

DOI: 10.31429/SbR6.2019.001  
ISBN 978-5-8209-1644-1

Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России: в 2 томах.  
том 1, том 2.  
Краснодар: «Плехановец», 2019.

Секция 3. Биофизика клетки. Мембранные процессы.

**ЭФФЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ВНУТРЕКЛЕТОЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ СА<sup>2+</sup> И БЛОКАДЫ ПОТЕНЦИАЛ-ЗАВИСИМЫХ СА<sup>2+</sup>-КАНАЛОВ СА<sup>2+</sup>-ЗАВИСИМЫХ К<sup>+</sup>-КАНАЛОВ НА ВОЗБУДИМОСТЬ ПРЕМОТОРНЫХ ИНТЕРНЕЙРОНОВ ОБУЧЕННЫХ УЛИТОК**

**THE EFFECTS OF INCREASE OF INTRACELLULAR CONCENTRATION OF CA<sup>2+</sup> WITH BLOCKADE OF THE VOLTAGE-DEPENDENT CA<sup>2+</sup>-CHANNELS AND CA<sup>2+</sup>DEPENDENT K<sup>+</sup> CHANNELS ON THE EXCITABILITY OF THE PREMOTOR INTERNEURONS IN TRAINING SNAILS**

*Андраник В.В.<sup>1</sup>, Богодвид Т.Х.<sup>1,2</sup>, Силантьева Д.И.<sup>1</sup>, Гайнутдинов Х.Л.<sup>1</sup>*  
<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань; E-mail: kh\_gainutdinov@mail.ru  
<sup>2</sup>Поволжская академия физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

Известно, что в формировании условных рефлексов важную роль играют ионы кальция. Ранее было показано, в премоторных интернейронах оборонительного рефлекса виноградной улитки при выработке условного оборонительного рефлекса происходит снижение мембранныго и порогового потенциалов (Гайнутдинов, 2011). Причем на фоне повышения внеклеточной концентрации ионов Ca<sup>2+</sup> данные параметры обученных улиток не изменялись, в то время как у интактных улиток происходило увеличение значения порогового потенциала и смешение величины критического уровня деполаризации в сторону положительных значений (Силантьева, 2004). Изменения во внутриклеточной концентрации ионов Ca<sup>2+</sup> приводили к одинаковым изменениям как у интактных так и обученных улиток (Гайнутдинова 2010). В рамках настоящей работы была поставлена цель исследовать изменения параметров нейрональной мембраны премоторных интернейронов при внутриклеточном повышении концентрации Ca<sup>2+</sup> в условиях блокады потенциал-зависимых Ca<sup>2+</sup>-каналов верапамилом и Ca<sup>2+</sup>-зависимых K<sup>+</sup>-каналов хинином.

Эксперименты были проведены на изолированном препарате нервной системы моллюска *Helix lucorum*. Условный оборонительный рефлекс на постукивание по раковине вырабатывали за три дня в результате предъявления около 180–200 сочетаний условного и безусловного стимулов. Регистрация электрических характеристик производилась на премоторных интернейронах оборонительного рефлекса LPa3 и RPa3, для вызова потенциала действия через регистрирующий электрод подавали прямоугольный импульс тока длительностью в одну секунду. Анализировались величины мембранныго потенциала, порога генерации и амплитуды потенциала действия. Для увеличения внутриклеточной концентрации Ca<sup>2+</sup> в раствор, омывающий препарат нервной системы моллюска, добавляли кофеин в концентрации 2 ммоль. В первой серии экспериментов для блокады потенциал-зависимых Ca<sup>2+</sup>-каналов применяли верапамил в концентрации 0,5 ммоль, во второй серии экспериментов блокаду добавляли кофеин в сочетании с верапамилом блокатором, во второй серии экспериментов блокаду Ca<sup>2+</sup>-зависимых K<sup>+</sup>-каналов производили при помощи добавления в омывающий раствор хинина в концентрации 0,2-ммоль.

Было найдено, что при совместном действии кофеина и верапамила величина мембранныго потенциала достоверно снижалась как в группе интактных, так и в группе обученных улиток по сравнению со значениями в физиологическом растворе. Величина порога генерации потенциала действия достоверно снижалась только в группе интактных улиток, а величина амплитуды потенциала действия достоверно снижалась только в группе обученных улиток. В серии экспериментов по изучению эффектов повышения внутриклеточного Ca<sup>2+</sup> в условиях блокады Ca<sup>2+</sup>-зависимых K<sup>+</sup>-каналов было найдено что величина мембранныго потенциала достоверно уменьшается как в группе интактных улиток, так и в группе обученных улиток. В группе интактных улиток уменьшается величина порога генерации потенциала действия, однако в группе обученных улиток порог генерации потенциала действия достоверно не изменился.

Общее снижение мембранныго потенциала нейронов в обеих группах улиток при повышении внутриклеточной концентрации Ca<sup>2+</sup> как при блокаде Ca<sup>2+</sup>-каналов так и без нее, что было описано нами ранее (Гайнутдинова 2010), свидетельствует о том что данные каналы не принимают непосредственного участия в сохранении пластических изменений после обучения. В то же время эффект кофеина на порог генерации потенциала действия в группе обученных улиток при добавлении хинина или верапамила отменялся, что позволяет предположить участие исследуемых каналов в механизмах возникновения возбуждения после обучения.

Работа поддержана РФФИ (грант № 18-015-00274).

1. Гайнутдинов Х.Л. и др. Изменение возбудимости нейрональной мембраны как клеточный механизм обучения и памяти // Успехи физиологических наук. 2011. Т. 42. № 1. С. 33-52.
2. Силантьева Д.И. и др. Влияние изменения концентрации внеклеточного кальция на электрические характеристики командных нейронов после выработки оборонительного условного рефлекса у улитки // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2004. Т. 54. № 6. С. 801-805
3. Гайнутдинова Т.Х. и др. Влияние увеличения и снижения содержания внутриклеточного кальция на электрические характеристики командных нейронов у обученных улиток // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2010. Т. 152. № 2. С. 29-40.