



Биология для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 7. Мыши с «тепловизором»

Задача составлена по материалам статьи Ma et al., 2019, Cell 177, 243–255, April 4, 2019; <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.01.038>. Тесты и эксперименты, описанные в этой статье можно считать за эталон. Тем не менее, будут положительно оценены и другие достаточно аргументированные ответы школьников и предложенные ими эксперименты.

1. Энергия фотонов в инфракрасном диапазоне слишком низкая. Для детекции таких фотонов энергетический барьер конформационных изменений опсина должен быть очень низким, что привело бы к значительному тепловому шуму и фоновой активации рецепторов.
2. Конканавалин – белок растительного происхождения (лектин) улучшает связывание наночастиц с клетками сетчатки за счет взаимодействия с рецептором родопсином.
3. Цитотоксичность можно оценить, окрашивая образцы ткани из глаз животных после инъекции и подсчитывая количество клеток. Возможно также проведение специфического окрашивания на маркеры апоптоза, наличие реактивных клеток глии и т.д.
4. Предпочтительно регистрировать электрическую активность в противоположном полушарии из-за перекреста оптических нервов. Часть зрительной коры, тем не менее, получает иннервацию и от глаза, расположенного с той же стороны (колонки глазодоминантности). Поэтому важно также попасть электродом в нужную колонку коры.
5. Для измерения зрачкового рефлекса при освещении видимым и инфракрасным светом – чтобы показать рабочий физиологический ответ на стимуляцию инфракрасным светом и только у животных с инъекцией наночастиц.
6.
 - (а) Мыши предпочитают находиться в слабо освещенных областях пространства. Можно сделать ящик разделенный на “темную” и “светлую” половину. В светлой половине разместить светодиоды зеленого цвета и инфракрасные светодиоды. Периодически включать подсветку – то одну, то другую и регистрировать время, которое животное проводит в той или иной половине ящика. Животные без инъекции не будут “замечать” инфракрасную подсветку, но будут прятаться в темной половине при включении видимой подсветки. Животные с инъекцией будут прятаться в обоих случаях.
 - (б) Для проверки того, что воспринимается именно зеленый свет, можно выработать у животного рефлекс избегания (после включения зеленой лампочки давать удар током), после чего сравнивать наличие замирания после включения лампочки другого видимого света и включения инфракрасного диода.

- (в) Можно использовать водный лабиринт, где рукав со скрытой под водой платформой помечен одним символом, а рукав без платформы – другим символом. Проверять процент угадываний нужного рукава, когда указывающие символы подсвечены видимым цветом и когда символы подсвечены инфракрасным светом.
- (г) Предъявлять символы красные, зеленые и инфракрасные символы для распознавания на темном, красном и зеленом фоне. Животные с инъекцией должны лучше распознавать инфракрасные символы, на темном, но не освещенном зеленым светом фоне.