



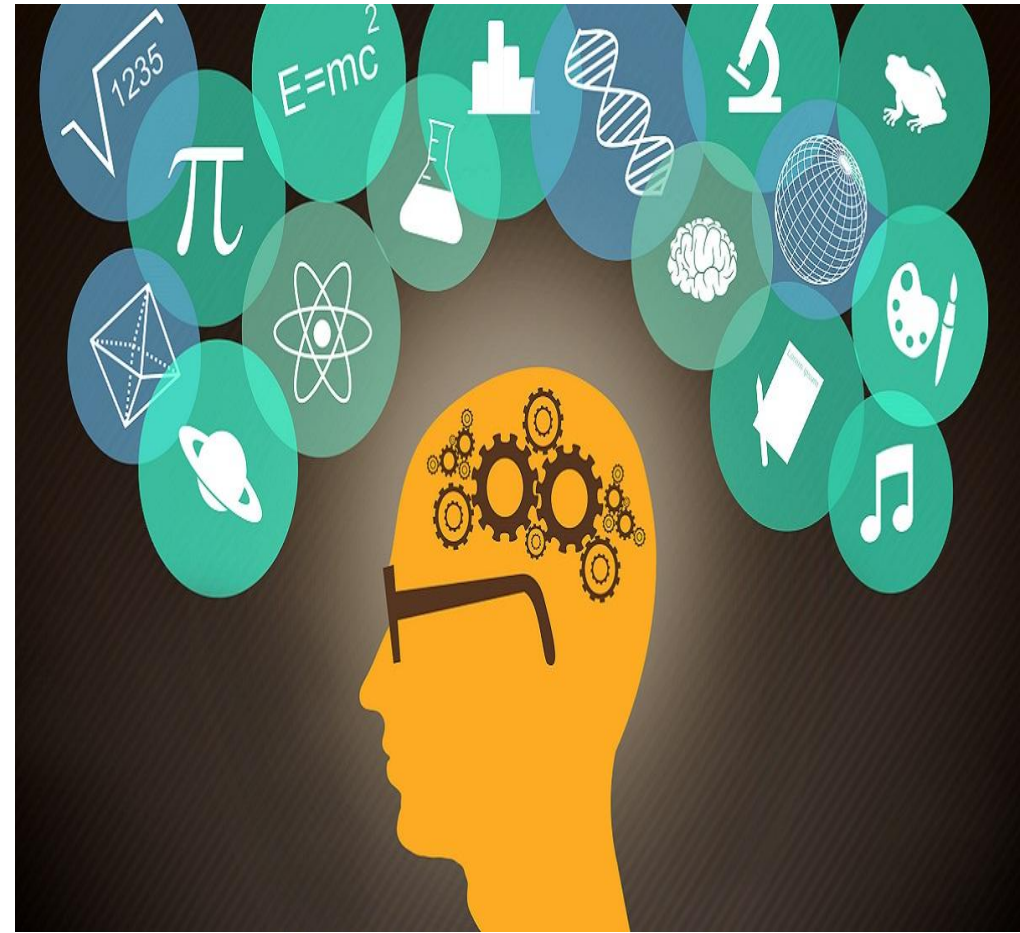
# Московский государственный Медико-Стоматологический Университет имени А.И.Евдокимова

СНК нормальной физиологии и медицинской  
физики

## Память. Молекулярные механизмы памяти

Туктарова Дана Ренадовна  
Стоматологический факультет, 4 курс, 29  
группа

Москва,  
2020



# Память

## **Декларативная**

(эксплицитная)  
«Осознаваемая»

Факты  
(семантическая)

Впечатления  
(Эпизодическая)

Гиппокамп, неокортекс

## **Недекларативная**

(имплицитная)  
«Неосознаваемая»

навыки

Ассоциативное  
обучение

Неассоциативное  
обучение

Стриатум (полосатое тело), cerebellum (мозжечок),  
амигдала, кортекс и т.д.

По времени сохранения информации :

## Эксплицитная память & ИмPLICITная память

Кратковременная  
память

Минут  
ы

**Не**  
**зависит**  
от синтеза  
белка

▶ **повторени**  
**е** ▶

Долговременная  
память

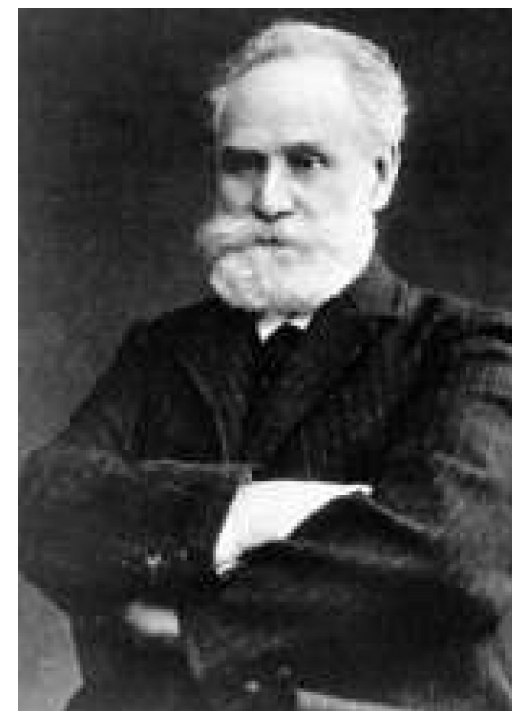
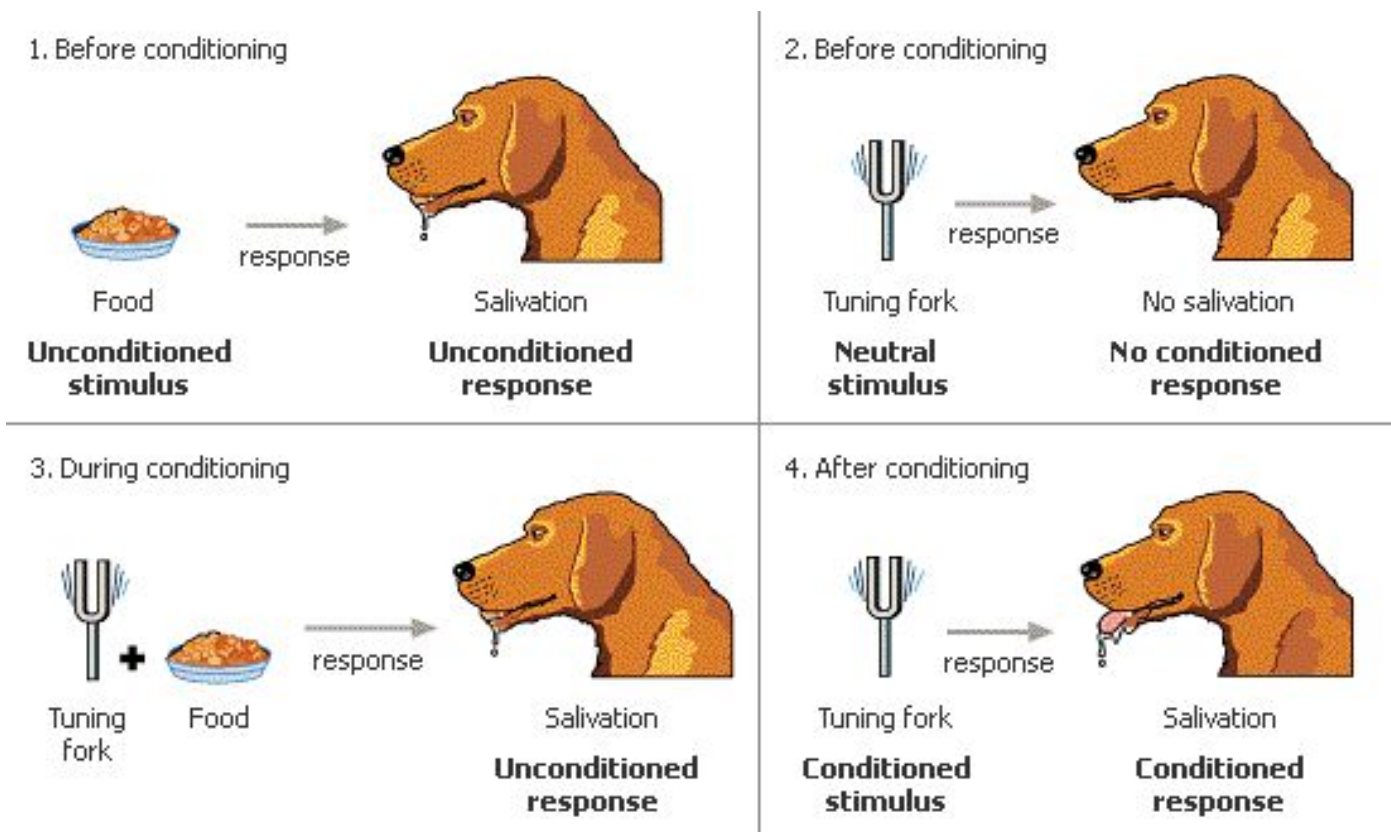
Дни, недели, месяцы,  
на протяжении всей  
жизни

**Зависит**  
от синтеза  
белка

# Имплицитная память

- **Ассоциативное обучение:**
  - условный рефлекс
  - инструментальное подкрепление
- **Не-ассоциативное обучение**
  - привыкание
  - сенситизация
- **Процедурное обучение** (навыки): память на движение (мозжечок)

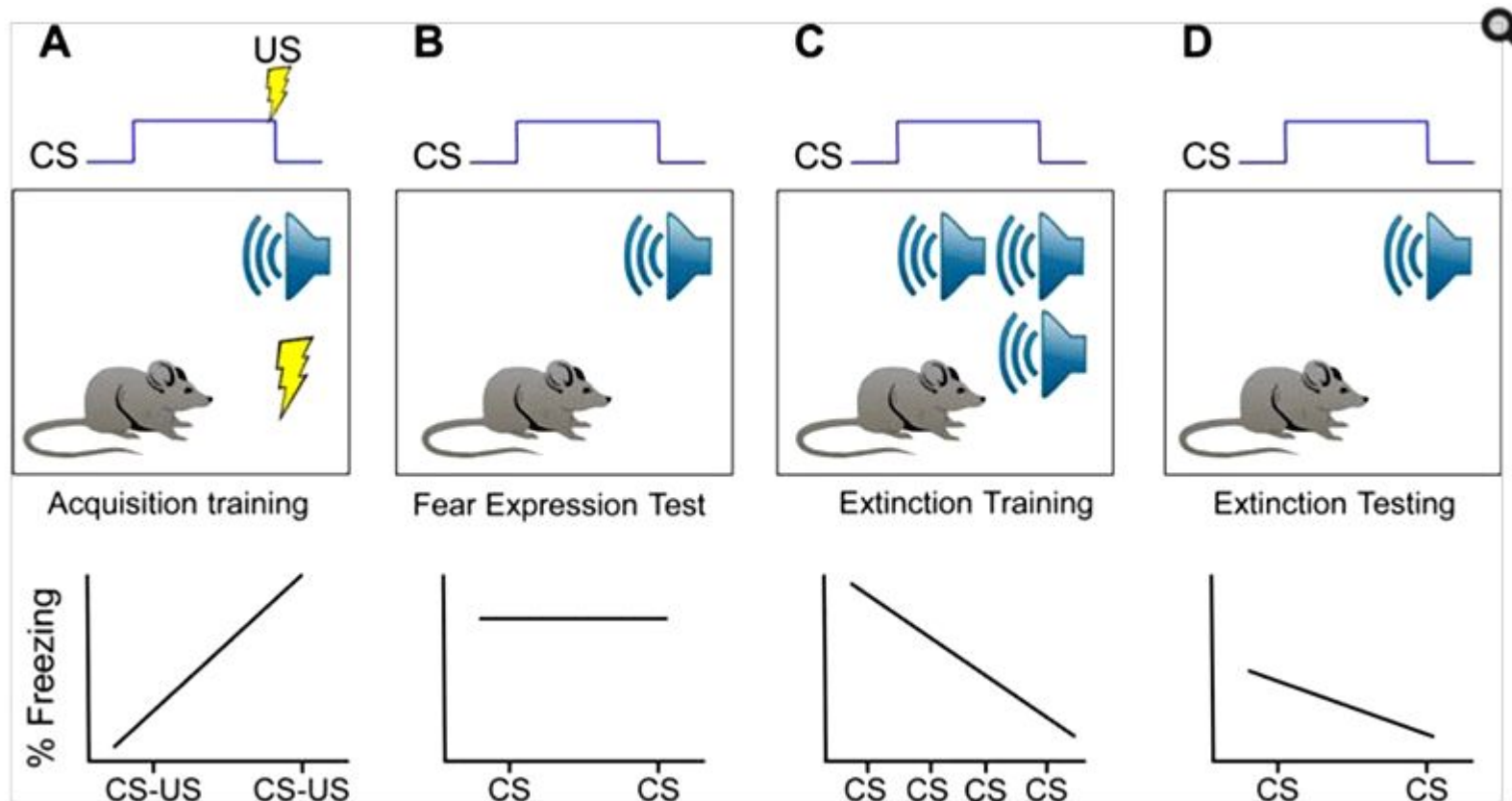
# Ассоциативное обучение – условный рефлекс



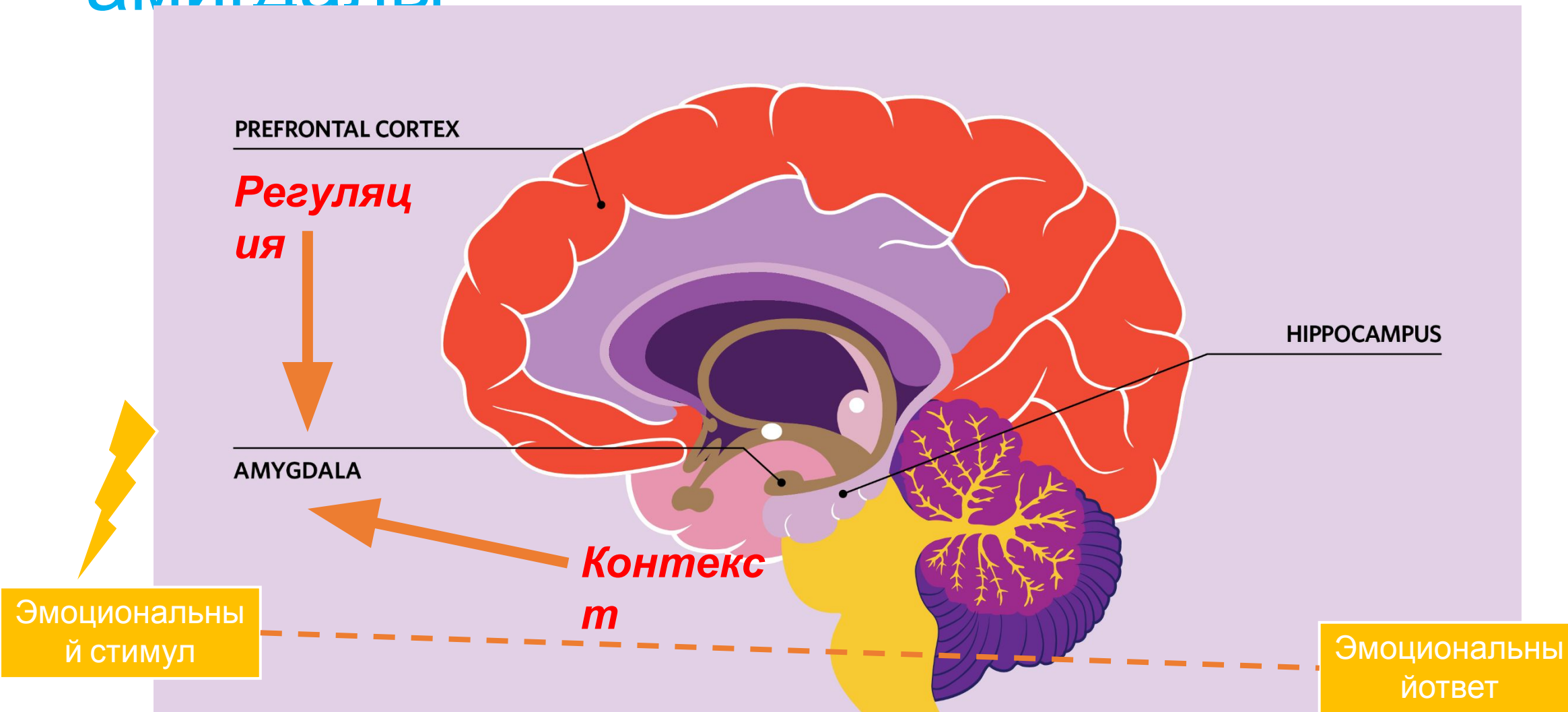
Иван Петрович  
Павлов

McLeod, S. A. (2018, October 08). *Pavlov's dogs*. Simply Psychology.

# ИмPLICITНАЯ ПАМЯТЬ – ПОДКРЕПЛЕНИЕ СТРАХА



# Рефлекс страха – роль амигдалы





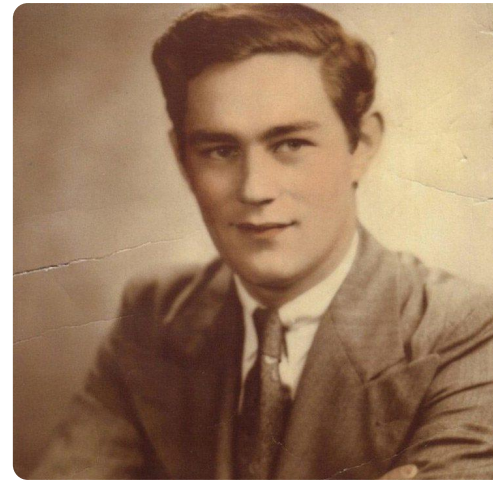
# Роль гиппокампа

## Пациент НМ

- Тяжелая эпилепсия
- Билатеральная резекция медиальных височных долей (1952)



- Отсутствие эпилептических припадков
- Тяжелые расстройства памяти
- Антероградная амнезия



Henry Gustav Molaison



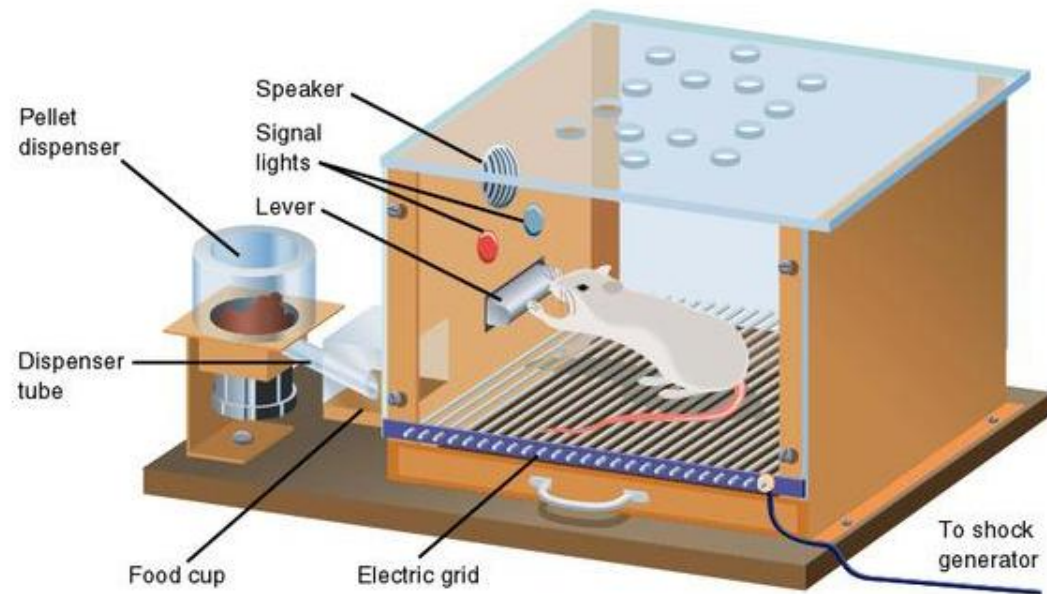
Brenda Milner

# Ассоциативное обучение – инструментальное подкрепление



Burrhus Frederic  
"B. F." Skinner

- Обучение методом проб и ошибок
- Организмы учатся вести себя так, чтобы поведение было вознаграждено.
- Поведение, которое было вознаграждено, будет повторяться с более высокой частотой

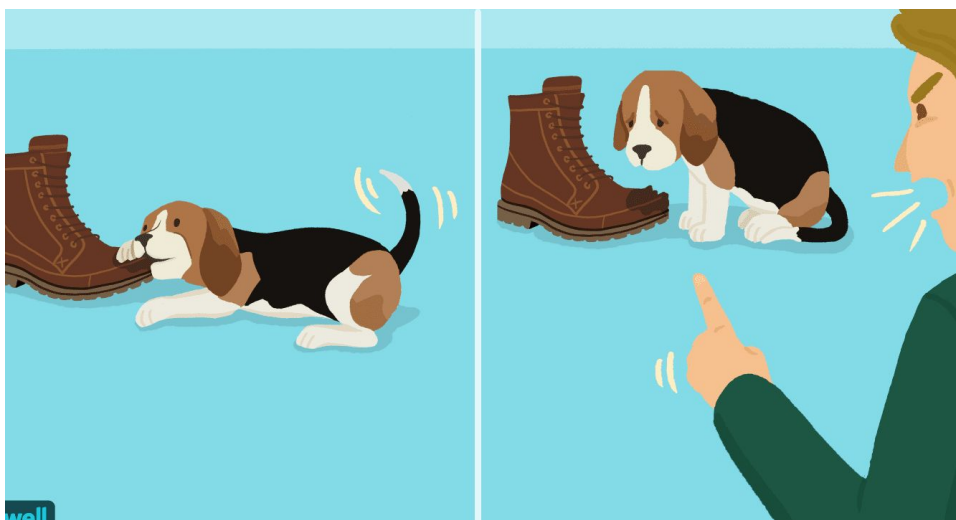


McLeod, S. A. (2018, January, 21). *Skinner - operant conditioning*. Simply Psychology.

# Оперантный и классический условный рефлекс

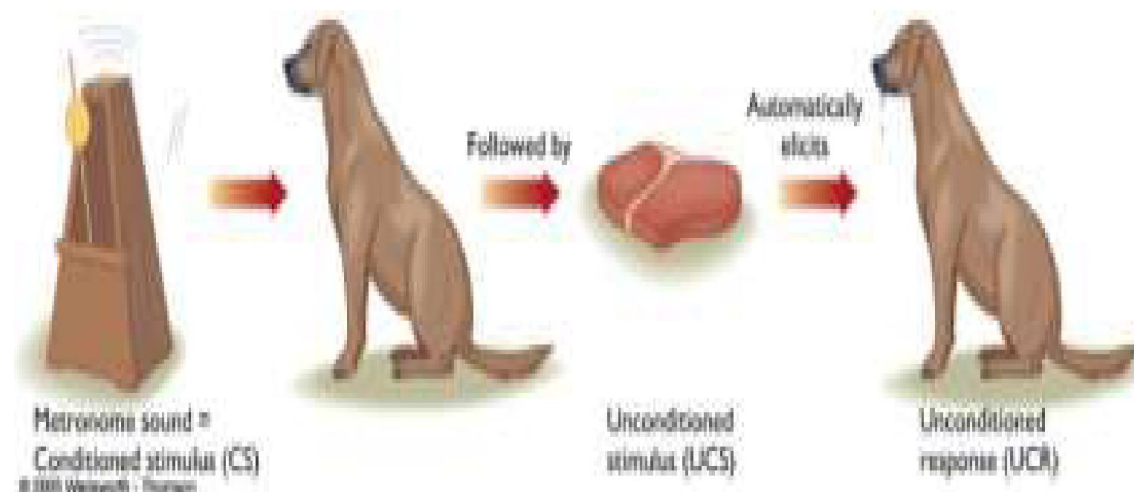
## Оперантный

- Организм активен
- Поведение является произвольным
- Поведение идет перед событием/ стимул



## Классический

- Организм пассивен
- Поведение непроизвольно
- Событие/ стимул идет перед поведением



# Не ассоциативное обучение – привыкание и сенситизация

## Габитуация (привыкание)

- Ослабление ответа, когда нейтральный/доброкачественный стимул неоднократно повторяется = > приобретение способности игнорировать нерелевантные стимулы

Пример – собака напрягается и обращает внимание в направлении звука

- После многократного повторения звука **без последствий** реакция собаки уменьшается и исчезает

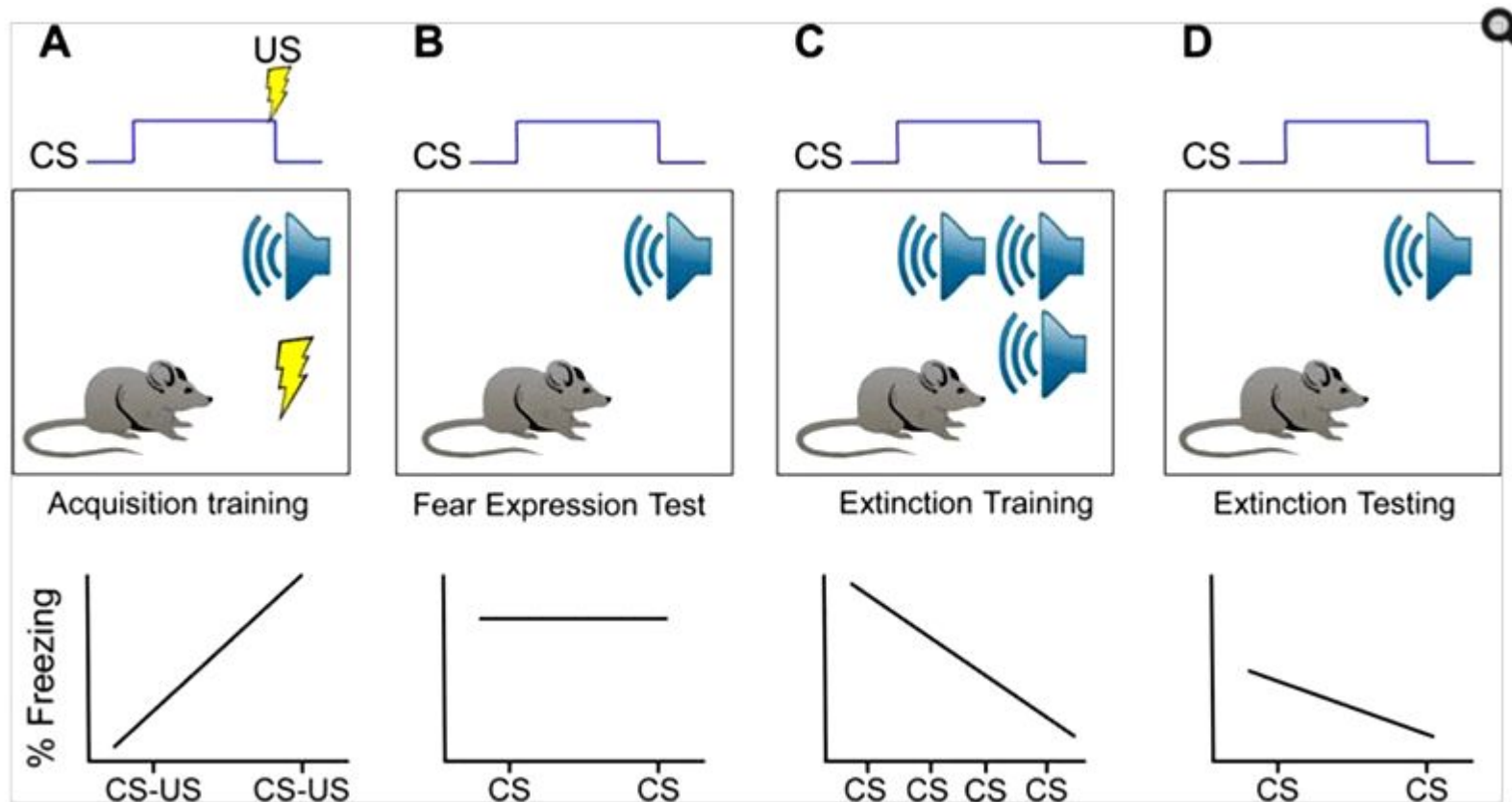
- **Биологическое значение:** для организма неэффективно применять энергию для незначимого раздражителя

## Сенситизация

– Повышение ответа на различные стимулы после повторения интенсивного/неприятного стимула.

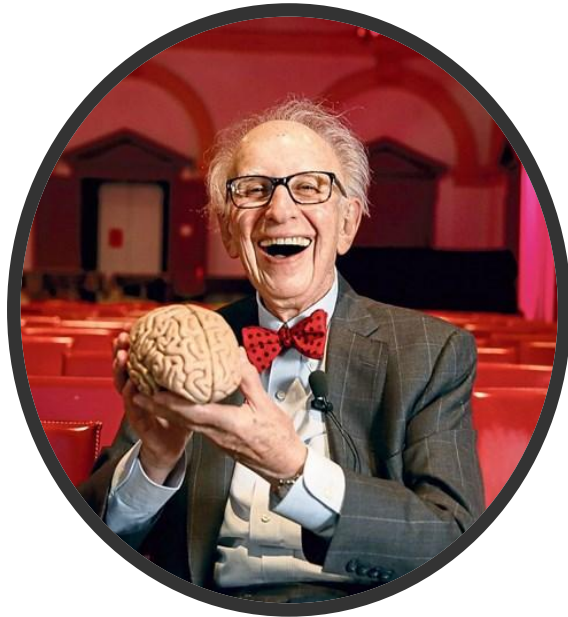
Например, после презентации болезненно громкого звука собака реагирует на тихие, нейтральные звуки с усиленной защитной позицией

# Габитуация



*Emily M. Cohodes et al., Developmental Neurobiology of Anxiety and Related Disorders*

# Клеточная модель для обучения и памяти



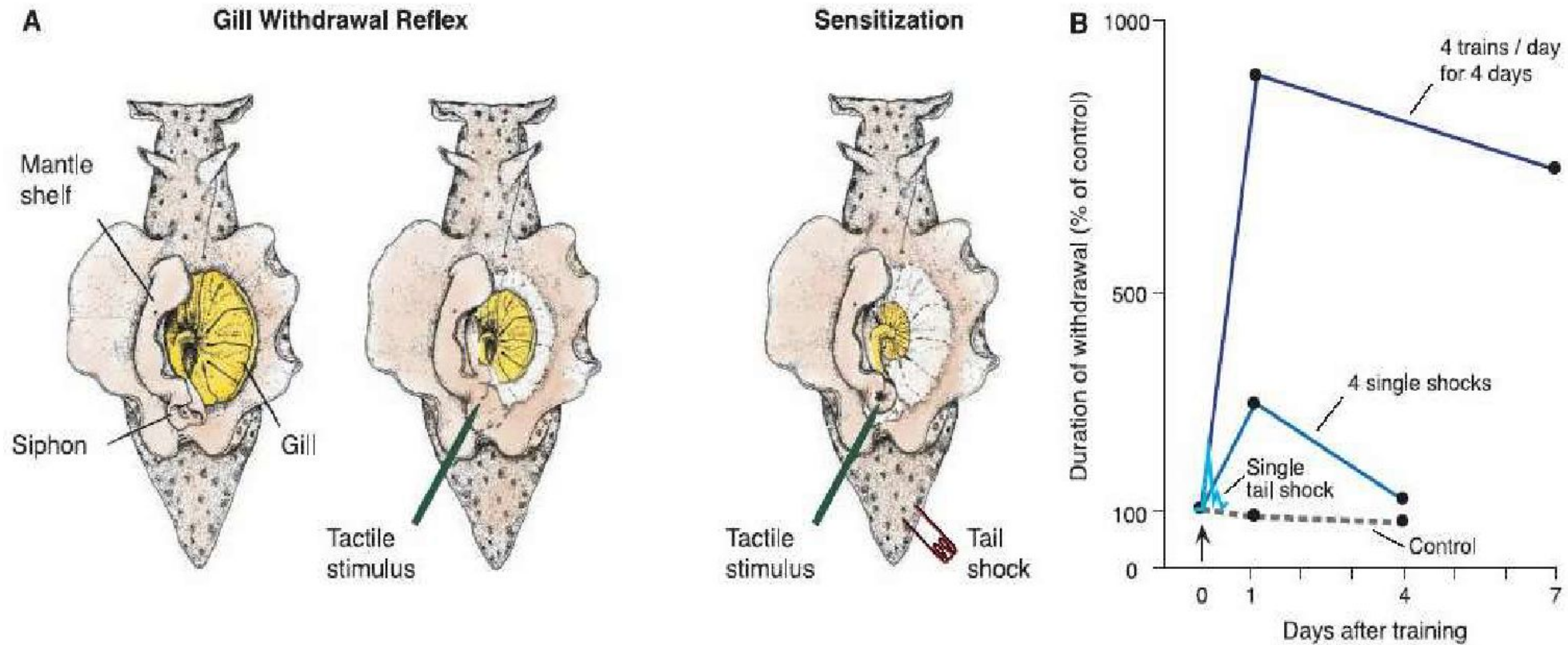
Eric R. Kandel



*Aplysia californica*

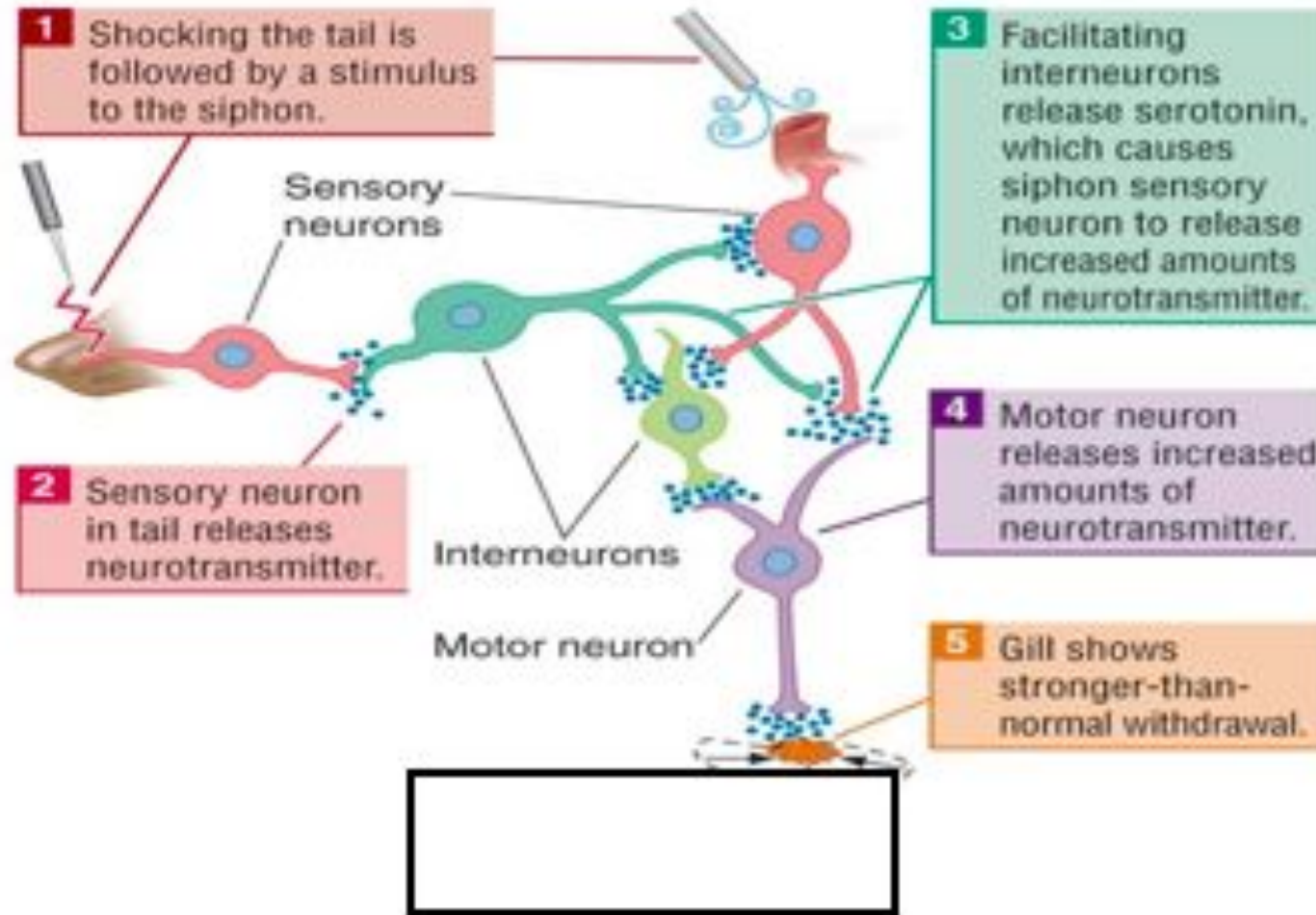
*Aplysia*:  $2 \times 10^4$   
нейронов  
*Homo Sapiens*:  $>$   
 $10^{12}$ нейронов

# Обучение *Aplysia californica*— Gill-withdrawal Reflex



Kandel, E. R. (2001). *The Molecular Biology of Memory Storage: A Dialogue Between Genes and Synapses*. *Science*, 294(5544), 1030–1038

# Сенситизация in vitro





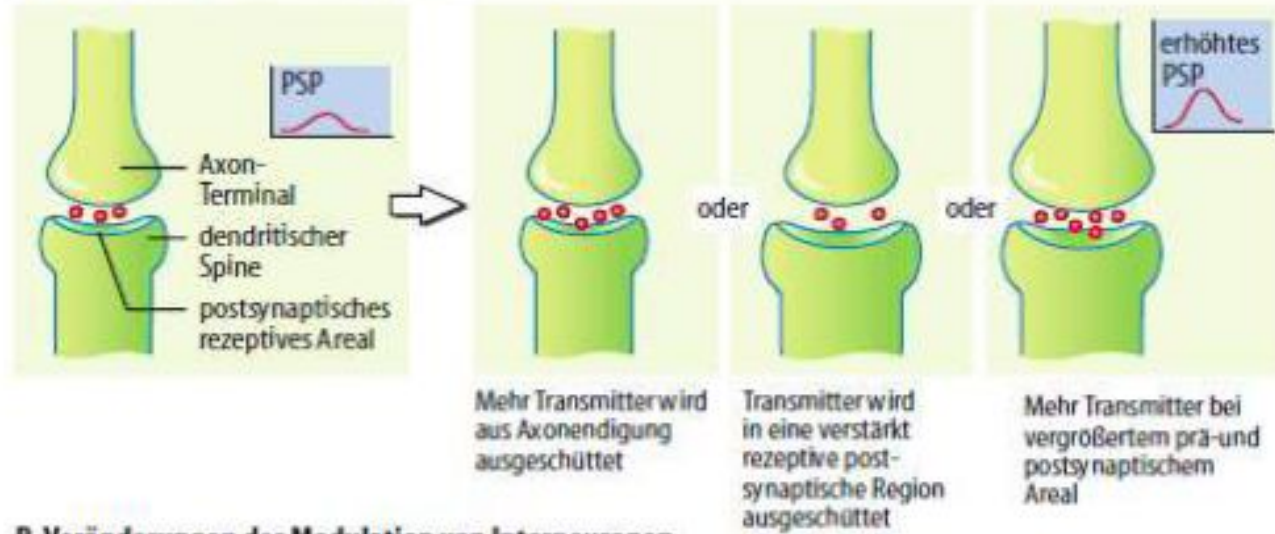
# Обучение и память - клеточные основы памяти

## Нейронная (синаптическая) пластичность

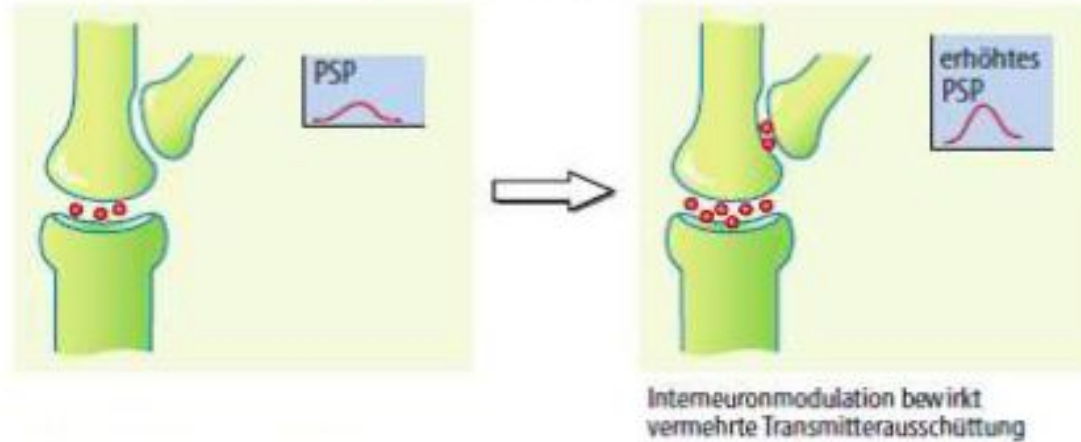
Ментальные процессы (в т.ч. обучение) требуют динамического изменения силы нейронных связей:

- Изменение активности ионных каналов :
  - Открытие
  - Закрытие
  - Их параметры: скорость, длительность
- Производство и вставка новых молекул рецепторов
- рост и разветвление отростков нейронов

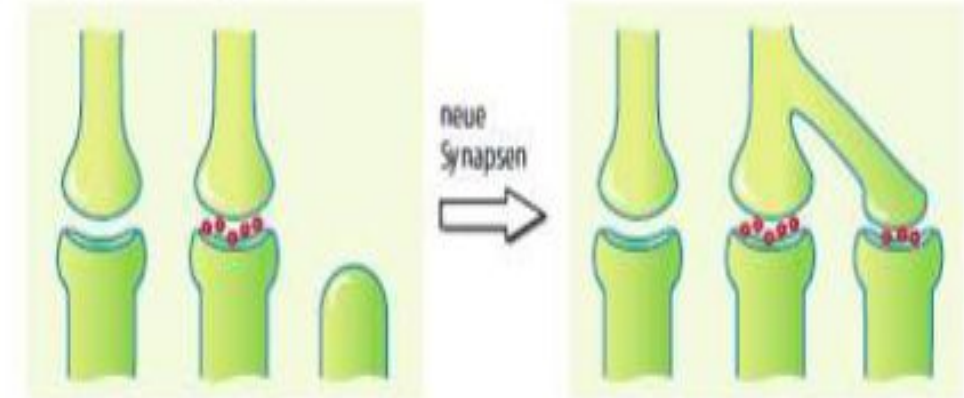
### A Veränderungen synaptischer Transmitter



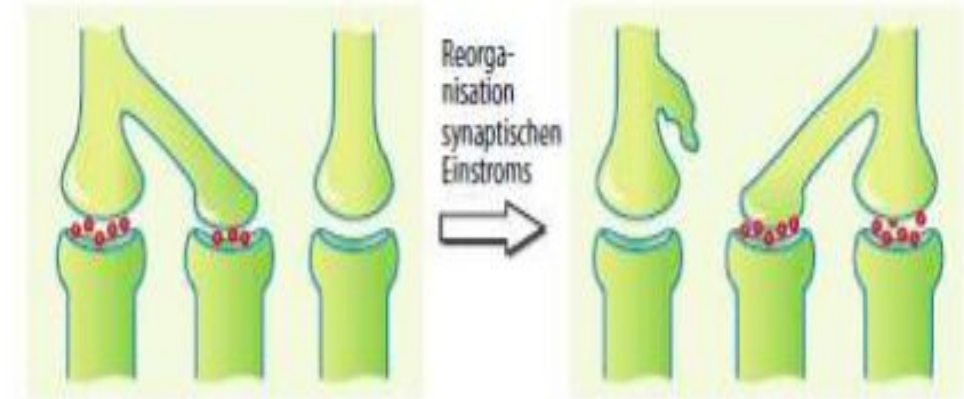
### B Veränderungen der Modulation von Interneuronen



### C Bildung neuer Synapsen



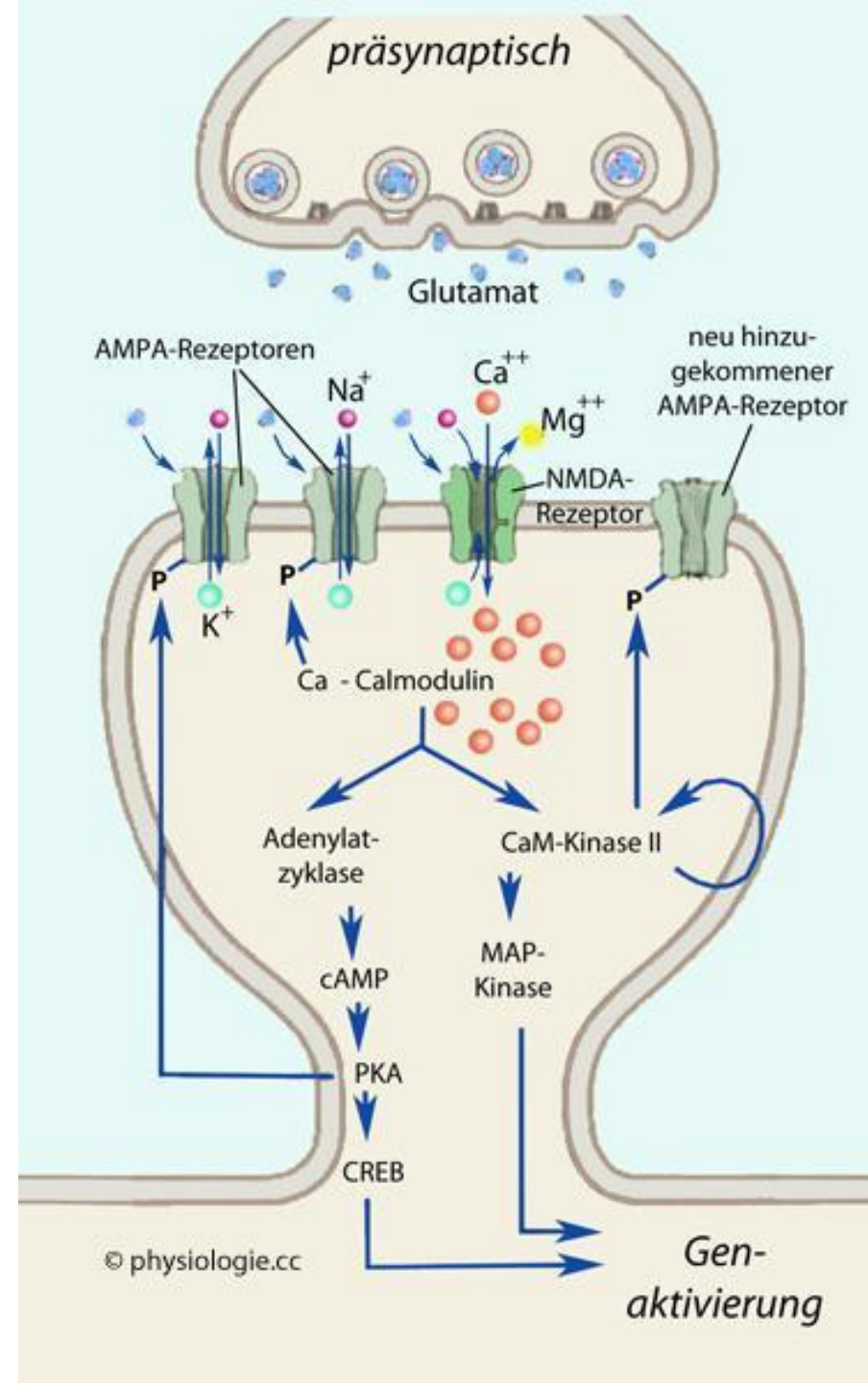
### D Rearrangement des synaptischen Einstroms



## long-term-potentialiation, LTP

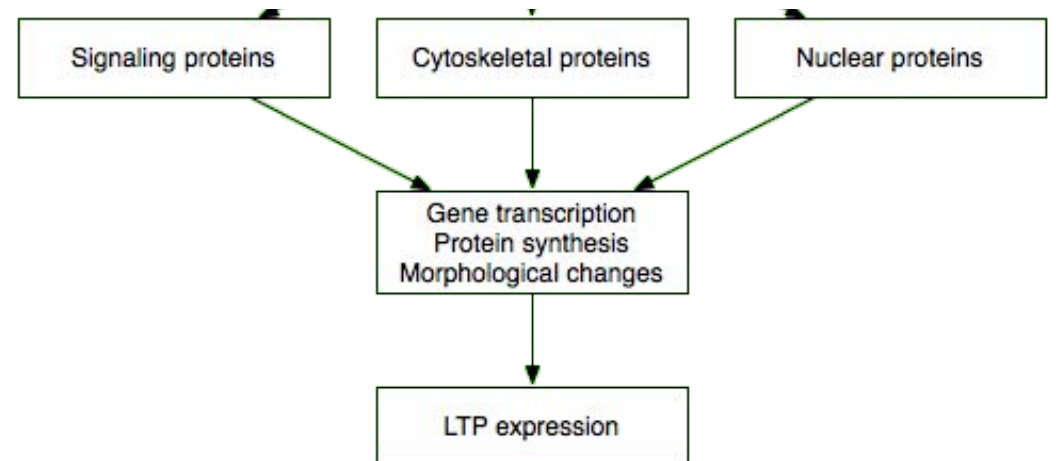
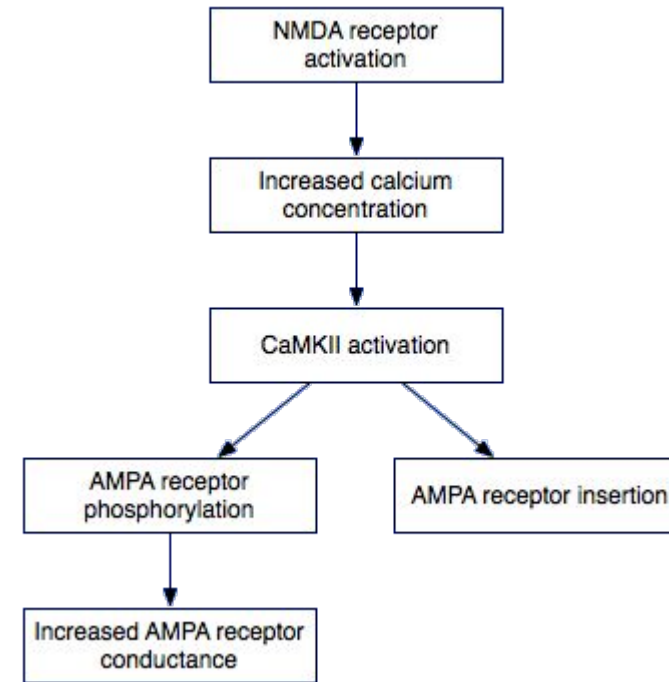
- Модель клеточных механизмов, участвующих в обучении и памяти
  - => потенцирование синаптической передачи, зависящее от активности
- **гомосинаптический (внутренний):**
  - Изменение силы синаптического соединения посредством собственной активности
- **Гетеросинаптический**
  - Изменение силы синаптического соединения путем изменения активности в других соединениях

- Центральное значение для некоторых форм LTP глутамат (NMDA – рецептор), прежде всего в гиппокампе
- Проницаем для  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$
- Обычно заблокирован  $\text{Mg}^{2+}$

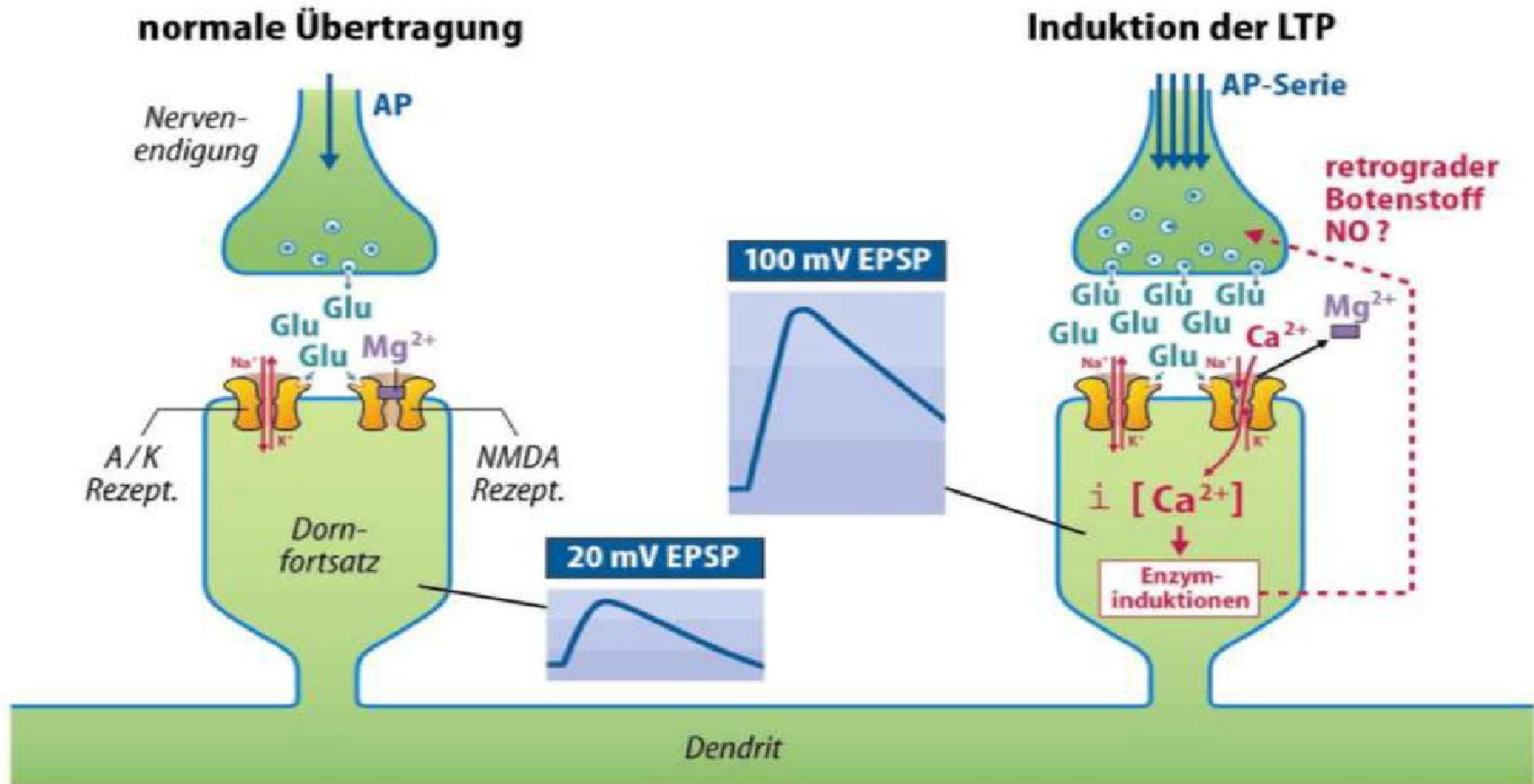


# LTP-обучение и память

- **Ранняя фаза :**
  - 1-3 часа
  - Кратковременная память
  - Не зависит от синтеза белка
- **Поздняя фаза**
  - Больше чем 24 ч
  - Долговременная память
  - Зависима от синтеза белка

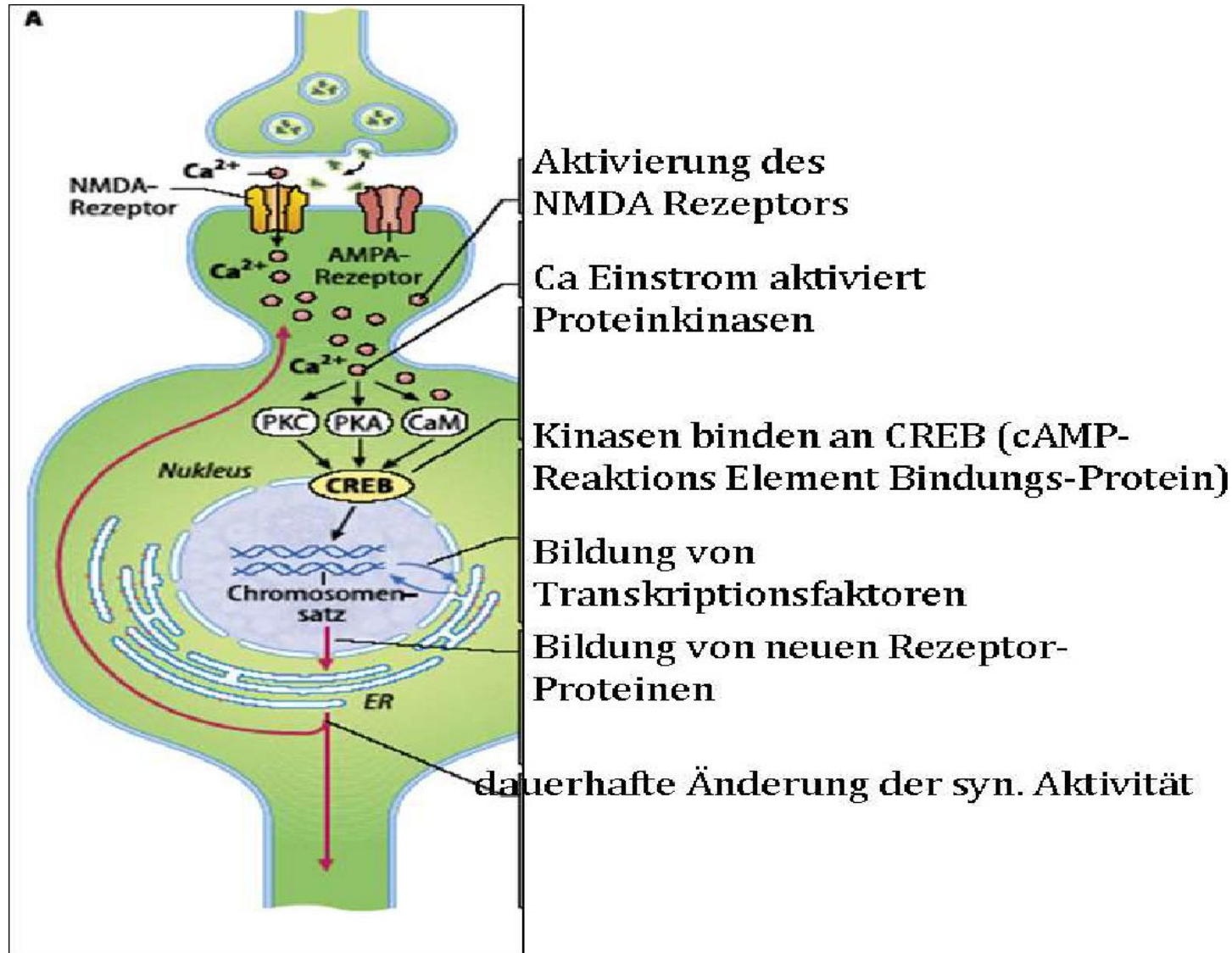


# LTP-ИНДУКЦИЯ

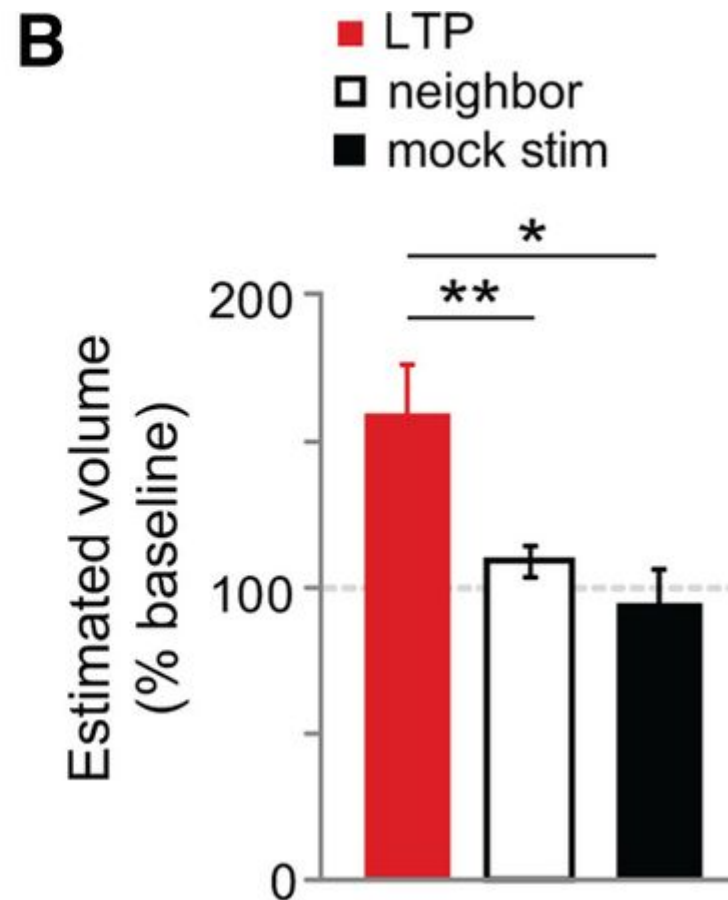
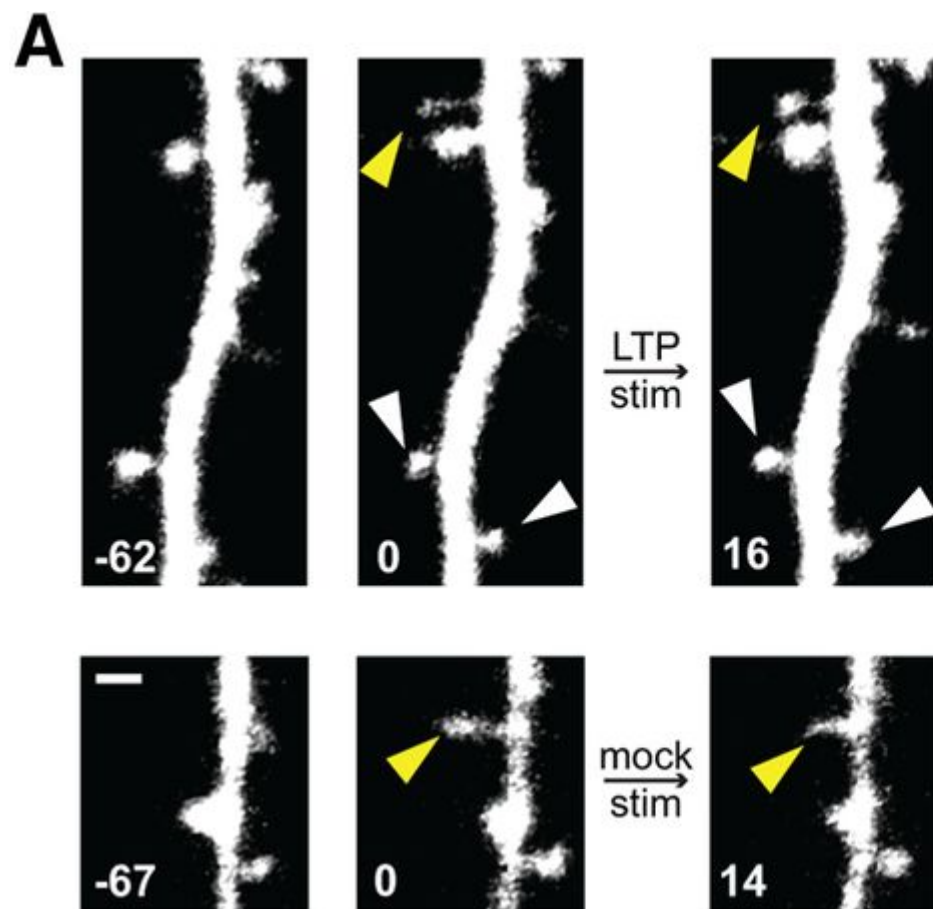


# LTP – biochemische Veränderungen

Schmidt, Robert F et al., Physiologie des Menschen, 31. Auflage



# LTP морфологические изменения



Hill, Travis & Zito, Karen. (2013). LTP-Induced Long-Term Stabilization of Individual Nascent Dendritic Spines



Спасибо за  
внимание!

