

Биология. 7-9 классы

Задача 8

Микроскоп в голове (10 баллов).

Автор – Надежда Браже

Год назад в самых популярных научных журналах Science и Nature появились заметки о создании нано-флуоресцентного микроскопа, который может уместиться и удержаться на голове у ... мыши! Этот микроскоп был разработан для применения в нейрофизиологии – для исследования процессов формирования связей между нейронами, передачи сигналов и механизмов возникновения различных нейрональных патологий в условиях, максимально приближенных к реальным. По замыслу разработчиков нано-микроскоп фиксируется на голове у лабораторной мыши, а микроскопический объектив фокусируется на нужных областях мозга через специально сделанную дырочку в черепе. Мышь спокойно занимается своими делами или решает поставленные перед ней задачи, а экспериментатор на компьютере наблюдает за процессами в нейронах. Представьте, что вы можете использовать любые, самые фантастические материалы и компьютерное обеспечение. Перечислите, каким требованиям должен удовлетворять этот микроскоп, чтобы проследить все ступени:

1. взаимодействия между нервными клетками (2 балла);
2. взаимодействия нервных клеток и кровеносных сосудов (2 балла);
3. формирования памяти (2 балла);
4. развития патологических состояний в нервной системе (2 балла).
5. Кратко опишите постановку любого эксперимента из пунктов 1-4. Как именно вы будете исследовать интересующий вас процесс (4 балла)?

Ответы.

Самые общие требования к такому нано-микроскопу – это маленький вес, компактность и устойчивость к вибрациям. Животное должно испытывать минимум дискомфорта при ношении такой “шляпы”, в противном случае оно может находиться под воздействием стресса, что существенным образом изменит его реакцию на исследуемые стимулы. Важным моментом должна быть быстрая передача данных к компьютеру со временем, меньшем, чем время исследуемого процесса. Для того, чтобы исследовать любой из перечисленных процессов, необходимо использовать специальные флуоресцентные зонды – молекулы, специфически взаимодействующие с интересующими экспериментатора клеточными молекулами или структурами и изменяющими в результате этого взаимодействия интенсивность и/или длину волны флуоресценции. Например, есть флуоресцентные зонды, изменяющие интенсивность своего свечения в зависимости от содержания в цитоплазме нейронов ионов Ca^{2+} , концентрация которых существенно увеличивается при возбуждении нейронов и по изменениям которой судят о степени нейрональной активности. **2 балла** Возможно также использовать генетически модифицированных мышей, у которых в головном мозге экспрессированы новые гены, кодирующие особые флуоресцентные белки. Детектор у микроскопа должен быть высокочувствительным и быстродействующим, чтобы можно было регистрировать изменения свойств нейронов за десятки мс и секунды (пункты 1 и 2). **2 балла** Формирование памяти – установление долговременных контактов между разными нейронами, а также возникновение нейродегенеративных процессов, – это медленные многокомпонентные процессы, которые складываются из клеточных реакций, развивающихся за минуты, дни и даже месяцы. В связи с этим необходимо, чтобы одно и то же животное можно было наблюдать в течение нескольких дней и месяцев. Поэтому для таких экспериментов нельзя использовать обычные флуоресцентные зонды, так как после однократного введения в мозг они быстро – за часы – обесцветятся, а многократное введение будет токсичным для

животных. В связи с этим, оптимальным является использование экспрессируемых в нейроны флуоресцентных белков. 2 балла + 2 балла Возможны и другие варианты исследования перечисленных процессов. За любой корректно описанный биологический эксперимент начисляются баллы, даже если описанного метода исследований пока не существует. 4 балла