

Задача 7. А что было вчера? (Пирутин С.) (10 баллов)

Поведенческие эксперименты имеют важное значение в изучении физиологии центральной нервной системы (ЦНС), и особенно в исследованиях формирования памяти и обучения. В поведенческом эксперименте в результате однократного обучения у цыплят формировался устойчивый рефлекс отказа склевывать горькую бусинку, окрашенную другим цветом по сравнению с обычными бусинками. В ходе такого эксперимента формируется долговременная память, сохраняющаяся в течении нескольких дней, при этом цыплята почти в 100% пропускают горькую бусинку и склевывают остальные.

Вопросы:

1. Какие меж-и внутриклеточные процессы в нервных клетках отвечают за формирование памяти **(2 балла)**? Что такое кратковременная и долговременная памяти и чем отличаются условия, необходимые для их формирования **(0,5 балла)**?
2. Какое поведение цыплят ожидается в указанных выше условиях, если им ввести ингибитор синтеза белка непосредственно перед первым обучением **(1 балл)**?
3. Каким будет поведение цыплят через сутки после проведения первого обучающего эксперимента с горькими бусинками **(0,5 балла)**? Каким будет поведение цыплят, если после первого успешного обучения избегать горькие бусинки цыплятам ввести ингибитор синтеза белка непосредственно перед вторым обучением **(1 балл)**?
4. С точки зрения современных представлений о молекулярных механизмах памяти кратко объясните действие ингибитора синтеза белка на результат экспериментов **(1 балл)**. Какие возможны побочные действия от приема ингибитора **(1 балл)**?
5. В каких жизненных ситуациях психологам и врачам требуется помочь пациенту забыть пережитые впечатления и полученный опыт **(1 балл)**?
6. При помощи каких методов можно на мозге животного в условиях *in vivo* исследовать активацию синапсов и формирование памяти **(1 балл)**? Какие генно-инженерные и нанобиотехнологические подходы при этом используются **(1 балл)**?

Ответы:

1. Межклеточные процессы – это синаптическая передача и формирование новых синапсов, изменение морфологии нейрональных отростков и образование и сохранение новых сетей синаптически связанных между собой нейронов, процессы регуляции локального кислородоснабжения активирующейся области мозга. Внутриклеточные процессы: на самых начальных этапах – это активация ряда мембранных белков (каналов, обменников, рецепторов, АТФаз), изменение мембранного потенциала и генерация потенциалов действия на аксоне, изменение ионного состава цитоплазмы и изменение активности многих ферментов. В следующие часы при сильном обучающем стимуле происходят транскрипция и трансляция, необходимые для синтеза новых цитоплазматических и мембранных белков, используемых для формирования и закрепления образованных синапсов.
2. Долговременная память на условия у животных не сохраняется, они склевывают горькие бусинки как будто видя их в первый раз.
3. В отсутствие ингибитора синтеза белка формируется долговременная память, сохраняющаяся в течении нескольких дней, цыплята почти в 100% пропускают горькую бусинку и склевывают остальные. Если ингибитор ввести цыплятам непосредственно перед вторым аналогичным обучением, то они теряют уже сформированную после первого обучения долговременную память реагирования на указанные выше условия и она не формируется после второго обучения.
4. По современным представлениям, новизна ситуации при обучении вызывает экспрессию определенных генов в нейронах и синтез белков, необходимых для поддержания синапсов, и некоторых неспецифических белков, которые поступая в синапсы, активируют их, в результате чего активные нейроны формируют каскады долговременной памяти. Ингибиторы нарушают

этот процесс. По существующим современным данным происходит периодическая перезапись существующей памяти при возникновении сходной с запомненной ситуации с учетом новизны. В связи с этим ингибитор, введенный цыплятам непосредственно перед вторым обучением, способствует возникновению полной амнезии у них на эту ситуацию.

5. Психиатрам известно, что жертвы катастроф, преступлений или участники военных действий часто сталкиваются с посттравматическим стрессовым расстройством: они слишком хорошо помнят пережитое. И когда, к примеру, при одном запахе дыма от костра у человека встают перед глазами картины пожара или догорающие обломки на месте взрыва заложенной под дорогу мины – эта та память, которая скорее мешает. В соответствии с теорией консолидации памяти, негативная информация хранилась в кратковременной памяти и медленно, в течении часов или даже суток, переходила в долговременную форму. Далее при вызывании с помощью отдельных элементов запомненной ситуации происходит ее вспоминание и перезапись (реконсолидация). Этот процесс и надо нарушить и скорректировать без действия вредных для организма химических веществ. Для этого пользуются ретроактивная интерференция (постановка другой задачи или ситуации для испытуемого) в процессе перезаписи памяти. Здесь и можно корректировать ситуацию.

6. Один из неинвазивных методов – метод ядерной магнитной томографии. Другой крайне распространенный метод – это флуоресцентная (двухфотонная или конфокальная) микроскопия с использованием разнообразных мутантных мышей с вызванными отклонениями в синаптической передаче. В последнее время активно развивается оптогенетика, позволяющая ввести и экспрессировать в нейронах гены, кодирующие белки плазматической мембраны (рецепторы, каналы и т.д.) активирующиеся или ингибирующиеся при действии света определенной длины волны.