

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертационную работу Ротова Александра Юрьевича по теме
«ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ПАЛОЧЕК И КОЛБОЧЕК:
ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АСПЕКТ», представленную на соискание ученой степени кандидата
биологических наук по специальности 03.00.09 – Физиология человека и животных

Со времени возникновения жизни на земле, вторым по значимости, после хемотаксиса стал фототаксис – способность живых существ оценивать наличие солнечного излучения. Возникновение класса химических веществ, реагирующих на свет, привело к возможности синтеза бесконечно большого разнообразия органических соединений. Первичная их эволюция происходила в океане, воды которого пропускают вглубь коротковолновое излучение и задерживают длинноволновое излучение спектра солнечного света. Более того, в воде очень часто происходит расщепление спектра белого цвета на составляющие. У животных, оставшихся в водной среде и у тех, что вышли на сушу появилась разница в потребности воспринимать неполный или весь спектр света излучаемого солнцем. Более того, на суше разница в освещенности могла колебаться в сотни тысяч раз. Поэтому зрительный рецептор начал эволюционировать сразу по нескольким направлениям, таким как совершенствование оптики глаза, дифференциация и оптимизация устройства и функционирования фоторецепторов, развитие мышечной системы управления движениями глаз и наконец параллельное усложнение зрительного анализатора.

Изучение таких специализированных фоторецепторов, как колбочки и палочки глаза, является крайне актуальным для понимания эволюции механизмов, заложенных в основу зрения – самого главного из чувств, обеспечивающих дистантную оценку окружающего мира и дающих человеку преобладающую долю информации об окружающем мире. Изучение метаболизма ряда веществ, участвующих в трансдукции энергии фотонов различных длин волн в зрительный сигнал, сопряженного с функционированием сложных по морфологическому устройству фоторецепторов, анализ электрических составляющих работы палочек и колбочек – всё это способно дать нам возможность понять глубинный смысл эволюции развития физиологических и биохимических механизмов зрения. Несомненно, биоразнообразие зрительных анализаторов животных и человека в целом, начинается и основывается на эволюции фоторецепторов.

Диссертационная работа Ротова Александра Юрьевича посвящена сравнительному изучению чувствительности и быстродействию палочек и колбочек глаз различных животных – лягушки, карася и, особенно трансмутированных фоторецепторов миноги и, в аспекте эволюционного развития механизмов трансдукции сигнала, участия различных фотоактивных зрительных пигментов и развития электрических процессов. Такой выбор сравниваемых животных позволяет проанализировать и сравнить механизмы фототрансдукции водного и наземного животных и понять эволюционный переход в развитии фоторецепторов. а также таких типов фоторецепторов, которые обладают

переходными свойствами – коротких палочкоподобных рецепторов круглоротых и зеленых палочек бесхвостых амфибий.

Для реализации сравнительного анализа основных физиологических параметров, определяющих чувствительность и кинетику ответов различных типов фоторецепторов изучаемых позвоночных были определены как этапы активации фототрансдукционного каскада, определяющие длительность задержки электрического ответа фоторецепторов, так и оценены параметры, определяющие кинетику фотоответа коротких рецепторов миноги и зеленых палочек лягушки и сравнены с величинами, характерными для типичных палочек и колбочек холоднокровных. А также была определена частота спонтанных изомеризаций и скорость фотолиза зрительного пигмента коротких рецепторов миноги и зеленых палочек лягушки и сопоставлена со значениями для типичных палочковых и колбочковых пигментов.

За сказанным кроется большой методический инструментарий: -

Регистрация тока изолированных клеток. Регистрация фоторецепторного потенциала сетчатки. Также проведен анализ кинетики различных процессов каскада фототрансдукции и анализ дискретного темнового шума. В работе также представлена микроспектрофотометрия зрительных пигментов. Использование критерия Даннета дало возможность выявить достоверно значимые различия в функционировании исследуемых фоторецепторов.

Данные, полученные в диссертационной работе, могут иметь практическое значение - могут быть использованы при разработке искусственных трансдукционных каскадов, направленных на протезирование утерянной зрительной функции, а также имеется перспектива их использования в будущем, как высокоспециализированных световых датчиков в биочипах для робототехники.

Вышеупомянутая работа изложена на 141 странице машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов исследований и их обсуждения, заключения, выводов, списка цитируемой литературы (212 источников) и приложения. Работа проиллюстрирована 37 рисунками и включает 4 таблицы.

Как и любое интересное и достойное исследование, представленная работа вызывает большой интерес и наводит на некоторые идеи относительно продолжения исследований, а именно: - каковы нейронные проекции соответствующих рецепторов в таламические или иные структуры, и есть ли различие и каково оно в обработке зрительной информации в центральных структурах. Какую специфику обеспечивают те или иные рецепторы при реализации целенаправленного поведения?

Думаю, что было бы ценным в разделе «Обсуждение» коснуться таких процессов, как наличие или отсутствие век у исследуемых видов, а также связать эволюцию фоторецепторов с ретиномоторной реакцией у рыб, обсудить дихроматизм большинства млекопитающих и тетрахроматизм птиц для полного понимания картины кинетики различных процессов каскада фототрансдукции при дивергенции и эволюции развития палочек и колбочек у различных таксонов.

Необходимо также отметить, что, судя по литературным данным, работа продолжается – об этом свидетельствует статья, в соавторстве с коллегами, опубликованная в 2026 году под названием «Differences in the Effect of Dopamine on the Phototransduction Between Lampreys and Jawed Vertebrates». Данный факт говорит о том, что автор активно продолжает избранное направление по представленной теме.

Цель, поставленная в работе принципиально достигнута, и поэтому не считаю нужным после анализа очевидных достоинств представленной научной работы, останавливаться на редких, иногда встречающихся описках.

Работа крайне интересная и ценная как по полученным результатам, так и в плане методологии и использования современных методов исследований. Александр Ротов является достаточно самостоятельным исследователем, имеет прекрасную базу знаний для молодого ученого и многочисленные статьи по теме диссертации. Считаю, что работа «ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ПАЛОЧЕК И КОЛБОЧЕК: ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АСПЕКТ», полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Армении к кандидатским диссертациям по специальности 03.00.09 – Физиология человека и животных, а автор достоин присуждения искомой степени кандидата биологических наук.

Заведующий лабораторией
физиологически активных веществ
Института физиологии
им.акад. Л.А.Орбели НАН РА, к.б.н.

Восканян Армен Вагинакович

Ученый секретарь Института физиологии
им.акад. Л.А.Орбели НАН РА, к.б.н.



Небогова Кристина Александровна