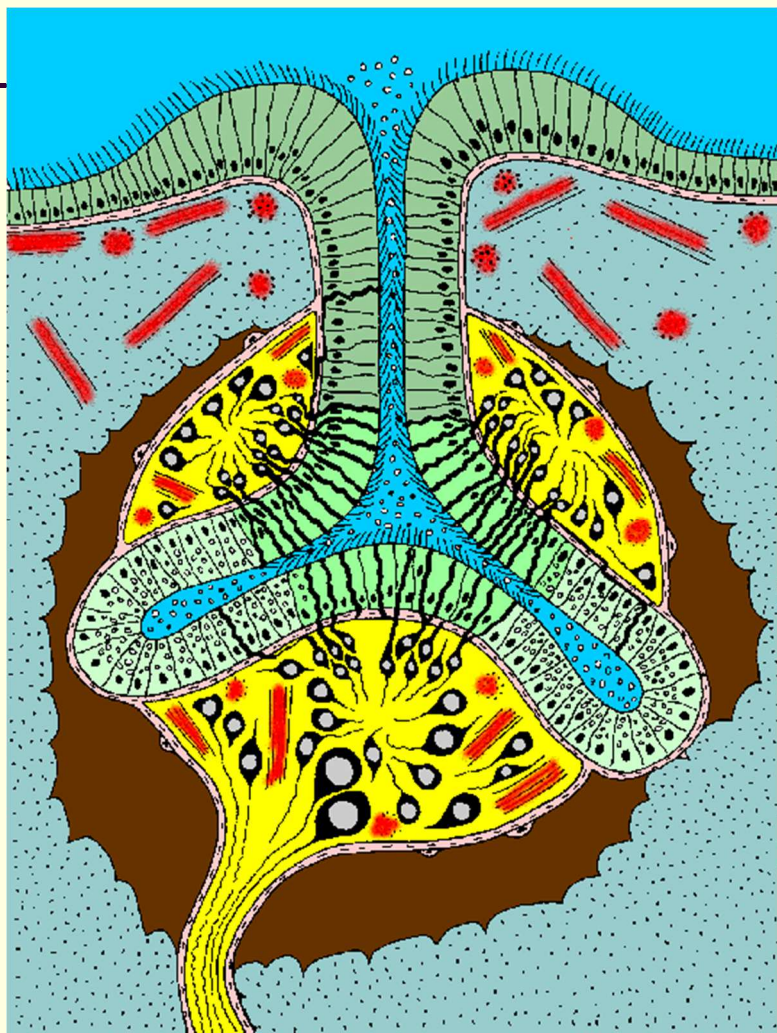


Moiseff A. et al. 1978 Flying cricket

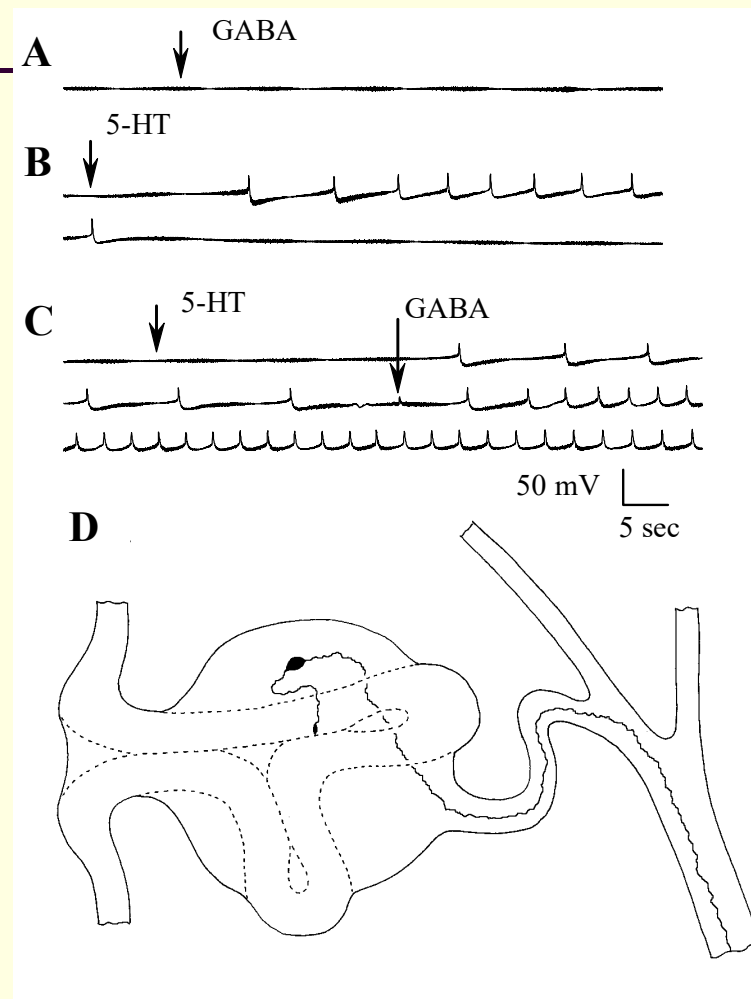


✓ Полетавшие сверчки активнее дерутся

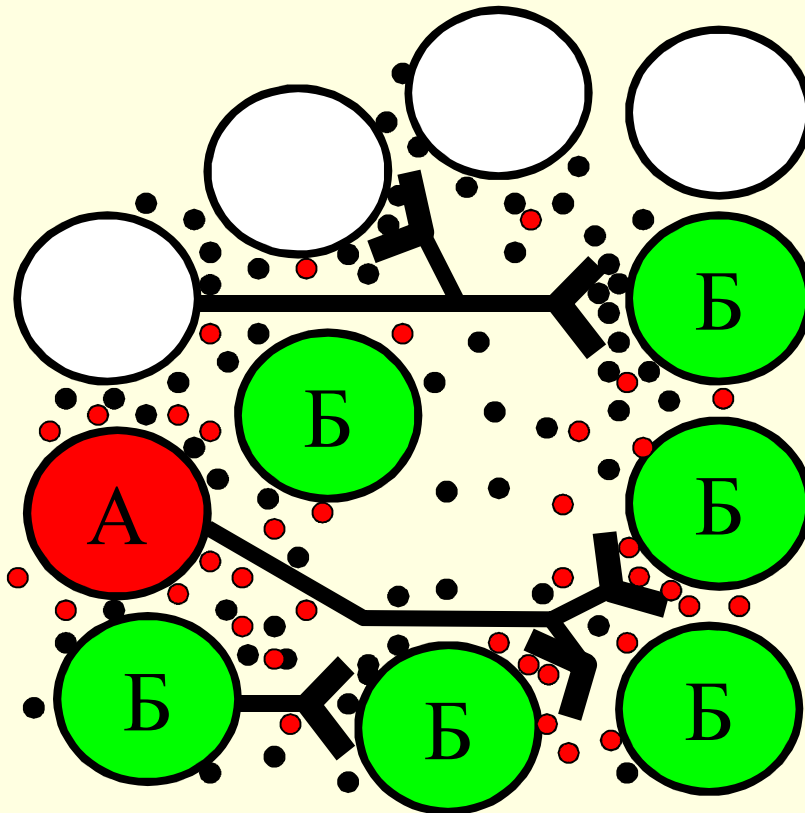
# Восприятие внешних сигналов зависит от уровня нейротрансмиттера вокруг сенсорной клетки



Химический орган улитки



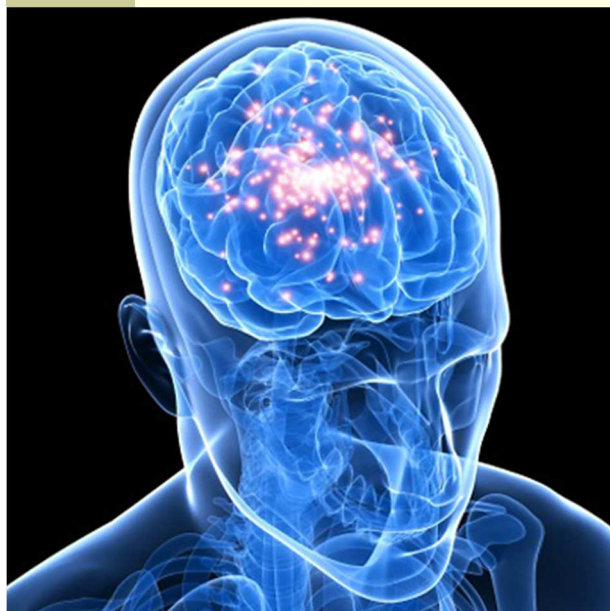
## Как работает «химический мозг»



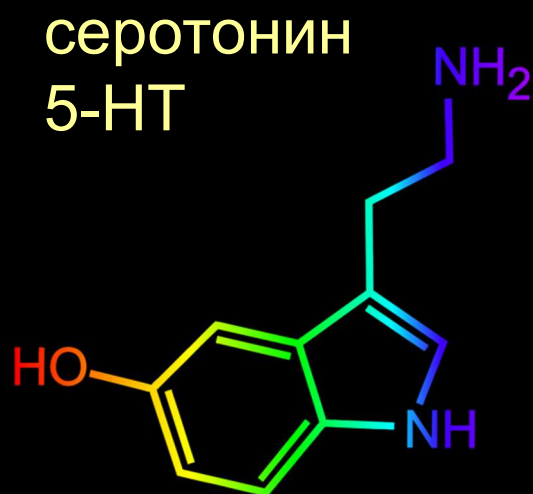
- ✓ В зависимости от внешних условий\стимулов нейроны производят разные химические молекулы – нейротрансмиттеры.
- ✓ От составляющих этот «нейротрансмиттерный коктейль» веществ зависит как восприятие, так и проявляющееся поведение.

# Функции нейротрансмиттера СЕРОТОНИНА

- ✓ Агрессивность
- ✓ Боль
- ✓ Appetit
- ✓ Сон-бодрствование
- ✓ Страх
- ✓ и многое другое...



ПОЗВОНОЧНЫЕ

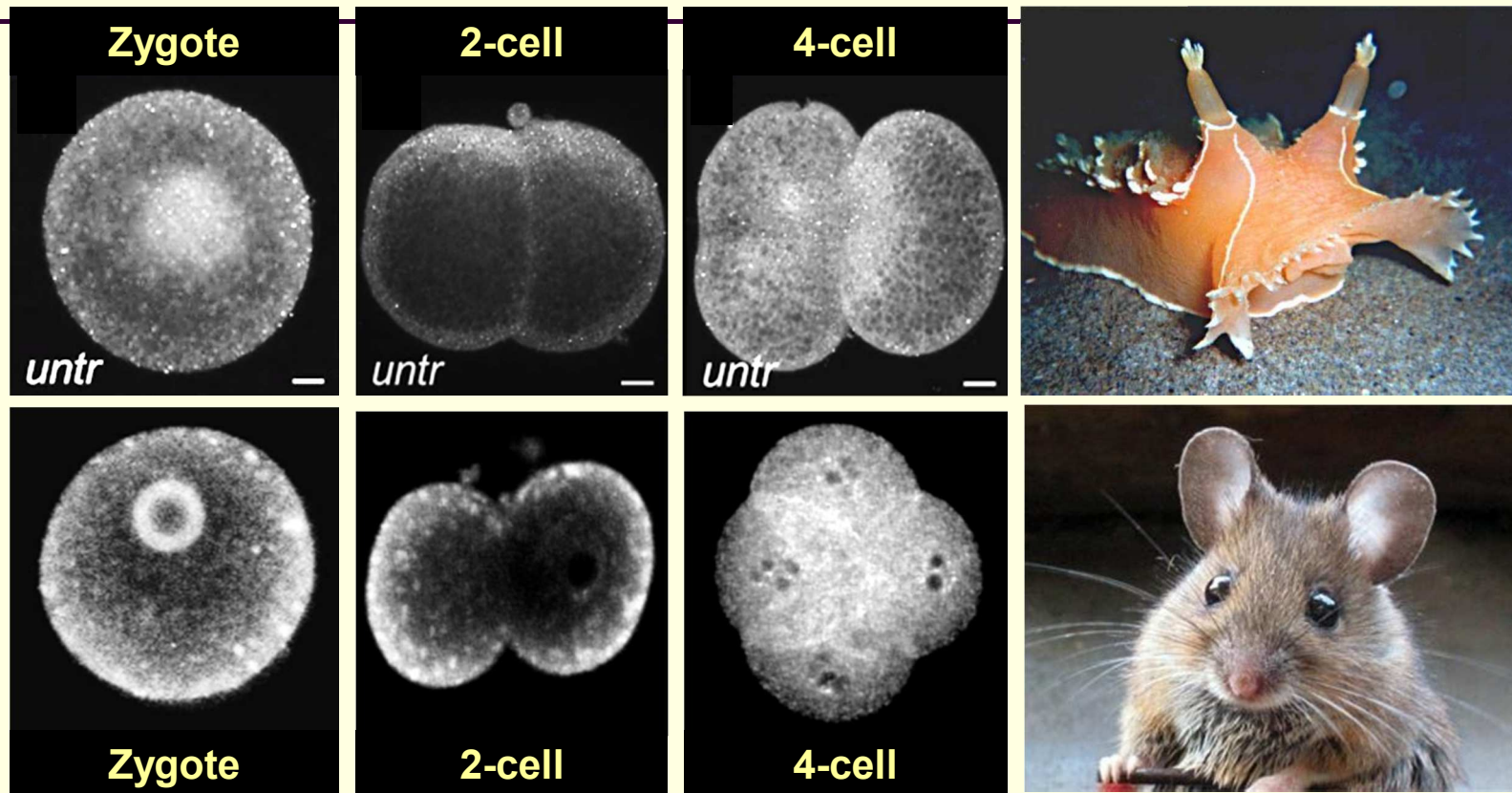


беспозвоночные

# Серотонин на ранних стадиях дробления

моллюск *Tritonia diomedea*

Anti-serotonin IHC staining



From Buznikov et al., 2003; Il'kova et al., 2008,  
Basu et al., 2007

мышь *Mus musculus*

✓ Серотонин можно увидеть у самых ранних зародышей

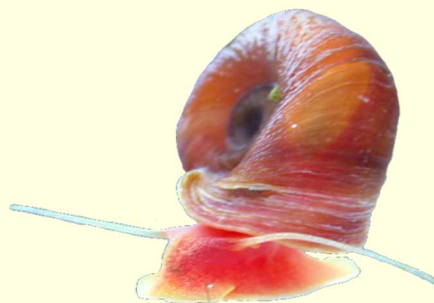
# Пресноводные моллюски как объекты нейробиологии, нейроэтологии и биологии развития

---

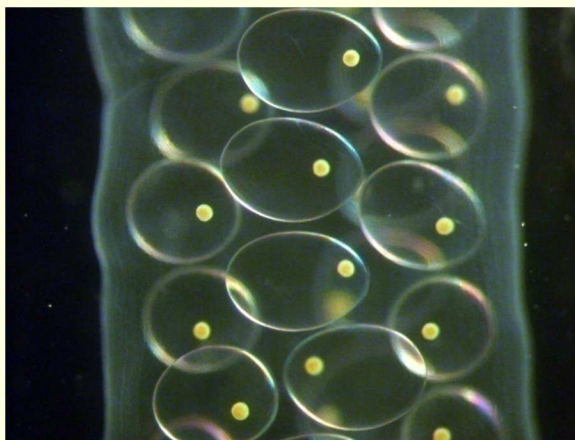


*Большой прудовик*

взрослые



*Катушка*



кладки

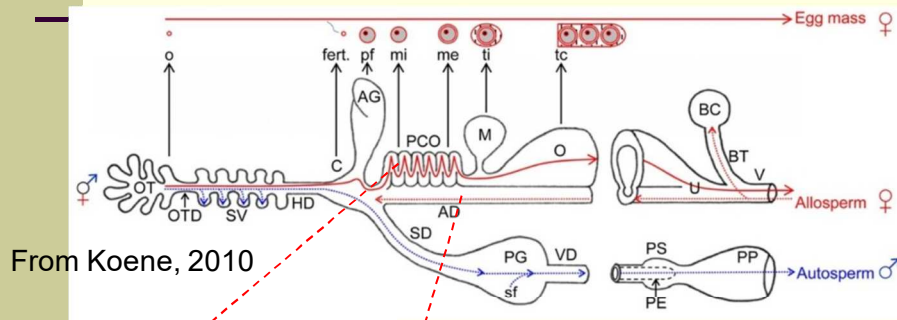




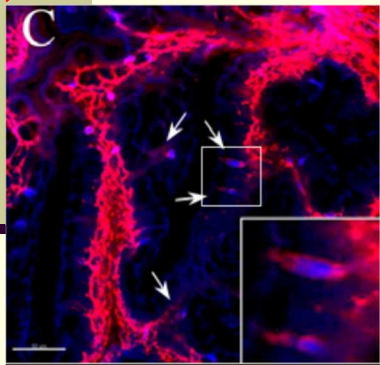
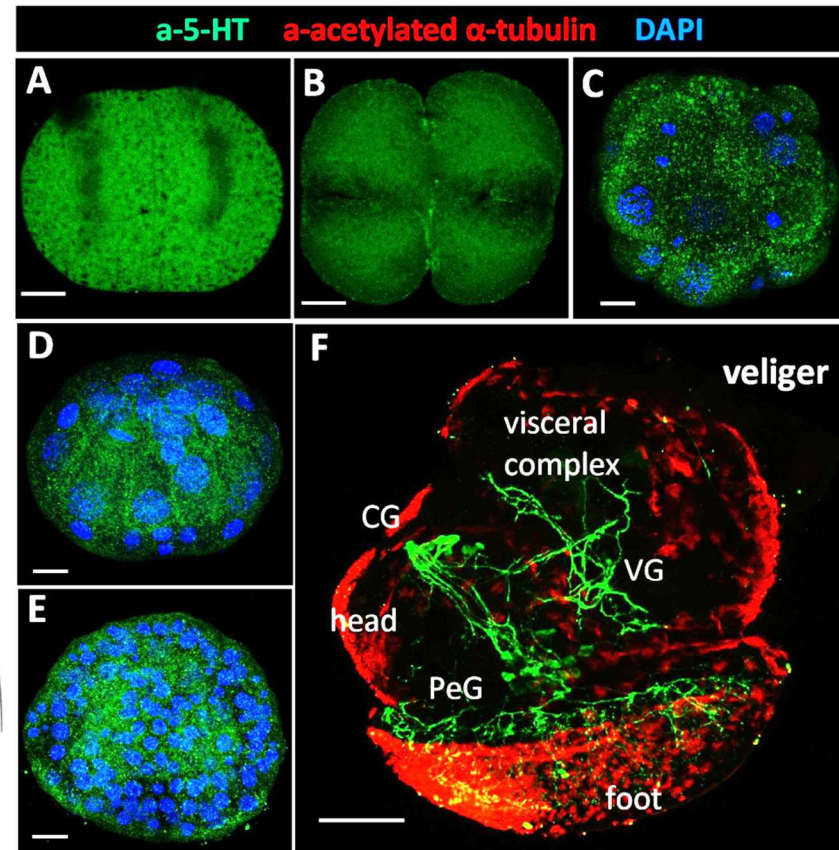


# Серотониновые нейроны в матке мамы-улитки передают серотонин зародышам

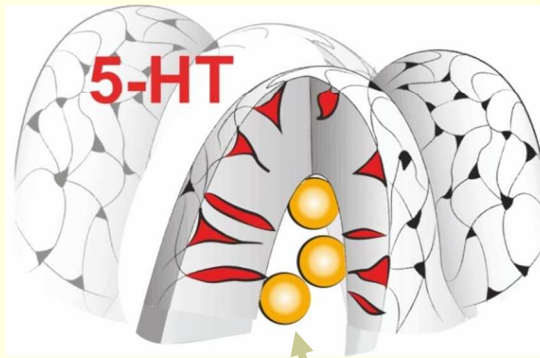
серотонин в развитии большого прудовика



From Koene, 2010



5-HT network in uterus

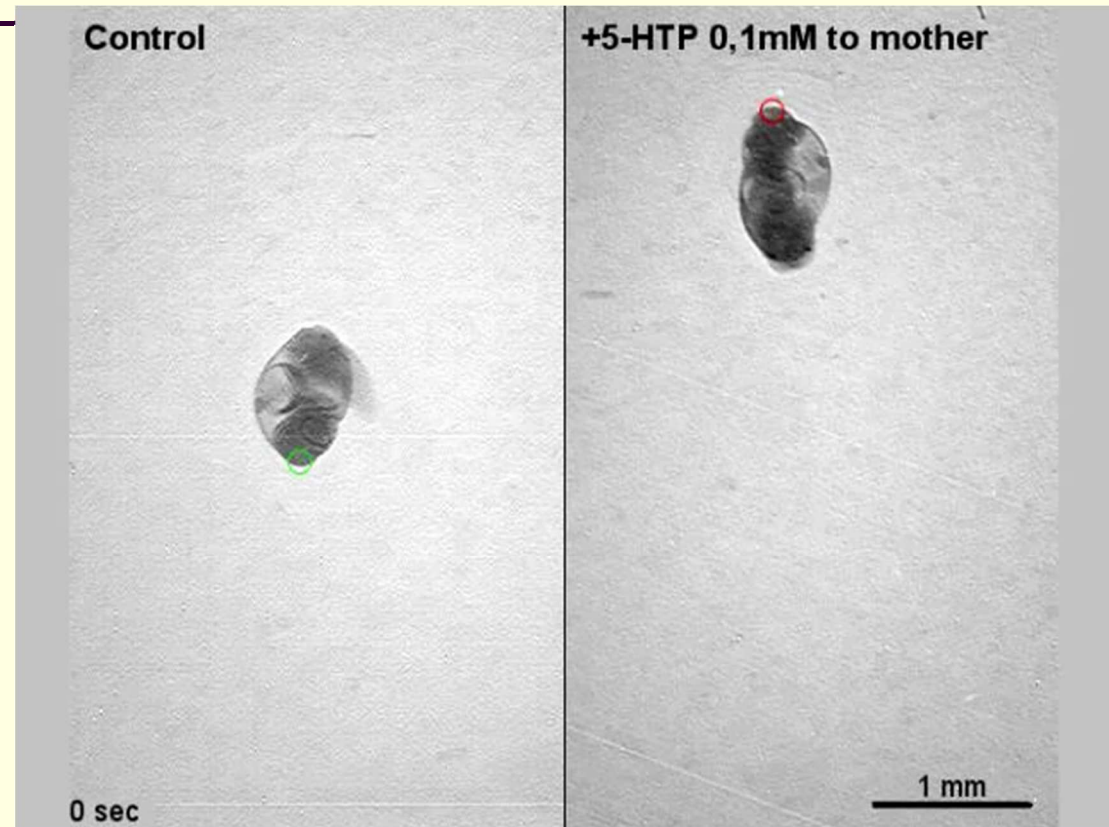
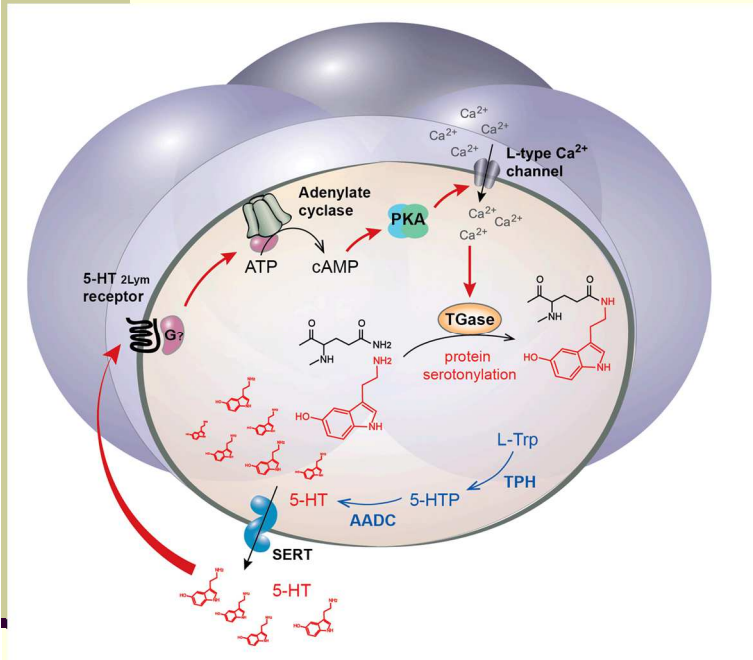


зародыши

Ivashkin et al., 2015, 2017



# Поведение потомков зависит от уровня серотонина в организме матери



ДВИЖЕНИЕ МОЛОДЫХ УЛИТОК

spring - summer

autumn - winter

5-HT

5-HT

Maternal serotonin

Serotonin signaling  
in cleaved  
blastomers

5-HT internal / external

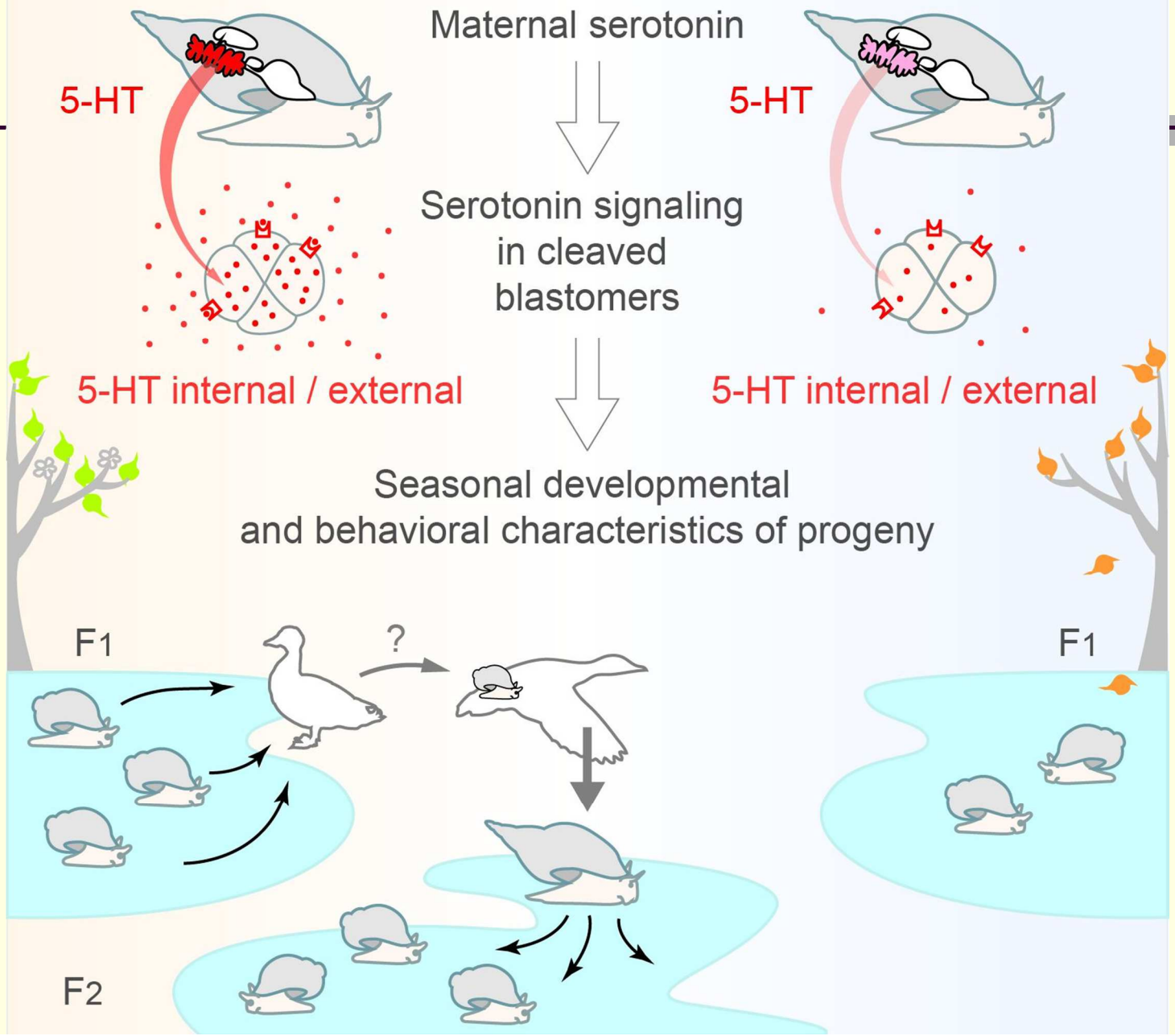
5-HT internal / external

Seasonal developmental  
and behavioral characteristics of progeny

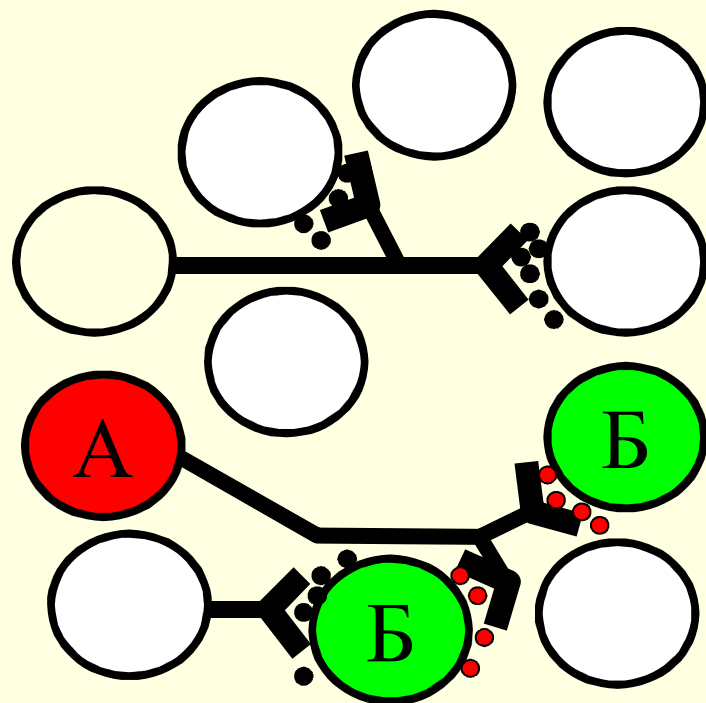
F1

F1

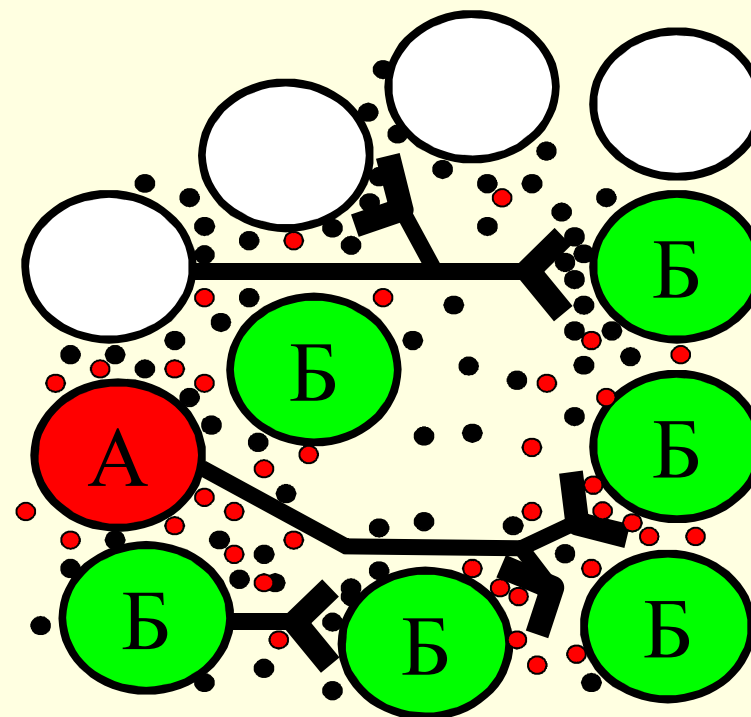
F2



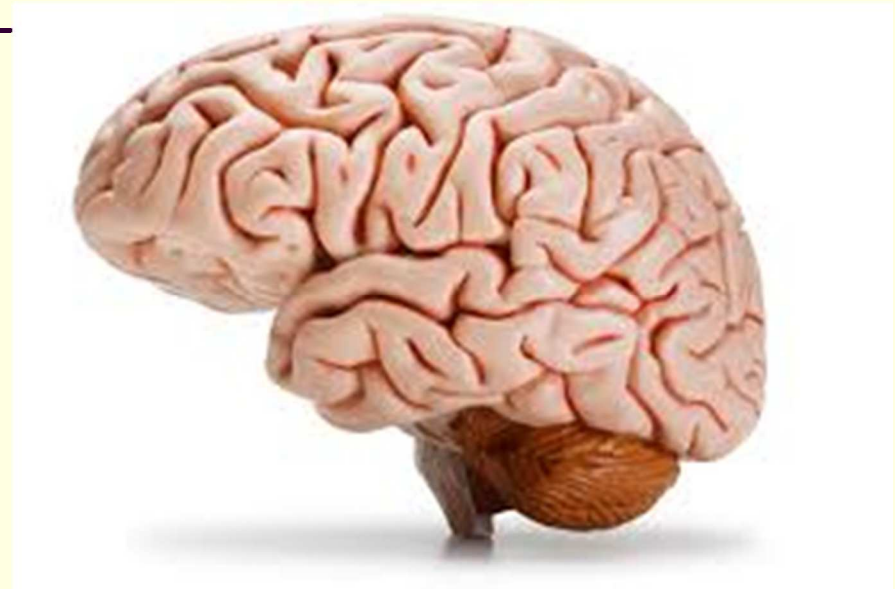
## Электрические связи, нейронные сети



## Химические вещества, «нейротрансмиттерный коктейль»



# Как мы думаем и двигаемся ?



- ✓ При работе мозга объединяются его электрические и химические свойства.
- ✓ Оба фактора зависят как от внешних условий/стимулов, так и от предыдущего состояния

# Серотонин в движении ...

