

ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЛЮКОЗНОЙ ЗАВИСИМОСТИ У КРЫС В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ»

Ерзамаева Евгения Дмитриевна, студент биологического факультета Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва;

Научный руководитель: Инюшкин Алексей Николаевич, заведующий кафедрой физиологии человека и животных Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

В работе рассматриваются поведенческие проявления глюкозной зависимости у крыс в тест-системе «Открытое поле» (ОП), проявляющиеся в результате продолжительного потребления глюкозы. У животных наблюдалось снижение локомоторной и исследовательской активности. После прекращения потребления глюкозы формировалась стресс-реакция: повысился уровень тревожности и еще большее снизилась исследовательская активность по сравнению с периодом потребления глюкозы.

Ключевые слова: глюкоза, глюкозная зависимость, поведение, крысы, локомоторная активность, открытое поле.

RATS' BEHAVIORAL MANIFESTATIONS OF GLUCOSE DEPENDENCE IN THE "OPEN FIELD" TEST

Erzamaeva Evgeniya Dmitrievna, student of the Faculty of Biology, Samara National Research University;

Scientific adviser: Inyushkin Alexey Nikolaevich, Professor of the Faculty of Biology, Samara National Research University;

The research revealed behavioral manifestations of glucose dependence in rats in the Open Field Test System (OFS) as a result of prolonged glucose consumption.

The animals displayed a decrease in locomotor and exploratory activity. After cessation of the glucose intake, a stress response was formed, which characterised

by an increase in anxiety and an even greater decrease in exploratory activity compared to the period of glucose intake.

Keywords: glucose, glucose dependence, behavior, rats, locomotor activity, open field test system.

Глюкозная зависимость является одной из актуальных проблем современности, но на фоне других зависимостей (алкоголизм, наркомания и др.) ей не придают должного значения, хотя механизм ее формирования схож с упомянутыми. В результате исследования мозговой активности, были предоставлены доказательства, подтверждающие гипотезу о том, что переизбыток глюкозы стимулирует систему вознаграждения мозга, в результате чего еще больше растет потребность в употреблении глюкозы. Несмотря на то, что глюкоза подробно изучена как нутриент и источник энергии, ее влияние на головной мозг требует более детального анализа.

Цель нашего исследования заключалась в выявлении особенностей аддитивного поведения крыс в результате длительного потребления глюкозы.

Методика

Исследование было проведено на 16 лабораторных крысах (8 самках и 8 самцах) в возрасте 2,5-3 месяцев в течение пяти недель. Животных разделили на две группы - опытную (8 крыс) и контрольную (8 крыс). На первой неделе производили предварительное тестирование всех крыс в классическом поведенческом тесте "Открытое поле". Каждое животное проходило однократное тестирование длительностью 3 минуты в установке. В течение второй и третьей недели опытной группе крыс была заменена вода на 20% раствор глюкозы. Затем тестирование проводили дважды: после первой и второй недели употребления глюкозы. После этого раствор глюкозы вновь заменяли на воду и проводили аналогичное тестирование на четвертой и пятой неделях.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически с помощью программы SigmaPlot v.12 с использованием теста One Way

ANOVA и t-теста Стьюдента. Значения считались статистически значимыми при вероятности ошибки $p < 0,05$. Численные данные в тексте приведены как среднее значение \pm стандартная ошибка среднего.

Результаты исследования

Для оценки тревожности, двигательной и исследовательской активности животных тестировали на установке «Открытое поле». Крысы опытной группы проявляли меньшую двигательную и исследовательскую активность в момент потребления 20% раствора глюкозы, а также имели наибольшую тревожность по сравнению с контрольной группой после прекращения потребления моносахарида.

На рисунке 1-2 представлены общие результаты прохождения теста «Открытое поле» крысами до употребления 20% раствора глюкозы и после на протяжении 5 недель.

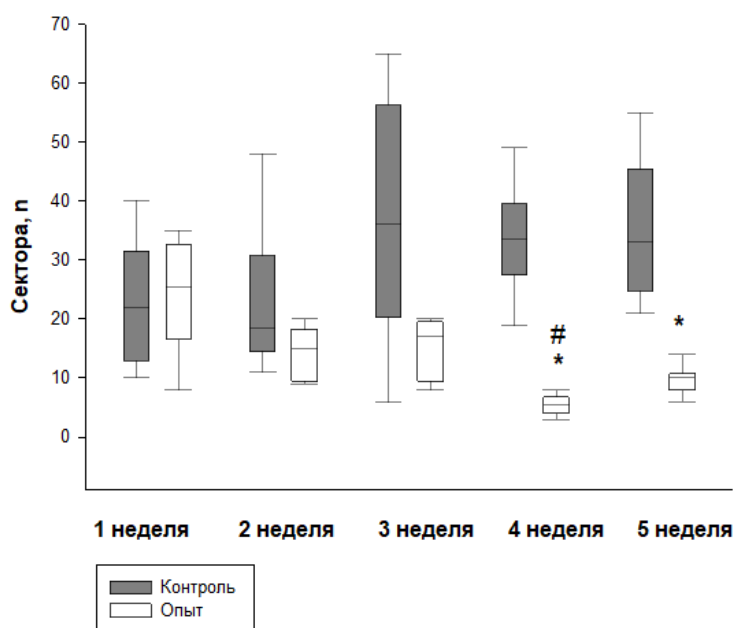


Рисунок 1 – Количество пересеченных секторов экспериментальными животными в установке «Открытое поле»

* - статистически значимые различия по сравнению с опытной группой на 1 неделе при $P < 0,05$;

- статистически значимые различия значимые различия между контрольной и опытной группой при $P < 0,05$.

На графике (рис.1) можно отметить скачкообразные изменения количества пересеченных секторов животными. Однако начиная с 4 недели, после замены у опытной группы в поилке 20% раствора глюкозы обратно на воду, произошло резкое снижение двигательной активности. По сравнению с исходной (первой неделей) у опытной группы на момент отмены глюкозы произошло снижение активности на 59%. Между контрольной и опытной группами на 4 неделе можно отметить уменьшение количества исследуемых секторов на 53%. На 5 неделе, наблюдается уменьшение числа пересеченных секторов у опытных групп на 51 % по сравнению с исходной неделей. Таким образом, это является подтверждением снижения локомоторной активности у опытной группы животных после прекращения потребления глюкозы.

В результате потребления 20% раствора глюкозы у крыс опытной группы снижается и исследовательская активность (количество вертикальных стоек и заглядывания в норки). Так число стоек на 2 неделе у опытной группы понизилось на 58% по сравнению со значениями исходной недели, а сравнительно с контролем на 52%. Далее мы заменили глюкозу водой в опытной группе на 4 неделе, и количество стоек уменьшилось на 77%. На 5 неделе показатели понизились всего на 49% по сравнению с 1 неделей.

Сравнивая опытные группы крыс с контрольными, начиная с момента потребления глюкозы, мы можем говорить также о снижении количества заглядываний в норки животными (рис.2).

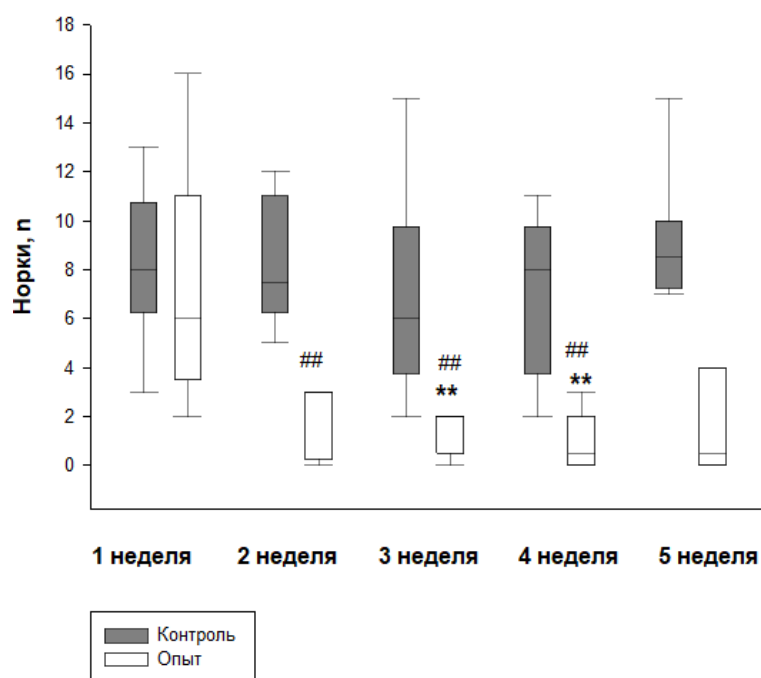


Рисунок 2– Изменение количества исследованных отверстий (норок) экспериментальными животными в установке «Открытое поле»

** - статистически значимые различия по сравнению с опытной группой на 1 неделе при $P < 0,01$;

- статистически значимые различия между контрольной и опытной группой при $P < 0,01$.

Очевидно, что на 2 неделе снижается в 2 раза количество заглядываний в норки по сравнению с контролем. На 3 неделе количество исследуемых норок снизилось еще заметнее - на 79%, также по сравнению с исходной неделей активность опытной группы спала на 76%. Довольно резкий спад исследовательской активности у крыс произошел после прекращения подачи глюкозы – на 4 неделе – уменьшилось количество заглядываний в норки на 80% по сравнению с исходными значениями 1 недели, а по сравнению с контрольной группой на 75%.

Рассматривая тревожность, мы не можем не обратить внимание на довольно резкое увеличение числа тревожного груминга после замены 20% раствора глюкозы на воду. Так как на 4 неделе значительно увеличивается количество груминга по сравнению с контролем на 83% и по сравнению с 1 неделей на 66%. На 5 неделе тревожный груминг у опытной группы увеличился на 60% по сравнению с контролем.

Обсуждение результатов

Таким образом, на основании анализа результатов проведенного эксперимента с лабораторными крысами в тесте «Открытое поле» при воздействии глюкозы и без нее, можно сделать вывод, что длительное употребление глюкозы приводит к устойчивой сенситизации дофаминовой активности на синапсах мезокортиколимбической системы. В результате этого положительное подкрепление системы вознаграждения в ЦНС повышается. Во время потребления глюкозы было отмечено снижение двигательной и исследовательской активности, при этом тревожность осталась неизменной. Снижение локомоторной активности может быть вызвано повышенным содержанием глюкозы в крови, которая подавляет активность нейропептида орексина (отвечает за энергетический баланс в организме и в частности дает ощущение бодрости в течение дня).

Заключение

Потребление 20% раствора глюкозы приводит к снижению локомоторной активности, однако стресс-реакция не была отмечена. Прекращение потребления глюкозы приводит увеличению уровня тревожности, а также к снижению исследовательской и двигательной активностям. Таким образом, резкое отсутствие 20% раствора глюкозы в рационе у крыс приводит к повышению тревожности и потере интереса к окружающей среде, что является проявлением синдрома отмены.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Dienel, G. A. Brain glucose metabolism: integration of energetics with function. *Physiol. Rev.* — 2019. — P. 949–1045.
2. Kameno Y. Mismatch in cerebral blood flow and glucose metabolism after the forced swim stress in rats / Kameno Y., Suzuki K., Takagai S., et al. // *Acta Neuropsychiatry.* – 2016. — Vol. 28, №6. — P. 352-356.
3. Magistretti P. J. A cellular perspective on brain energy metabolism and functional imaging. / Magistretti, P. J. Allaman // *Neuron.* – 2015. – P. 883–901.

4. Аметов А.С. Физиология метаболизма глюкозы. Сахарный диабет 2 типа. Проблемы и решения. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2013. – с. 17.
5. Вартанян Г. А. Эмоции и поведение/ Вартанян Г. А., Петров Е. С. // Наука. – 1989. – С. 127.
6. Ведясова О.А Руководство к лабораторным занятиям по физиологии центральной нервной системы (учебное пособие)/ Ведясова О.А Сергеева Л.И.// Самара: СамГУ. – 1998. – 136 с.
7. П. Д. Шабанов. Нейрохимические механизмы прилежащего ядра, реализующие подкрепляющие эффекты самостимуляции латерального гипоталамуса / П. Д. Шабанов, А. А. Лебедев // Медицинский Академический журнал. — 2012. — Т. 12, № 2. — С. 68-76.
8. Рабинович В. А. Краткий химический справочник./ Рабинович В. А., Хавин З. Я. // Химия. – 1978. — С. 27–37.
9. Раевский К.С. Функциональная роль и фармакологическая регуляция дофаминергических систем мозга // Вестник РАМН. — 1998. — №8. — С. 19-24.
10. Степаненко Б. Н., Городецкий В. К., Ковалёв Г. В. Глюкоза // Большая медицинская энциклопедия : в 30 т. / гл. ред. Б. В. Петровский. — 3 изд. — Москва : Советская энциклопедия. – 1978. — Т. 6. — 528 с.